

ÍNDICE MEMORIA

Número	Título
Documento 1.	Memoria
Anejo 1.	Características Región Metropolitana
Anejo 2.	Situación Actual
Anejo 3.	Medio Físico
Anejo 4.	Medio Biótico
Anejo 5.	Características del Compostaje y Etapas
Anejo 6.	Selección de Alternativas
Anejo 7.	Dimensionado de la Planta
Anejo 8.	Cálculos Dimensionado Planta
Anejo 9.	Cálculos Constructivos Nave Principal
Anejo 10.	Cálculos Constructivos Túneles de Descomposición
Anejo 11.	Cálculos Constructivos Nave Taller
Anejo 12.	Cálculos Constructivos Nave Limpieza
Anejo 13.	Cálculos Constructivos Nave Bombeo
Anejo 14.	Cálculos Constructivos Edificio de Servicios
Anejo 15.	Cálculos Constructivos Depósito
Anejo 16.	Cálculos Constructivos Biofiltro
Anejo 17.	Cálculos Constructivos Silos
Anejo 18.	Cálculos Constructivos Foso
Anejo 19.	Báscula y Casita Báscula
Anejo 20.	Pavimentos
Anejo 21.	Cálculos Instalación Agua Potable
Anejo 22.	Cálculos Instalación Saneamiento
Anejo 23.	Instalación Contra Incendios
Anejo 24.	Cálculos Iluminación
Anejo 25.	Criterios de diseño de la instalación eléctrica
Anejo 26.	Cálculos Eléctricos
Anejo 27.	Medidas Preventivas
Anejo 28.	Justificación de Precios
Anejo 29.	Estudio Económico
Anejo 30.	Programación de la ejecución y puesta en marcha
Anejo 31.	Bibliografía

Índice

1. Objetivo	3
2. Situación y Ubicación.....	4
2.1. Ubicación	4
2.2. Situación	4
2.3. Coordenadas y elevación.....	5
2.4. Acceso	5
3. Tipo de proyecto o actividad	6
3.1. Tamaño de la Planta	6
4. Antecedentes y motivaciones.....	7
5. Bases del proyecto.....	8
5.1. Directrices del Proyecto	8
5.1.1. Finalidad Perseguida	8
5.1.2. Condicionantes del promotor	8
5.2. Condicionantes Internos	8
5.3. Condicionantes externos.....	8
5.3.1. Medio Físico	8
5.3.2. Medio Biótico	10
5.3.3. Recursos Arqueológicos y Patrimonio Cultural	11
5.3.4. Clasificación del suelo	11
5.3.5. Planta de aguas servidas	12
5.3.6. Distancia de los receptores más cercanos. Olores.....	13
5.3.7. Gestores de residuos.....	13
5.4. Situación actual	14
6. Estudio de alternativas del proyecto	16
7. Ingeniería del proyecto	17
7.1. Programa Productivo	17
7.2. Proceso Productivo	17
7.2.1. Descripción de las operaciones básicas y espacios	18
7.3. Satisfacción de las necesidades	27
7.4. Ingeniería de las Obras.....	28
7.4.1. Nave principal	28

7.4.2.	Túneles descomposición	29
7.4.3.	Nave limpieza	30
7.4.4.	Nave taller	30
7.4.5.	Nave bombeo	31
7.4.6.	Edificio servicios	32
7.4.7.	Casita Báscula	33
7.4.8.	Biofiltro	33
7.4.9.	Depósito	34
7.4.10.	Silos	35
7.4.11.	Foso	37
7.5.	Ingeniería de las Instalaciones	38
7.5.1.	Instalación eléctrica	38
7.5.2.	Iluminación	39
7.5.3.	Instalación de agua potable	40
7.5.4.	Instalación de saneamiento	42
7.5.5.	Instalación contra incendios	43
7.5.6.	Instalación de combustibles	44
7.5.7.	Instalación evacuación de gases	45
7.6.	Ingeniería de las Infraestructuras. Urbanizaciones.	46
7.6.1.	Pavimentaciones	46
7.6.2.	Perímetro	49
7.7.	Maquinaria y equipos	49
7.7.1.	Recepción y almacenamiento	49
7.7.2.	Pre-tratamiento: Mezcla y/u Homogenización	50
7.7.3.	Almacenamiento y acondicionamiento de la FV	51
7.7.4.	Descomposición y maduración	51
7.7.5.	Post-tratamiento	51
7.7.6.	Nave limpieza	53
7.7.7.	Báscula	53
7.7.8.	Tratamiento aire	53
7.7.9.	Bombeo	53
7.7.10.	Servicios	53
7.7.11.	Depósito combustible	54
7.8.	Personal	54
7.9.	Medidas preventivas y correctoras	54
8.	<i>Programación de la ejecución y puesta en marcha del proyecto</i>	56
9.	<i>Normas de explotación del proyecto</i>	57
9.1.	Control del compostaje	57
9.2.	Calidad del compost.....	58
9.2.1.	Clasificación	58
9.2.2.	Requisitos sanitarios, físicos y químicos.....	58
10.	<i>Presupuesto del proyecto</i>	59

11.	<i>Evaluación del proyecto</i>	61
12.	<i>Aspectos reglamentarios</i>	62
12.1.	Generales.....	62
12.2.	Estructuras metálicas y cimentaciones	62
12.3.	Muros de hormigón armado	63
12.4.	Instalación eléctrica e iluminación	64
12.5.	Instalación agua potable.....	64
12.6.	Instalación saneamiento.....	65
12.7.	Instalación contra incendios	65
12.8.	Pavimentos	66
12.9.	Depósito de combustibles	66
12.10.	Aire.....	66
12.11.	Agua	67
12.12.	Suelo y Aspectos territoriales	67
12.13.	Fauna.....	67
12.14.	Patrimonio Arqueológico y Cultural	67
12.15.	Ruido	68
12.16.	Residuos	68
12.17.	Condiciones de trabajo	68
12.18.	Transporte	68

1. Objetivo

El objetivo de este proyecto es el de diseñar una planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios provenientes de la Región Metropolitana de Santiago de Chile, con el fin de obtener un compost estabilizado que cumpla con la normativa vigente de calidad del compost para uso agrícola.

Este proyecto nace de la voluntad del Gobierno de Chile de hacer frente a la complicada situación actual que sufre el tratamiento de residuos en este país, donde la mayor parte de estos son destinados a rellenos sanitarios (98,72% en el año 2009), aún teniendo en cuenta que el porcentaje de materia orgánica en ellos es muy elevada (48,60%) y para nada despreciable para su uso como abono para la agricultura (con un buen tratamiento). Además el compostaje de esta materia orgánica presente en los residuos, conseguiría alargar notablemente la vida útil de los rellenos sanitarios.

El compostaje es una tecnología sencilla y económica para aprovechar toda clase de basura biodegradable: desechos de jardín o cocina, papeles, estiércoles animales, serraduras etc. En el *Anejo 2: Situación Actual del presente proyecto* podemos encontrar con más detalle las características del compost, sus usos y calidad.

Para hacer frente al tratamiento de 30.000 toneladas al año de RSD se ha diseñado una planta que ocupará una superficie total de 29.879,95 m², con una superficie cubierta total de 3.593,40 m² y 13.004,95 m² pavimentados. En ella se instalarán todos los sistemas para hacer frente al tratamiento de los residuos domiciliarios para obtener compost, así como los equipos y zonas necesarias para ello.

Si una vez en funcionamiento se comprueba que en la planta de compostaje diseñada no se alcanzan los requisitos mínimos para un compost de calidad (debido al alto porcentaje de improprios existente en la basura), esta se utilizaría para la reducción en volumen de los residuos, para posteriormente ser destinados a un relleno sanitario. En el momento en que se dispusiera de una buena clasificación domiciliaria, los residuos obtenidos serían tratados con el objetivo inicial de producir compost de calidad.

2. Situación y Ubicación

2.1. Ubicación

El Proyecto se emplazará en un terreno aledaño de unas 10 ha, al sector sur-este del recinto de la planta de tratamiento de aguas servidas El Trebal. Concretamente en el Camino el Trebal G-262 de la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana de Santiago, Chile. En la siguiente figura se puede apreciar su ubicación:



Fig 1. Ubicación de la planta de compostaje.

2.2. Situación

Como ya se ha expuesto, la planta de compostaje se ubicará en la comuna de Padre Hurtado, en la orilla norte del río Mapocho.

La comuna de Padre Hurtado se encuentra a 23 kilómetros al SW de la ciudad de Santiago de Chile, provincia de Talagante, en la Depresión Intermedia de la Región Metropolitana. Sus límites son las comunas de Maipú por el norte, Peñaflores por el sur, Curacaví por el oeste y Calera de Tango por el este.

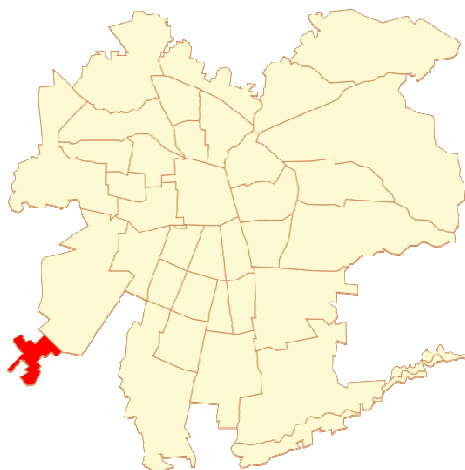


Fig 2. Situación de la comuna de Padre Hurtado respecto al área Metropolitana de Santiago de Chile.

2.3. Coordenadas y elevación

Las coordenadas y elevación del proyecto se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Coordenadas y elevación de la planta de compostaje.

Coordenadas		Elevación
330022,11 m E	6287265,35 m S	428 m

2.4. Acceso

La ubicación de la planta de compostaje se encuentra a una distancia de unos 40,1 km respecto del centro de la ciudad de Santiago de Chile. Esto representa unos 51 minutos en auto.

La forma de llegar desde el centro de la ciudad es mediante la Costanera Norte, y tomando la Autopista Central hasta llegar a la Autopista del Sol. Una vez allí continúan unos 13,1 km hasta llegar a la salida del Camino de la Rinconada. Se sigue por éste camino unos 8,3 km para pasar a la G-262. A 1 km se llega a la Planta de el Trebal.

3. Tipo de proyecto o actividad

El proyecto se enmarca dentro de la tipología “Proyectos de Saneamiento Ambiental” señalado en el Título I, Artículo 3, Letra o) Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental modificado mediante el Decreto Supremo N° 95/01 de la Secretaría General de la Presidencia.

El Artículo 3 señala que: “Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental en cualquiera de sus fases, que deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, son los siguientes:

o) “Proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de agua o de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos”. Además, agrega que “Se entenderá por proyectos de saneamiento ambiental al conjunto de obras, servicios, técnicas, dispositivos o piezas comprendidas en soluciones sanitarias y que corresponden a:”

o.5. “Plantas de tratamiento y/o disposición de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios y estaciones de transferencia que atiendan a una población igual o mayor a cinco mil (5.000) habitantes”. El proyecto permitirá transformar residuos orgánicos de origen domiciliario mediante un proceso de compostaje aeróbico.

3.1. Tamaño de la Planta

Las plantas de compostaje se pueden clasificar según su tamaño, dependiendo de la cantidad de residuos que ésta trate diariamente, tal como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 2. Clasificación de la planta según tamaño. Fuente: Rihm Silva A. (2004).

Tamaño planta	Capacidad (t/día)
Pequeño	< 50
Mediano	50 - 500
Grande	> 500

La planta de compostaje del presente proyecto será de tamaño mediano, debido a que mensualmente se ingresaran de promedio unas 2.500 t/mes de residuos urbanos domiciliarios, y esto equivale a unas 113 t/día.

4. Antecedentes y motivaciones

En Chile, en el año 2009, los residuos destinados a recuperación y eliminación en el país subían a la cantidad de 6.184.000 toneladas. De estos un 0,91% eran residuos destinados a la recuperación, un 0,37% residuos destinados a tratamiento y en su gran mayoría, un 98,72% eran residuos destinados a rellenos sanitarios. El compostaje, dentro de los residuos destinados a la recuperación, suponía unas 29.000 toneladas (0,47%).

En el año 2009 se generaron 3.008.000 toneladas de residuos orgánicos. Se recolectaron para su reciclaje unas 297.000 toneladas, lo que significa que para la Región Metropolitana de Santiago de Chile se podría estar valorizando un 9,87% enfrente al 0,47% actual.

Actualmente existen algunas plantas de compostaje, pero utilizan residuos orgánicos provenientes de agroindustrias, municipalidades e industrias en desarrollo. Estos no contienen impropios y su compostaje es mucho más sencillo.

Dentro de la creciente consciencia ecológica de los chilenos, el diseño de una planta de compostaje para la valorización de sus residuos sólidos domiciliarios significa un paso adelante hacia este cambio de mentalidad.

El hecho de promover este tipo de instalaciones toma sentido en la composición de los residuos del área metropolitana, compuestos principalmente por materia orgánica (48,60%), plásticos (11,10%) y papeles y cartones (10,30%). Estos porcentajes de composición hacen referencia al año 1995. Actualmente ha disminuido el porcentaje de la materia orgánica y ha aumentando notablemente el de los plásticos. Aún así, estamos delante de un residuo altamente valorizable para el compostaje.

Aún más interesante sería el compost de residuos orgánicos provenientes de la recogida selectiva, proceso que actualmente no se está realizando, exceptuando algunas comunas de del área metropolitana que promueven recogidas selectivas puntuales y principalmente de envases de plástico y metálicos.

El compostaje es una tecnología sencilla y económica para aprovechar toda clase de basura biodegradable. Con ayuda de microorganismos se produce tierra humus de los desechos orgánicos, que podrá ser reutilizada como abono para agricultura, silvicultura, reforestación, mantenimiento de parques y jardines, arquitectura de paisaje, producción de filtros biológicos para el tratamiento industrial del aire usado y cobertura diaria y rehabilitación de rellenos sanitarios.

La calidad del compost producido vendrá definida por la Norma NCh2880.Of2004: "Compost – Clasificación y requisitos". Si no se cumplieran con las especificaciones establecidas en la norma, el compost no podría ser usado para la aplicación en agricultura. Si fuera así, tendría que ser depositado en rellenos sanitarios, con la ventaja de que el residuo se habría reducido notablemente de volumen y estaría totalmente estabilizado. Esto supondría un aumento de la capacidad del relleno sanitario y la disminución de los controles y posibles complicaciones del proceso.

5. Bases del proyecto

5.1. Directrices del Proyecto

5.1.1.Finalidad Perseguida

La finalidad perseguida de este proyecto es el de diseñar una planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios (RSD) provenientes de la Región Metropolitana de Santiago de Chile, con el fin de obtener un compost estabilizado que cumpla con la Norma NCh2880.Of2004: "Compost – Clasificación y requisitos".

5.1.2.Condicionantes del promotor

Lo que el promotor pretende es conseguir tratar 30.000 toneladas al año de RSD, y que estos cumplan con la Norma NCh2880.Of2004.

Así mismo, el proyecto deberá cumplir con la normativa vigente y aplicable a Chile, expuesta en el apartado 12 (*Aspectos reglamentarios*) del presente documento.

5.2. Condicionantes Internos

Como ya se ha expuesto, se quieren tratar 30.000 toneladas al año de RSD. Estos residuos contienen un elevado contenido de impropios, por lo que tendrán que ser eliminados para conseguir un compost de calidad.

El número de días trabajados al año será de 265 y se hará un turno de 8 horas al día.

Para el dimensionado de la planta se ha aplicado un factor de seguridad del 20% en cada una de las distintas fases del proceso, ya que si las condiciones del residuo enterante son peores a las esperadas (en contenido de impropios), no se vea disminuida la capacidad de la planta. Y si por lo contrario, los residuos presentan unos mejores balances en contenido de materia orgánica, conseguir una mayor producción.

Una vez construida la planta se tendrá que evaluar la capacidad de tratamiento de ésta y fijar la real, ya que por el momento, las 30.000 toneladas/año son provisionales.

5.3. Condicionantes externos

5.3.1.Medio Físico

A continuación se presentan resumidamente las características del medio físico de la zona dónde se ubica el proyecto de la planta de compostaje. En el *Anejo 3: Medio Físico* son ampliamente tratadas.

5.3.1.1. Clima y Meteorología

El Clima y la Meteorología están determinados por las características de la cuenca del valle de Santiago, que para la localización de la Planta de Compostaje diseñada, representan las siguientes condiciones en los períodos de tiempo que se indican¹:

- Las temperaturas mínimas y máximas son bastante extremas desde 5,9 °C hasta 36,9 °C durante los años 2009-2010.
- La pluviometría registrada en la Estación Pudahuel en el periodo 1995-2004 muestra que las mayores precipitaciones se registran en los meses de Junio (83.6 mm) y Julio (54.2 mm) y las más bajas en los meses de enero (0,4 mm) y febrero (1,3 mm).
- La humedad relativa bordea una media cercana al 70% entre mayo y septiembre, siendo más baja el resto del año.
- La radiación solar promedio alcanza a 167 (watt/hora-m2), presentándose la máxima radiación solar en los meses de Octubre, Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero, lo que corresponde a un período Primavera-verano, las menores radiaciones se presentan en el mes de Junio-Julio.
- Para el período anual 2005-2006, las velocidades medias de los vientos horarios en la estación meteorológica El Trebal indican que éstos tienen una dirección S y SSW; la velocidad del viento es predominantemente baja, el 49% de los datos se encuentra en el rango de 0.5 a 2,1 m/s. En la siguiente figura se puede apreciar lo anterior:

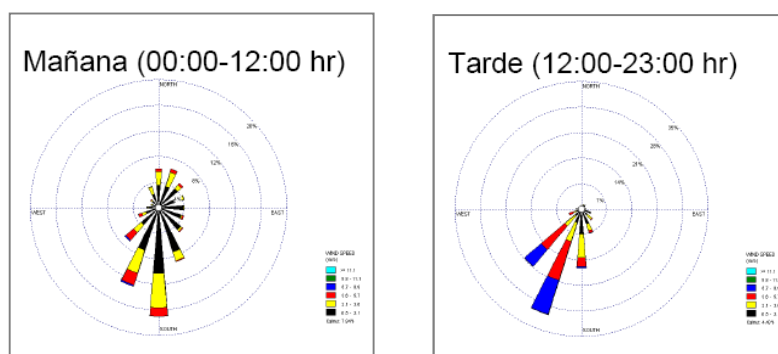


Fig 3. Rosa de los vientos (anual)

- Respecto a la calidad del aire, en la estación Pudahuel y Cerrillos se superaron 22 y 20 veces promedio respectivamente la norma para MP10 de calidad del aire. Las principales emisiones que se generan en la zona de emplazamiento del Proyecto, corresponden al tránsito de vehículos pesados provenientes de la planta de Áridos Maipú, cercana al proyecto y los vehículos provenientes del Relleno Sanitario Santiago Poniente de COINCA (COINCA S.A.).

5.3.1.2. Geología, Geomorfología, Edafología y Hidrografía

La línea de base del medio físico se completa con una descripción de la Geología, Geomorfología, Edafología y Hidrografía de la zona de influencia del Proyecto, siendo relevante

¹ Estudio de Impacto Ambiental. Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Mapocho. Aguas Andinas. Noviembre 2007.

referirse al riesgo geológico y al componente hidrología, lo cuales se resumen a continuación. Al respecto, se ha podido identificar lo siguiente²:

- La planta de compostaje se ubicará en un suelo formado por depósitos fluviales de cauces modernos (Qfm), correspondiente a terrazas aluviales del río Mapocho. Según el Estudio Agrológico de la Región Metropolitana el tipo de suelo es de la Serie Riconado de lo Vial con una clasificación de capacidad de uso de IIIw3. Este tipo de suelo es miembro de la Familia franca gruesa, mixta, térmica de los Typic Xerochrepts (Inceptisol), con una calidad fisicoquímica con poca variabilidad espacial, neutros y no son agresivos a fundaciones de hormigón armado.
- Al sur del área en estudio existe una zona de terrazas bajas, correspondientes a los depósitos fluviales de cauces modernos (Qfm) dentro de las cuales escurre actualmente el río Mapocho. La sección máxima del cauce en este tramo alcanza aproximadamente a 800 m, la que en conjunto con la pendiente del lecho en el sector otorgaría capacidad para portear eficientemente los caudales en casos de crecidas. Aguas abajo, el río aumenta levemente su pendiente de fondo, lo que favorece el escurrimiento.
- Por otra parte, los taludes del río no han sido sobrepasados por los caudales en crecida, al menos en épocas modernas, ya que existen defensas fluviales en la ribera norte en el sector donde se ubica el monofill de la actual planta de tratamiento de aguas servidas El Trebal (período de retorno= 100 años).
- El segmento del río que escurre en torno al sector de interés para los fines del Proyecto, no presenta evidencias de erosión en sus riberas, situación que queda claramente establecida por el desarrollo de abundantes especies de árboles, arbustos, pastos y hierbas muy bien arraigadas a ambos flancos del cauce del río.

El río Mapocho constituye una sub-cuenca de la cuenca hidrográfica del río Maipo. Nace a partir de la confluencia del río Molina y estero Yerba Loca, en la pre cordillera andina, colectando todas las aguas de deshielos, escorrentías invernales y afluentes: río San Francisco, estero Arrayán y además del canal San Carlos que recorre la cuenca de sur a norte, vaciando sus aguas del río Maipo al río Mapocho.

En la estación fluviométrica de la Dirección General de Aguas (DGA) en La Rinconada de Maipú, se registran caudales promedio anuales de 27,5 m³/s, con un máximo de 37 m³/s en julio y un mínimo de 19,3 m³/s en abril.

5.3.1.3. Riesgo sísmico

La Norma Chilena de Diseño Sismoresistente clasifica la zona en estudio como dentro de la Zona Sísmica N° 2, es decir, con aceleración máxima basal de hasta 0,30 g.

5.3.2. Medio Biótico

La Vegetación del área de influencia pertenece a la Región del Matorral y Bosque Esclerófilo³. La sub-región donde se inserta el Proyecto corresponde a la del Matorral y del Bosque Espinoso, la que ha sido ampliamente afectada por las actividades humanas, tanto que sus formaciones vegetacionales se encuentran muy heterogéneas en su composición florística y en

² Estudio de Impacto Ambiental. Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Mapocho. Aguas Andinas. Noviembre 2007.

³ Gajardo, 1994

su estructura espacial. La forma de vida predominante es aquella con arbustos fuertemente espinosos, a menudo del tipo suculento o caducifolio de verano.

5.3.2.1. Paisaje y Estética

Para el componente Paisaje y Estética se define que el área donde está inserto el Proyecto presenta en la actualidad importantes incursiones antrópicas, las que han determinado la calidad y fragilidad del paisaje actual.

En general los patrones visuales son de valor Bajo a Medio, la Calidad Visual es significativamente Baja dado que el Proyecto se inserta en una zona de elementos y recursos visuales ausentes. En el caso de la Fragilidad Visual, los factores que pueden ser modificados o alterados no tienen gran valor visual, por lo cual se estima una Fragilidad Baja a Media. Por último, la Capacidad de Absorción Visual Media, es el resultado de la escasez de elementos que puedan ocultar la obra.

5.3.3. Recursos Arqueológicos y Patrimonio Cultural

Con respecto a los Recursos Arqueológicos y Patrimonio Cultural se ha podido acceder a una prospección hecha en la Planta El Trebal. Juntamente con estos resultados y con un análisis bibliográfico, se puede concluir que se descarta la presencia en superficie de cualquier sitio arqueológico. Tampoco evidenció otros elementos relevantes del patrimonio cultural en el área del Proyecto, incluso no se registraron hallazgos aislados.

5.3.4. Clasificación del suelo

La planta está ubicada en la comuna de Padre Hurtado, sector H-3 de la Modificación MPRMS 37. Según el PRMS (Plan Regulador Metropolitano de Santiago) del año 2006, los terrenos en que se localizará la planta de compostaje corresponden a terrenos de interés agropecuario exclusivo, por lo que se tendrá que pedir un cambio de uso.

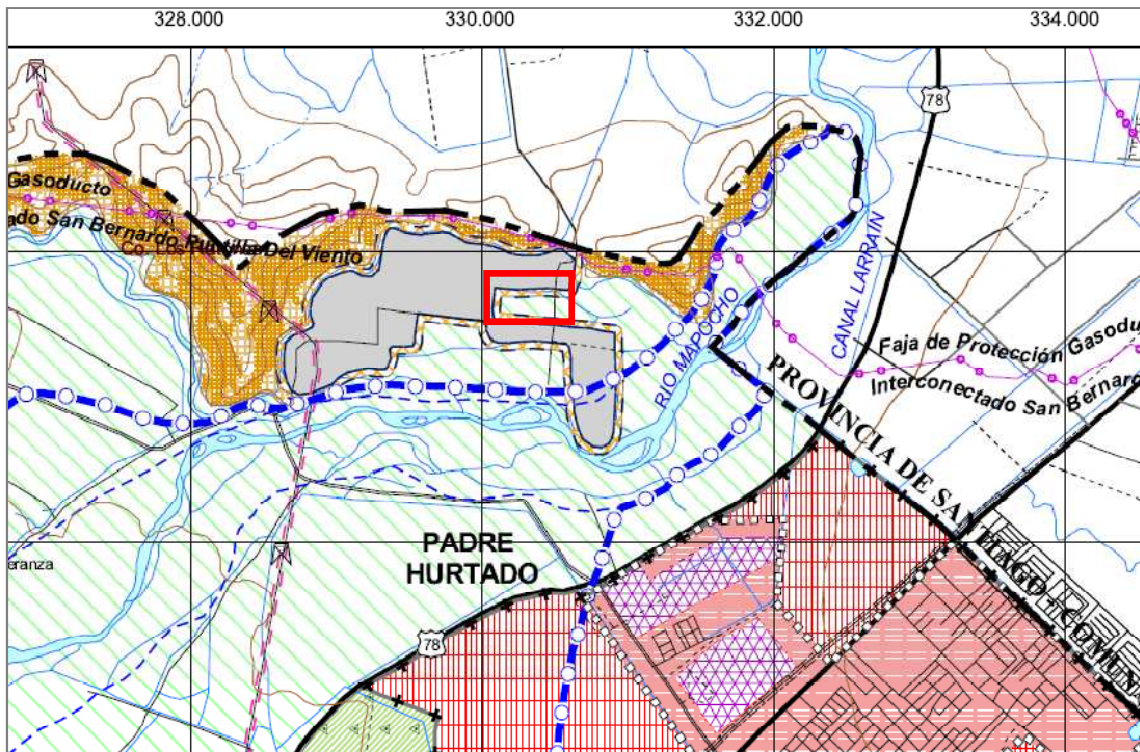


Fig 4. Usos del suelo según el PRMS del 2006.

En gris aparece la planta de tratamientos de aguas servidas de 'el Trebal'.

5.3.5. Planta de aguas servidas

La ubicación de la planta de compostaje que se está planteando en este proyecto, está al lado de la planta de aguas servidas de El Trebal.

Esto supone una gran ventaja para la planta que estamos diseñando ya que todos los lixiviados y aguas sucias generadas a la planta, y dispuestas en un depósito controlado, se podrán gestionar mediante esta planta de aguas servidas.

“El Trebal” es una planta de tratamiento moderna, gracias a la tecnología de vanguardia que incorpora. La nueva planta trata un caudal promedio de 4,4 metros cúbicos por segundo y genera un volumen total de 80 toneladas al día de lodos (con un 65% de sequedad), o lo que es lo mismo, unas 29.000 toneladas al año.

5.3.6. Distancia de los receptores más cercanos. Olores.

Respecto a la percepción de olores en el Área de Influencia Directa (AID) del proyecto y sobre la base del monitoreo que Aguas Andinas realiza actualmente en la zona, se puede señalar que los sectores potencialmente susceptibles de percibir olores del presente proyecto son los poblados de El Trebal y La Esperanza. En otros sectores del AID como por ejemplo Villa El Maitén y Lo Vial la probabilidad de detección de olores es muy baja.

Tabla 3 Entidades pobladas en el área de influencia y distancias a la planta.

Proyecto	Comuna: Área de influencia Indirecta	Entidad: Área de Influencia Directa	Distancia a la planta (Km)	Ubicación respecto la planta
Planta de compostaje	Maipú (sector La Rinconada de Maipú)	El Maitén	3,0	Noreste
		Lo Vial	2,6	Norte
	Padre Hurtado	El Trebal	0,8	Este
		La Primavera	1,5	Sur
		La Esperanza	1,8	Suroeste

De acuerdo con la dirección promedio anual del viento, principalmente en dirección Sur y Suroeste, y sus distancias respecto a la planta de compostaje proyectada, las áreas que se verán más influenciadas serán las de La Primavera y La Esperanza, de la comuna de Padre Hurtado. Por su parte el área de El Trebal también se verá bastante afectada, pero principalmente debido a su proximidad con la planta.

Debido a la proximidad de las viviendas se han tomado medidas correctoras con el fin de prevenir y minimizar el impacto odorífero de la planta de compostaje. Estas medidas se encuentran definidas en el apartado 7.9. *Medidas preventivas y correctoras* del presente documento, y se basan en la reducción de la emisión de olores mediante el confinamiento de distintas de las etapas del proceso de compostaje y el posterior tratamiento, mediante un biofiltro, de los gases recolectados en cada una de las etapas.

5.3.7. Gestores de residuos

Los gestores de residuos de la Región del Área Metropolitana de Santiago de Chile son los que aparecen a la siguiente tabla:

Tabla 4. Gestores de residuos de la Región del Área Metropolitana de Santiago de Chile y distancias respecto la planta de compostaje.

COMUNA	TRATAMIENTO	MATERIAL GESTIONADO	RAZÓN SOCIAL	DISTANCIA A LA PLANTA (km)	TIEMPO (min)
Maipú	Eliminación	RESIDUOS DOMICILIARIOS	COINCA S.A.	27,7	36
Talagante		RESIDUOS DOMICILIARIOS	SOCIEDAD AGRÍCOLA SANTA MARTA S.A.	20,8	29
Til Til		RESIDUOS DOMICILIARIOS	KDM S.A.	71,7	86
Huechuraba	Valorización	CARTÓN, PAPEL Y PRODUCTOS DEL PAPEL	RECUPAC S.A.	34,8	42
La Pintana		RESIDUOS ORGÁNICOS	FISCAL	31,1	43

MEMORIA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Lampa		SOLVENTES ORGÁNICOS	SOCIEDAD RECYCLING INSTRUMENT LIMITADA	38,4	45
Ñuñoa		METALES NO FERROSOS	QUÍMICA DEL CAMPO S.A.	26,8	37
		ZINC			
Quilicura		CARTÓN, PAPEL Y PRODUCTOS DEL PAPEL	TETRA PAK DE CHILE COMERCIAL LIMITADA	28,3	33
Renca		ACERO	GERDAU AZA S.A.	30,7	38
San Bernardo		ACEITES MINERALES Y SINTÉTICOS	CASTAÑEDA HERMANOS LIMITADA	24	29
		PLÁSTICO	INVERSIONES SAN JORGE S.A.	21,3	29
San Joaquín		CARTÓN, PAPEL Y PRODUCTOS DEL PAPEL	SOCIEDAD RECUPERADORA DE PAPEL S.A.	23,1	27
		RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS	CEMENTO POLPAICO S.A.	27,7	37
Quilicura	Incinerador	RESIDUOS BIOLÓGICOS	PROCESOS SANITARIOS S.A. GRUPO STERICYCLE	37,2	42
		RESIDUOS BIOLÓGICOS	ECO WORLD LIMITADA	37	42

En esta tabla también podemos observar las distancias y tiempos aproximados entre la planta de compostaje del presente proyecto y cada uno de los gestores de residuos.

Se puede observar que los rellenos sanitarios de COINCA S.A. y SOCIEDAD AGRÍCOLA SANTA MARTA S.A. se encuentran relativamente cerca de la planta de compostaje. También, las distintas plantas de valorización se encuentran relativamente cerca (entre 20 y 40 km), por lo que la gestión de los impropios se podrá hacer con relativa comodidad.

5.4. Situación actual

Como ya se ha mencionado el terreno donde se prevé construir la planta de compostaje tiene una superficie de 10 ha. Su uso es agrícola, por lo que se tendrá que tramitar el cambio de uso.

El terreno en cuestión es llano, con una pequeña pendiente hacia el oeste de un 0,55%. En el apartado 5.3.1. Medio Físico y 5.3.2. Medio Biótico del presente documento, se describen las características que configuran la zona y entrono donde se ubicará la planta de compostaje.

En los *Planos 2 y 3* podemos apreciar la situación actual y la proyectada de la zona donde se ubicará la Planta de Compostaje.

MEMORIA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

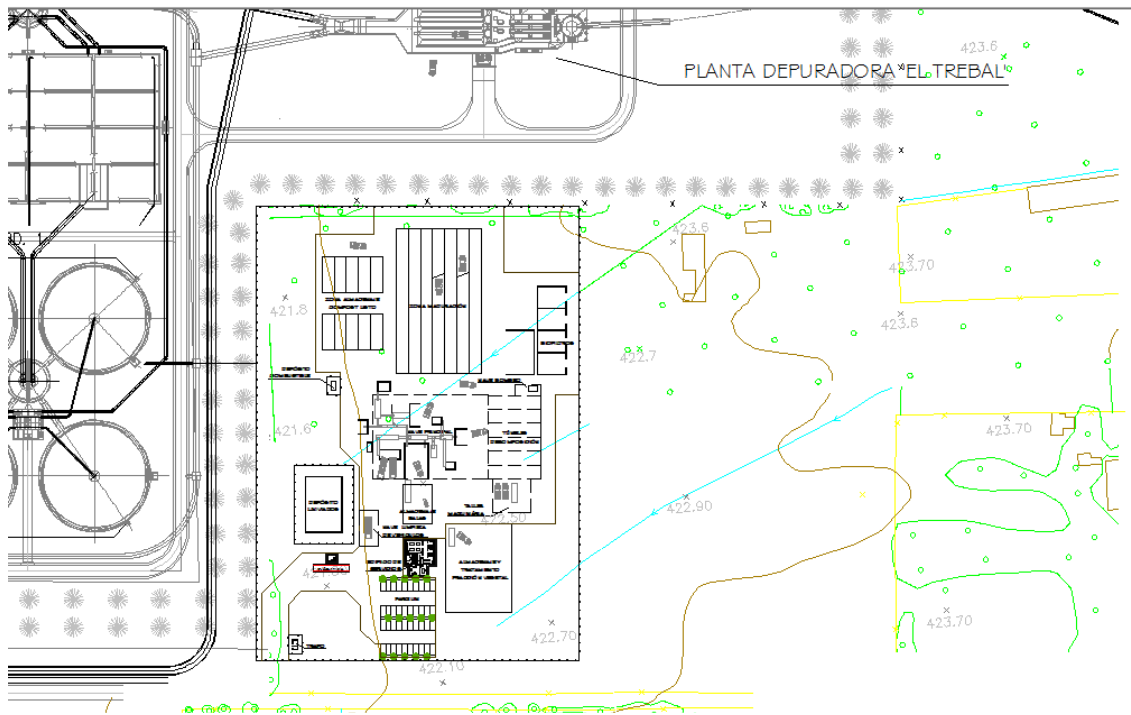


Fig 5. Situación Proyectada

6. Estudio de alternativas del proyecto

Las alternativas para este proyecto son básicamente a nivel de equipos y de proceso. Estas alternativas están expuestas y discutidas en el *Anejo 6: Selección de Alternativas*. La base para el diseño de esta planta es la de reducir la emisión de olores en la medida de lo posible, sin ello repercutir en un sobrecoste muy alto. Partiendo de esta premisa en el *Anejo 6* se exponen las tecnologías que mejor se adaptan a esta necesidad, se detallan sus ventajas e inconvenientes, y finalmente se evalúan y se escoge la mejor.

Previamente habrán sido definidas cada una de las fases del proceso en el *Anejo 5: Características del Compostaje y Etapas*, donde además se enumeran las duraciones y características relevantes a tener en cuenta para el correcto diseño de la planta de compostaje.

7. Ingeniería del proyecto

7.1. Programa Productivo

En la planta que se ha diseñado, de tamaño mediano, se prevé tratar un total de 30.000 toneladas/año de residuos urbanos domiciliarios. Las características de estos residuos son descritas en el *Anejo 2: Situación actual del reciclaje en Chile*. Las proporciones generales de estos residuos son un 48,6% de materia orgánica, 3,3% metales y un 48,1% de impropios (voluminosos, telas, papel y cartón, plásticos, vidrios y otros).

Para llevar a cabo el dimensionado de la planta se ha aplicado un factor de seguridad del 20% en cada uno de las distintas fases, el número de días trabajados al año será de 265 y se hará un turno de 8 horas al día. Con estos factores y considerando una densidad media de los residuos de $0,6 \text{ t/m}^3$, se prevé tratar un total de 113 toneladas al día, lo que representan $226 \text{ m}^3/\text{día}$.

A lo largo del proceso el residuo sufre una serie de cambios morfológicos y físicos, con entradas y salidas de materiales. La previsión de evolución del volumen del residuo respecto al volumen inicial a lo largo del proceso de compostaje se puede apreciar en la siguiente figura:

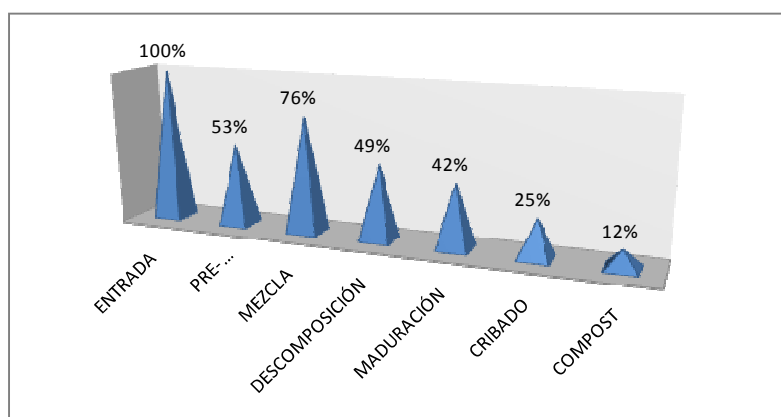


Fig 6. Evolución del porcentaje de volumen de residuo respecto del inicial.

Con un rendimiento del 12% en volumen se prevé obtener unas 3.907 toneladas/año de compost y obtener unos 17.705 toneladas/año de impropios, que tendrán que ser tratados de forma correcta. Se tendrán que incorporar también unos $15.978 \text{ m}^3/\text{año}$ de estructurante. Estos cálculos se pueden observar en el *Anejo 7: Dimensionado de la planta*.

Cabe destacar que estos cálculos son teóricos y se tendrán que reajustar una vez la planta este en funcionamiento, pudiendo reducir o aumentar su capacidad de tratamiento en función de la composición y características de los residuos a tratar.

7.2. Proceso Productivo

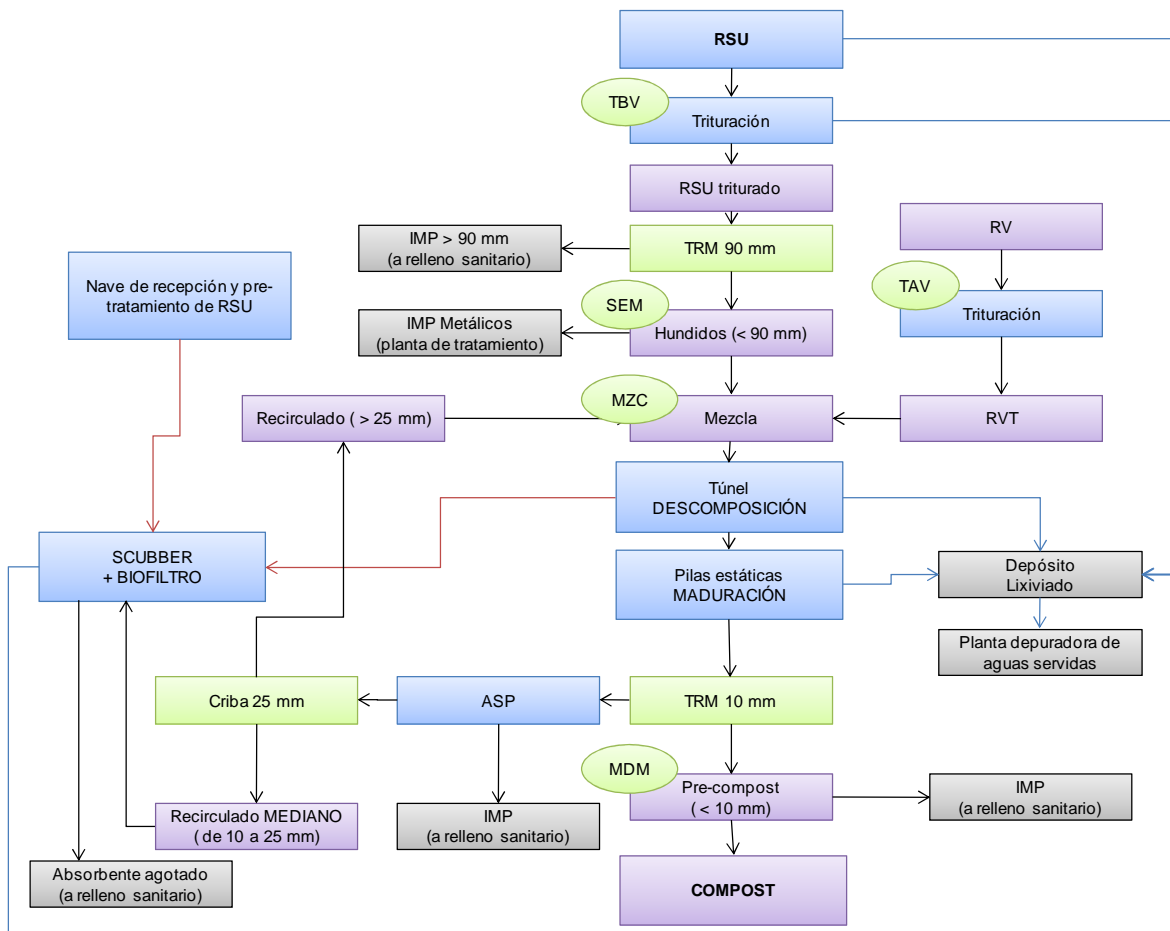
El objetivo de esta planta es el de conseguir un compost de calidad con la máxima rapidez, con un correcto control de olores. Todo ello mediante una tecnología eficaz y segura.

7.2.1. Descripción de las operaciones básicas y espacios








Las operaciones y espacios que componen el proceso de compostaje son para todas las plantas muy parecidas, la diferencia entre ellas es el momento, el modo de aplicación y la tecnología utilizada. También es importante el control de olores que uno pretende conseguir.

Las tecnologías escogidas nos permitirán obtener un compost de calidad y con un adecuado control de los olores. A la vez nos adaptarnos a las oscilaciones en la entrada de los residuos. En el *Anejo 6: Selección de Alternativas* se puede observar con detenimiento el criterio de selección de cada una de las alternativas existentes.

A continuación se presenta el diagrama de flujo para la planta de compostaje diseñada:



Abreviaturas del esquema:

ASP:	Aspiración de plásticos		Flujo de material sólido
IMP:	Impropios		Flujo de material líquido
MDM:	Mesa Densimétrica		Flujo de gases
MZC:	Mezcladora		Equipo utilizado
RSU:	Residuo Solido Urbano		Proceso o instalación.
RV:	Restos Vegetales		Productos de rechazo
RVT:	Restos Vegetales Triturados		Material obtenido
SEM:	Separadora Electromagnético		
TAV:	Trituradora Alta Velocidad		
TBV:	Trituradora Baja Velocidad		
TRM:	Trommel		

En el proceso de compostaje de la planta diseñada el residuo es recibido y almacenado temporalmente, para posteriormente pasar por el proceso de pre-tratamiento. En éste el residuo se triturará, tamizará y acondicionará mediante la adición de la fracción vegetal, con el fin de reducir sus contenidos en impropios y adecuarlo para el correcto desarrollo del compostaje. Una vez acondicionado el residuo, se iniciará la fase de descomposición en túneles de descomposición, con una duración aproximada de unas 2 semanas. Al finalizar esta fase el pre-compost será llevado a la zona de maduración donde pasará unas 4 semanas en pilas estáticas. Una vez transcurrido este periodo el pre-compost será tratado de tal forma que se le eliminen los impropios residuales y el estructurante, y se acondicionará mediante criba para obtener un producto final de calidad. El compost obtenido, finalmente será almacenado mediante pilas estáticas para un período máximo de 2 meses.

Los gases obtenidos en la fase de pre-tratamiento, descomposición y post-tratamiento, serán tratados mediante un biofiltro. Así mismo, los lixiviados y aguas sucias serán almacenadas en un depósito de lixiviados.

La planta de compostaje además de la infraestructura para la obtención del compost, tendrá una serie de elementos complementarios para el correcto funcionamiento de ésta. Estos elementos son tales como la nave de limpieza de los camiones, la nave del taller de mecánica, una báscula para el control de las entradas y salidas del producto, la zona de almacenamiento de la fracción vegetal, un depósito de combustibles para el consumo de la maquinaria, el edificio de servicios para los trabajadores de la planta, un laboratorio y una oficina, y un parquin para los trabajadores y las visitas.

A continuación se describe cada una de las etapas y elementos de la planta de compostaje diseñada:

7.2.1.1. Recepción y almacenamiento

En esta primera fase el residuo es recibido a la planta de compostaje. Con solo llegar es almacenado temporalmente para posteriormente ser manipulado con el fin de eliminar en la mayor medida de lo posible el contenido de impropios.

Al tratarse de Residuos de Alta Degradabilidad (RAD), la zona de recepción y almacenamiento tendrá que situarse en una nave cerrada y con extracción y tratamiento de gases. En esta

nave, también se ubicaran las zonas de pre-tratamiento, post-tratamiento y las entradas de los túneles de maduración, y estará pavimentada con solera de hormigón.

- **Descarga y almacenamiento temporal**

La descarga de los residuos se hará en un foso. El vaciado del foso se hará mediante un sinfín, el cual alimentará a la trituradora de la pre-mezcla.

- **Preparación de las pre-mezclas**

La preparación de la pre-mezcla la realizaremos mediante una trituradora de baja velocidad, con la que conseguiremos abrir bolsas y obtener un residuo de granulometría más homogenizada. La alimentación de la trituradora se hará mediante un transportador de banda.

- **Separación de impropios**

Para la separación de los impropios, después de que los residuos hayan sido triturados, se hará mediante un trommel con una malla de 90 mm. Este trommel también incorporará cuchillas abre bolsas para acabar de desgarrar las que no hayan sido troceadas por la trituradora.

La fracción hundida del trommel se hará pasar por un separador-electromagnético, con el que obtendremos los impropios metálicos. Este se instalará encima de la cinta por donde pasan los hundidos del trommel de 90 mm. Mediante una banda transportadora los impropios metálicos eliminados serán depositados en la zona de almacenamiento pertinente.

- **Impropios separados**

Se espera que la eliminación de los impropios en la etapa de pre-tratamiento suponga una reducción mínima del 60% de los materiales no compostables y un 30% de Materia Orgánica.

Los impropios obtenidos con el trommel serán depositados en un silo, juntamente con los impropios obtenidos en la etapa de post-tratamiento. Posteriormente serán compactados y empaquetados mediante una compactadora, con lo que conseguiremos reducir el volumen de impropios a almacenar, controlar los posibles olores que estos generen y evitar la dispersión de los impropios menos pesados.

La alimentación de la compactadora se realizará mediante pala mecánica y el apilado de las balas obtenidas se hará mediante carretilla eléctrica elevadora.

El almacenaje de las balas se prevé que no dure más de 6 días, y se hará en una superficie pavimentada al aire libre.

Por su lado, los impropios metálicos, separados mediante electromagnetismo, serán depositados en un contenedor de 24 m³ estándar. Una vez lleno será transportado mediante camión pertinente al gestor de residuos más adecuado.

7.2.1.2. Pre-tratamiento: Mezcla y/u Homogenización

Para mejorar la porosidad y/o la estructura del residuo a compostar es necesaria la mezcla de este con materiales complementarios denominados estructurantes. Estos suelen ser materiales vegetales con una proporción bastante elevada de componentes leñosos -restos de podas trinchadas, astilla, corteza, etc.- y suelen identificarse con el nombre genérico de Fracción Vegetal. Estos estructurantes son recuperados en gran parte durante la fase final de post-tratamiento, recibiendo el nombre de recirculado. El interés de su recuperación reside en la incidencia que pueda tener este material en los costes de explotación, en el volumen que sea factible recuperar y también evidentemente en la reducción de la superficie que hay que destinar a las etapas posteriores al cribado.

También tenemos que tener en cuenta el grado de humedad de los materiales o mezclas a compostar. Si este es inferior a los valores deseables para el desarrollo del proceso, se tendrá que incorporar agua. En el diseño de esta planta se han ubicado distintos puntos de agua para poder incorporar de forma manual el líquido en función de las necesidades. De todas formas este es un sistema de apoyo ya que los túneles de descomposición incorporarán un sistema de aplicación de líquidos.

- **Mezcla y homogenización**

La mezcla del hundido con el estructurante y/o recirculado se hará mediante una mezcladora-trituradora. La alimentación de la mezcladora-trituradora se hará mediante tres bandas transportadoras que aportaran el residuo proveniente del trommel, así como el estructurante nuevo y el recirculado. Tanto el estructurante como el recirculado se depositaran en tolvas alimentadas mediante pala mecánica.

- **Almacenado de pre-compost**

El almacenamiento del pre-compost, que se hará en un silo, se prevé que sea mínimo ya que será llevado directamente a los túneles de descomposición mediante pala mecánica.

7.2.1.3. Zona de almacenamiento y acondicionamiento de la FV

- **Descarga y de almacenamiento de la fracción vegetal**

El material será depositado en una playa con solera de tierra compactada, mediante pilas extendidas. El movimiento y apilamiento de la Fracción Vegetal se realizará con una pala cargadora. Los restos vegetales provendrán principalmente de la poda de los arboles de parques, jardines y entramado urbano de la Región Metropolitana.

- **Preparación de estructurante**

La preparación del estructurante, consistente en el desfibrilado de la fracción vegetal, se realizará a la misma zona destinada al almacenamiento de esta fracción vegetal mediante una trituradora/desfibriladora de restos vegetales. Esta será alimentada mediante una pala mecánica.

7.2.1.4. Etapas de descomposición

Al inicio del compostaje, en la denominada etapa de descomposición, se consumen los componentes más degradables, mientras que los biopolímeros más complejos, como la celulosa y la lignina, se transforman parcialmente de forma que se convierten en las moléculas de base para la formación de compuestos estables semejantes a las sustancias húmicas del suelo, proceso que tiene lugar durante la posterior etapa de maduración.

En esta etapa de descomposición hay una gran liberación de energía y un fuerte consumo de O₂. Al tratarse de la etapa biológicamente más activa, se tienen que controlar cuidadosamente las condiciones de trabajo para evitar temperaturas excesivas, condiciones anaerobias y pérdidas innecesarias de Nitrógeno en forma de NH₃.

La duración mínima de la etapa de descomposición será de 4 semanas, ya que se descompone un RAD no pre-estabilizado, con un control de la temperatura del proceso y recirculación de aire caliente. Aún así, diversos estudios⁴ concretan, que con una duración de 15 días en túneles, el compost ya se ha descompuesto en su mayor medida y queda bien saneado. Con la posterior etapa de maduración, será suficiente para conseguir un compost de calidad.

⁴ O. Huerta. 2008

- **Túneles de descomposición**

Para realizar un buen control de olores de esta etapa la descomposición se hará mediante reactores o túneles. Estos requieren una alta proporción de estructurante, debido que son sistemas estáticos, y la preparación previa es muy importante. No aprovechan el efecto chimenea, por lo que requieren ventilaciones forzadas.

Los reactores, son sistemas muy utilizados con los que se puede hacer un muy buen control del proceso y sobretodo de los olores. Y tiene una elevada capacidad de tratamiento. En contrapartida utiliza sistemas tecnológicos que no son sencillos y su coste, de construcción y tecnología, es elevado. Los requerimientos tecnológicos para el control de los olores son elevados.

Será necesaria la construcción de un total de 6 túneles de compostaje, 5 operativos y uno llenándose o vaciándose. En el caso de que el grado de madurez no fuera el idóneo, se dispondría de un poco más de tiempo para descomponer el pre-compost, ya que dispondremos de un túnel de más, que se estará llenando o vaciando. Otra opción sería llenar más cada uno de los túneles y así poder incrementar el tiempo de estadía.

Estos túneles serán cerrados herméticamente mediante puertas basculantes con servomotor. El acceso a estos se realizará mediante la nave principal, con el fin de evitar posibles escapes de gases odoríferos. La alimentación del pre-compost se realizará mediante pala mecánica.

- **Sistema de aplicación de líquidos**

Tal y como ya hemos comentado con anterioridad tenemos que tener en cuenta el grado de humedad de los materiales o mezclas a compostar, y corregirlo mediante la aplicación de líquido.

En los túneles de descomposición la aplicación de líquidos se hará mediante aspersores, situados al techo del túnel. Para el control de la humedad se instalará en cada túnel tres sondas de humedad, que darán una medida del valor real de la humedad en cada momento.

- **Sistema de ventilación y aspiración de gases**

La ventilación se realizará mediante solera aireada. Está estará construida mediante tubos prefabricados con agujeros que permitirán la entrada de aire y además la recogida de los lixiviados.

Serán necesarios para cada uno de los túneles dos ventiladores centrífugos, uno para la entrada del aire y el otro para el succionamiento de éste. Además se instalarán tres sondas de temperatura para medir la temperatura del compost, una sonda de temperatura para medir la temperatura de entrada de aire a túnel, una sonda de O^2 para medir el porcentaje de oxígeno de entrada y variadores de frecuencia para los ventiladores, para ajustarse a las necesidades reales del compost en todo momento.

7.2.1.5. Etapa de Maduración

A la parte final del proceso de compostaje, en la denominada etapa de maduración, mayoritariamente se generan compuestos estables, de características parecidas a las sustancias húmicas del suelo, a partir de los compuestos producidos en la anterior etapa de descomposición. En esta etapa de maduración, la descomposición de materia orgánica, aunque existe, tiene mucha menos importancia, de forma que no hay ni un elevado consumo de O^2 ni una gran liberación de energía. Por eso, la temperatura de la masa durante la etapa tendría que ir disminuyendo gradualmente hasta igualarse con la temperatura ambiente.

Debido a la menor actividad microbiana, esta etapa es mucho menos crítica que la precedente y no requiere un control tan exhaustivo de las condiciones de trabajo. Pero de todos modos, a

la práctica hay que estar atento y actuar para evitar temperaturas demasiado elevadas y la sequedad excesiva.

- **Pilas estáticas**

La maduración se hará mediante pilas estáticas. No se retirará el estructurante hasta haber finalizado el proceso de maduración, con el fin de dar más porosidad al pre-compost a madurar y así evitar el uso de volteadora, potenciadora de la generación de polvo y malos olores.

El movimiento del pre-compost se realizará mediante pala mecánica.

Esta zona estará ubicada al aire libre, con solera debidamente pavimentada en asfalto. Se harán 7 hileras, de 65 m de longitud cada una. Cuatro estarán en pleno proceso de maduración, una se mantendrá como margen de seguridad para no mezclar productos maduros con tiernos y en dos se estarán haciendo el llenado/vaciado.

El tamaño de las pilas vendrá determinado por el tamaño de la pala cargadora. Normalmente tienen una anchura de pala de unos 3 metros, por lo que se prevé formar pilas de 3 metros de ancho en su cumbre y 5,5 m en la base, con una altura de pila de 2,5 m.

- **Aplicación de líquidos**

Los líquidos serán aplicados mediante aspersión. La instalación de riego por aspersión de la etapa de maduración consistirá en 4 líneas de 8 aspersores de impacto cada una.

Este sistema será móvil, parecido a los sistemas de riego de los campos de maíz, en los que la instalación puede ser retirada en todo momento. Se ha escogido este sistema ya que debido al trabajo de las palas mecánicas, estas pueden dañar los equipos. También evitamos la construcción de una estructura exclusivamente para el sistema de riego que encarecería mucho la instalación.

7.2.1.6. Post-tratamiento

Después de la etapa de maduración se obtiene un material estabilizado que ya se puede calificar de compost, pero que no siempre posee las características adecuadas para su destino. Se denomina etapa de post-tratamiento al conjunto de operaciones que opcionalmente o necesariamente tienen que llevarse a cabo una vez finalizada la etapa de maduración con el objetivo de recuperar el estructurante, separar los impropios que el compost generado pueda contener, porque no se hayan eliminado anteriormente, mejorar las características físicas del estructurante recuperado y obtener un compost de una determinada granulometría, características físicas y químicas, y con una presentación y contenido de impropios que se ajusten a la normativa vigente en cada momento que regule el uso a que se los destina.

- **Recuperación de estructurante**

La recuperación de estructurante se realizará mediante un trommel con luz de paso de 10 mm.

La alimentación del trommel se hará mediante banda transportadora. Esta aportará el pre-compost maduro que previamente habrá sido depositado en una tolva mediante pala mecánica.

- **Eliminación de impropios del compost**

Los hundidos obtenidos en el trommel de 10 mm serán considerados como compost, y serán acondicionados mediante una mesa densimétrica, para lograr un compost con un reducido porcentaje de impropios. Esta mesa densimétrica se hará mediante una banda transportadora.

La mesa de separación densimétrica es un equipo que se utiliza para llevar a cabo una separación de partículas según su densidad. Por lo tanto, nada tiene que ver con una clasificación por tamaños.

El compost obtenido por la mesa densimétrica será dispuesto en el exterior de la nave mediante un transportador de banda que terminará en el silo de almacenaje.

Los impropios obtenidos serán dispuestos en un sistema de bandas transportadora que los llevarán al silo de almacenamiento de impropios del pre-tratamiento, donde serán compactados y embalados.

- **Acondicionamiento del estructurante**

La fracción gruesa separada mediante trommel (>10 mm), será acondicionada mediante una aspiración de plásticos y una criba de materiales gruesos (>25 mm).

La aspiración de los plásticos se realizará mediante un separador neumático. Este sistema, que elimina mediante succión las partículas menos pesadas, se instalará sobre la banda transportadora que conduce el material a la criba vibrante.

Los materiales aspirados serán depositados a la banda transportadora de los impropios obtenidos en la separación mediante la mesa densimétrica. Estos serán depositados en el silo de impropios de la línea de pre-tratamiento.

Una vez aspirados los plásticos, en el presente proyecto se prevé hacer una criba para diferenciar los recirculados grandes (>25 mm) de los recirculados medianos (de 10 a 25 mm). La fracciones serán depositadas debajo de la criba (en el caso de las partículas de entre 10 a 25 mm) y al lado de la criba (los materiales de más de 25 mm).

Los recirculados medianos se utilizarán como masa filtrante para el biofiltro. Este material orgánico y poroso retiene los componentes fétidos, que también son orgánicos, por ayuda de microorganismos que se encuentran dentro del recirculado.

Los recirculados obtenidos, los cuales se utilizarán en la fase de pre-tratamiento para dar más porosidad al residuo entrante, serán almacenados en un silo. Los recirculados medianos, destinados al biofiltro, serán almacenados temporalmente debajo de la criba, para ser transportados cuanto antes mediante pala mecánica, al respectivo silo de almacenamiento, al lado del biofiltro. Es en ellos donde tendrá su disposición final.

7.2.1.7. Almacenamiento del producto terminado

El compost, cuando salga del tratamiento de la mesa densimétrica, será almacenado temporalmente en un silo. Desde este silo, será trasladado a la zona de acopio, mediante pala mecánica.

El sistema de almacenado será mediante pilas. Se harán 10 hileras, de 16 m de longitud cada una. Siete estarán llenas, una se mantendrá como margen de seguridad para no mezclar productos viejos con tiernos y en dos se estarán haciendo el llenado/vaciado. Estas pilas, con el fin de evitar la emisión de polvo irán cubiertas con sistemas de malla rachel y humectadas mediante riego manual con manguera.

El tamaño de las pilas vendrá determinado por el tamaño de la pala cargadora. Normalmente tienen una anchura de pala de unos 3 metros, por lo que se prevé formar pilas de 3 metros de ancho en su cumbre y 5,5 m en la base, con una altura de pila de 2,5 m.

7.2.1.8. Limpieza de vehículos

Al compostar Residuos de Alta Degradabilidad, habrá que disponer de una zona pavimentada donde se pueda realizar la operación de limpieza y desinfección de vehículos, contenedores o cajas.

Esta zona será una nave independiente al resto de la instalación, dispondrá de un equipo de limpieza de agua a presión. La nave tendrá las dimensiones mínimas para que se pueda limpiar cómodamente los vehículos de transporte de los residuos.

7.2.1.9. Báscula

Se instalará una báscula puente para el pesado de los camiones en la entrada y salida de la Planta de Compostaje.

Juntamente con la báscula también se construirá una casita con el fin de controlar las entradas y salidas de materiales de la planta. En esta se realizará el pesaje de los camiones, mediante la báscula anteriormente descrita, y también se tomarán muestras del material de entrada. La información obtenida será enviada al laboratorio y las oficinas.

7.2.1.10. Servicios, oficina y laboratorio

Las instalaciones de compostaje requieren habitualmente edificaciones y equipamientos de servicio a los trabajadores (vestuarios, comedor, lavabos, etc.), así como espacios para albergar los sistemas de control del proceso, el laboratorio y las oficinas. Todos estos espacios se agruparán en un mismo edificio y que recibirá el nombre de Edificio de Servicios.

- **Edificio de servicio de los trabajadores**

En la planta se prevé que trabajen unos 20 operarios, los cuales tendrán que disponer de unas edificaciones y equipamientos de servicio. Será necesaria la construcción de unos vestuarios, comedor y lavabos para estos.

Está previsto que la mayoría de trabajadores sean hombres por lo que los vestuarios y servicios de los hombres tendrán unas dimensiones proporcionalmente mayores que los de las mujeres.

Está previsto que los trabajadores se queden a comer en la planta. Para eso, es necesario el dimensionado de un espacio destinado a comedor. Este, tendrá las funciones únicamente de comedor, por lo que no está prevista la instalación de cocina.

- **Laboratorio**

Es indispensable la disposición de un pequeño laboratorio con el utillaje que permita determinar los parámetros mínimos que requiere el control de calidad de los materiales a compostar y de los productos obtenidos. La densidad aparente y la porosidad de los residuos entrantes se obtendrán mediante la báscula.

Así mismo, con independencia que los sistemas de control de las etapas de descomposición y de maduración ya posean, el laboratorio tendrá que disponer de sondas portátiles de temperatura y de determinación de oxígeno en la atmósfera interna de los materiales.

- **Oficina**

Para la gestión de la planta y el control de los materiales, será necesaria la disposición de una oficina.

- **Aparcamiento de vehículos privados**

También se ha diseñado un aparcamiento para un total de 40 plazas, con el fin de cubrir las necesidades de los operarios de la planta más la llegada de visitas.

El tipo de aparcamiento será a 90°, desde ambos sentidos.

7.2.1.11. Nave maquinaria y taller.

Se construirá una nave para el aparcamiento de la maquinaria móvil y el taller de mantenimiento de estos.

Está previsto que la maquinaria que tendrá que ser aparcada en esta zona sea: 2 palas mecánicas y una trituradora. El taller de mantenimiento se ubicará en la misma nave de aparcamiento de maquinaria.

7.2.1.12. Almacenamiento de lixiviados

Tanto los lixiviados generados en la planta, como las aguas sucias debidas a los episodios de lluvia, serán conducidos a un depósito de recogida de estos. Serán tratadas conjuntamente.

Esto es debido a la poca pluviometría de la zona, que no hace viable la idea de aprovechar las aguas de lluvia para ser utilizadas en las fases de descomposición y maduración del proceso de compostaje.

Para el dimensionado del depósito se ha tenido el volumen mensual de lixiviados generados por el residuo más las otras operaciones de la instalación, y el volumen total de agua de lluvia.

Los muros del depósito sobresaldrán unos 100 cm, como medida de protección frente a las caídas. Aún así el acceso al perímetro de este será regulado mediante una valla de 2 metros de altura y con puerta cerrada con llave. También tendrá un par de salvavidas.

Por su parte, las aguas limpias, que son todas aquellas que no han estado en contacto directo con residuos ni con pavimentos sucios: aguas de cubiertas o de viales fuera de las zonas de trabajo, serán botadas directamente al cauce público después de ser canalizadas hasta el punto de evacuación.

7.2.1.13. Sistemas de tratamiento de gases

En la mayoría de las operaciones que configuran el compostaje se pueden emitir gases malolientes, nocivos o ambas cosas a la vez. Cuando esto suceda se tiene que disponer de sistemas para recoger y/o tratar estos gases antes de que lleguen a la nave de trabajo o a su exterior, tanto por cuestiones de seguridad, salud laboral, o medioambientales, como para evitar molestias al vecindario. El sistema escogido para el tratamiento de los gases de la planta será el de biofiltración.

- **Lavador de gases**

El aire más cargado de contaminantes (el que proviene de los túneles de descomposición) será lavado mediante vía húmeda. El lavador de gases por vía húmeda, combina la función de ventilador con la de colector de polvo.

El lavador de gases se ubicará en una nave adosada a los túneles de compostaje, donde también se ubicará el equipo de bombeo. Ésta estará construida mediante una estructura metálica y cerramiento con bloque de hormigón.

- **Biofiltro**

El filtro biológico se compone de las siguientes unidades; sistema de distribución del aire; capa activa de filtro (compost mediano + corteza de pino); sistema de humedecimiento (manual o con riego automático); y sistema de drenaje de las aguas lixiviadas del filtro biológico.

En nuestra planta el biofiltro estará compartimentado en 4 cámaras, con sistema de alimentación de gas independiente. De esta forma, si una cámara presenta problemas o se tiene que cambiar la capa filtrante, el biofiltro no tendrá que dejar de funcionar por completo. Estas cámaras estarán construidas en hormigón armado.

El aire sucio se inyectará a la capa de filtro por el suelo, mediante solera aireada. Esta estará construida mediante tubos pre-fabricados con agujeros que permitirán la entrada de aire y además la recogida de los lixiviados. El filtro biológico no debe secarse, debe tener la humedad del compost nuevamente cosechado. Esta se mantendrá mediante un sistema de aspersión instalado en la parte superior de los muros del biofiltro.

Para el lecho filtrante de los filtros biológicos se utilizará los recirculados de tamaño mediano (entre 10 y 25 mm de diámetro) mezclados con otros materiales como corteza de pino, fracciones vegetales, etc.

Para el almacenado de este soporte biológico será necesaria la construcción de un silo con capacidad para cubrir la demanda de material en el momento del cambio de este en el biofiltro.

- **Especificaciones del sistema tratamiento de gases**

El sistema de desodorización del aire de extracción de la instalación estará compuesto por cuatro ventiladores, dos ventilando y dos aspirando en el interior de la nave y 6 ventiladores de, controlados por variadores de frecuencia, aspirando el aire del interior de los túneles.

El aire aspirado por los ventiladores de la nave será enviado directamente al biofiltro, debido a su bajo contenido en contaminantes. Por su parte, el aire proveniente de los túneles de descomposición será tratado previamente por el lavador de gases para posteriormente ser enviado también al biofiltro.

7.2.1.14. Zona depósitos de combustibles líquidos

Para abastecer las necesidades de la maquinaria de la planta se ha considerado la instalación de un depósito de combustibles. Este se ha dimensionado para contener el consumo mensual de gasoil en la planta. El recinto de depósito será vallado con una valla de 2 metros de altura y con puerta cerrada con llave.

7.2.1.15. Zona perimetral

Existirá una valla perimetral que recorrerá toda la instalación. Esta valla tendrá una altura mínima de 2 m y tendrá la finalidad de evitar la entrada no controlada de personas y animales, facilitar el control de entradas y salidas de material y evitar la entrada de vehículos fuera de horas de trabajo.

También se hará una plantación de árboles a lo largo del perímetro, para conseguir mitigar los posibles impactos visuales y de ruido una vez la planta este en funcionamiento.

7.3. Satisfacción de las necesidades

Con esta planta de compostaje se pretende reducir el porcentaje de residuos que se destinan a los rellenos sanitarios. Se trata de la primera planta del país que compostará residuos sólidos domiciliarios.

La planta tratará los desechos domiciliarios del área metropolitana de Chile, que están compuestos principalmente por materia orgánica (48,60%), plásticos (11,10%) y papeles y

cartones (10,30%). Debido al alto contenido de materia orgánica, la basura tiene un elevado contenido de humedad (entre 40% y un 60%) y un bajo poder calorífico (menos de 1.000 Kcal/Kg de basura), lo que hace poco factible el desarrollo de otras técnicas de eliminación de los desechos (como la incineración o la pirolisis), pero muy apto para el compostaje.

Actualmente se efectúa el compostaje de unas 29.000 toneladas (el 0,47% del total del año 2009). Este proviene básicamente de desechos de jardín e industrias.

Este proyecto nace del objetivo que se ha marcado el gobierno de Chile de reducir la cantidad de residuos que se destinan a rellenos sanitarios y que para el año 2009 suponían 98,72% de un total de 6.184.000 toneladas. Para ese año sólo se destinaba un 0,91% a la recuperación y un 0,37% a tratamiento.

En el año 2009 se generaron 3.008.000 toneladas de residuos orgánicos. Se recolectaron para su reciclaje unas 297.000 toneladas, lo que significa que para el área metropolitana de Santiago de Chile se podría estar valorizando un 9,87% enfrente del 0,47% actual. Con este proyecto se pretende duplicar el porcentaje de valorización de los residuos domiciliarios, ya que se pretende tratar unas 30.000 toneladas al año, dato que iguala las toneladas destinadas actualmente al compostaje.

El compost que se obtenga deberá cumplir con la norma pertinente, la NCh2880.Of2004: "Compost – Clasificación y requisitos", que nos clasifica el compost y establece una serie de requisitos de calidad del compost para uso agrícola. Esta Norma también especifica los distintos métodos analíticos para la determinación de cada una de las características que a continuación serán descritas.

7.4. Ingeniería de las Obras

Tal y como se ha descrito serán necesarias una serie de infraestructuras para el correcto funcionamiento de la planta. A continuación se detallarán cada una de ellas.

7.4.1. Nave principal

En ésta nave se ubicarán las fases de recepción, tratamiento y acondicionamiento del residuo, así como la fase de post-tratamiento del compost. Para ello tendrá que tener una altura mínima de 8 m y de 9 m en la cumbre. Sus dimensiones serán 52,2 m de largo y 40,1 m de ancho, con una superficie total de 2.093,22 m². Los cerramientos se realizarán mediante bloque de hormigón y el techo será de plancha metálica con una pendiente del 5%. La estructura será metálica fabricada en acero A42-27ES, con biga en celosía a dos aguas y 10 pórticos separados 5,80 m cada uno.

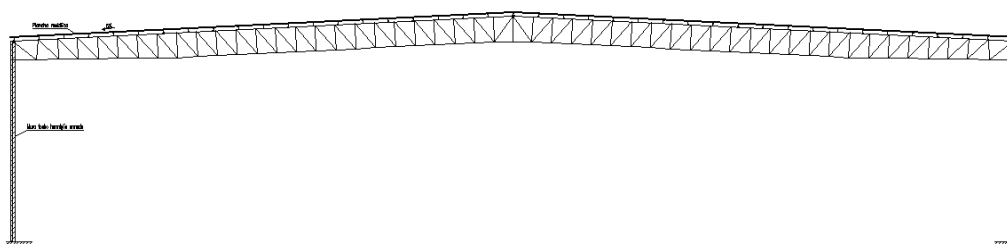


Fig 7. Pórtico Nave Principal

Tendrá 4 puertas de acceso para la maquinaria en su cara sud y 3 en el lado norte. Estas puertas basculantes tendrán unas dimensiones de 5x5 m, las mismas dimensiones que las 6 de los túneles de descomposición, que se encuentran en la cara este de la nave. En la cara oeste habrá una puerta de evacuación del personal.

Las cimentaciones se harán con hormigón armado utilizando acero A63-42H y hormigón H25, y la solera será de hormigón, tal y como se describe en el apartado 7.6.1. *Pavimentaciones* del presente documento.

En el *Anejo 9: Cálculos Constructivos Nave Principal*, se exponen los cálculos efectuados para el diseño de la nave y la referencia a sus detalles constructivos. En el *Plano 4* se aprecia su ubicación.

7.4.2. Túneles descomposición

Los túneles de descomposición se han diseñado de tal forma que puedan compostar el volumen generado durante dos días, teniendo en cuenta que la duración de esta fase será de 2 semanas y la previsión de volumen generado semanalmente de pre-compost es de 875,7 m³.

Para ello será necesaria la construcción de un total de 6 túneles de compostaje, 5 operativos y uno llenándose o vaciándose. Cada uno tendrá una capacidad de 420,34 m³, con una longitud de 24 m. los túneles tendrán unas dimensiones de 6 m de ancho por 3 de alto (más 2 para poder apilar cómodamente el material, o si fuera necesario, aumentar la capacidad del túnel). Los cálculos se han efectuado aplicando un factor de mayoración del 20%.

Se construirán con una estructura metálica, fabricada en acero A42-27ES, y 6 pórticos separados 5,00 m cada uno. Serán pórticos rígidos de una sola agua pegados entres si, formando cubiertas a dos aguas. Tendrán una altura de 5,5 de en un lado y 5,8 en el otro. En los *Planos 20* se puede apreciar su geometría y características.

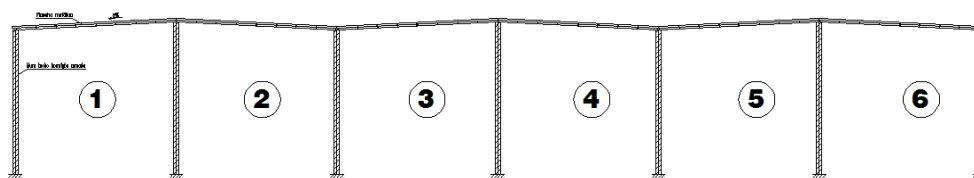


Fig 8. Pórticos Túneles Descomposición

La superficie total que ocuparan será de 918,54 m², con una longitud total de 37,80 metros.

Los cerramientos se realizaran mediante bloque de hormigón y el techo será de plancha metálica con una pendiente del 5%. La estructura será metálica fabricada en acero A42-27ES, con biga en celosía y 10 pórticos separados 5,80 m cada uno.

Cada uno de ellos tendrá una puerta de 5x5 m, que comunicará con la nave principal.

Las cimentaciones se harán con hormigón armado utilizando acero A63-42H y hormigón H25, y la solera será de hormigón con tubos pre-fabricados con agujeros que permitirán la entrada de aire y además la recogida de los lixiviados de los túneles, tal y como se describe en el apartado 7.6.1. *Pavimentaciones* del presente documento.

En el *Anejo 10: Cálculos Constructivos Túneles de Descomposición*, se exponen los cálculos efectuados para el diseño de la estructura y la referencia a sus detalles constructivos. En el *Plano 4* se aprecia su ubicación.

7.4.3. Nave limpieza

Esta nave se ha diseñado teniendo en cuenta las dimensiones de un camión de recogida de basura grande, concretamente del modelo CROSS 25 de la casa Ros Roca (9,8 m de largo x 2,5 m de ancho) y dejando una anchura de vial de unos 3 metros en cada lado. Las dimensiones de la nave serán de 8,5 m de ancho por 16 m de largo, y 5 m de alto en su punto más bajo (la altura de camión (3,5 m) más 1,5 metros).

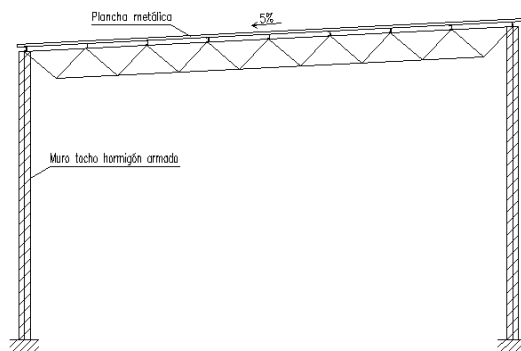


Fig 9. Pórtico Nave Limpieza

Los cerramientos se realizarán mediante bloque de hormigón y el techo será de plancha metálica con una pendiente del 5%. La estructura será metálica fabricada en acero A42-27ES, con biga en celosía a una agua y 5 pórticos separados 4,00 m cada uno.

Tendrá 2 puertas de acceso para la maquinaria, una en su cara su y la otra en la cara norte, con unas dimensiones de 5x5 m.

Las cimentaciones se harán con hormigón armado utilizando acero A63-42H y hormigón H25, y la solera será de hormigón, tal y como se describe en el apartado 7.6.1. *Pavimentaciones* del presente documento.

En el *Anejo 12: Cálculos Constructivos Nave Limpieza*, se exponen los cálculos efectuados para el diseño de la nave y la referencia a sus detalles constructivos. En el *Plano 4* se aprecia su ubicación.

7.4.4. Nave taller

La nave del taller se ha dimensionado para cumplir las necesidades del taller de mantenimiento y del aparcamiento de algunas de las maquinarias móviles. Se ha previsto que la maquinaria a aparcar en esta zona sean 2 palas mecánicas y una trituradora. El taller de mantenimiento se situará en la misma nave de aparcamiento de maquinaria.

La superficie necesaria total será de unos 256,87 m², con unas dimensiones de 17,00 m de largo por 15,11 m de ancho. La altura mínima será de 5,5 y el techo será de plancha metálica con una pendiente del 8%. La estructura será metálica fabricada en acero A42-27ES, con biga en celosía a un agua y 4 pórticos separados 5,67 m cada uno.

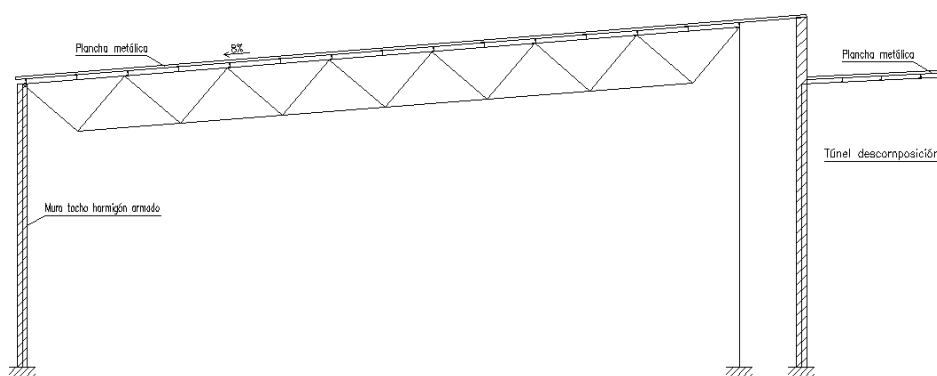


Fig 10. Pórtico Nave Taller

Tendrá 1 puerta de acceso para la maquinaria en su cara sud con unas dimensiones de 5x5 m.

Las cimentaciones se harán con hormigón armado utilizando acero A63-42H y hormigón H25, y la solera será de hormigón, tal y como se describe en el apartado 7.6.1. *Pavimentaciones* del presente documento. En el *Anejo 11: Cálculos Constructivos Nave Taller*, se exponen los cálculos efectuados para el diseño de la nave y la referencia a sus detalles constructivos. En el *Plano 4* se aprecia su ubicación.

7.4.5. Nave bombeo

En ésta nave se ubicará el lavador de gases y el equipo de bombeo. Estará adosada a los túneles de compostaje y sus dimensiones serán de 12 m de largo por 5 m de ancho, y 3 metros de alto en su punto más bajo. El techo será de plancha metálica con una pendiente del 5%.

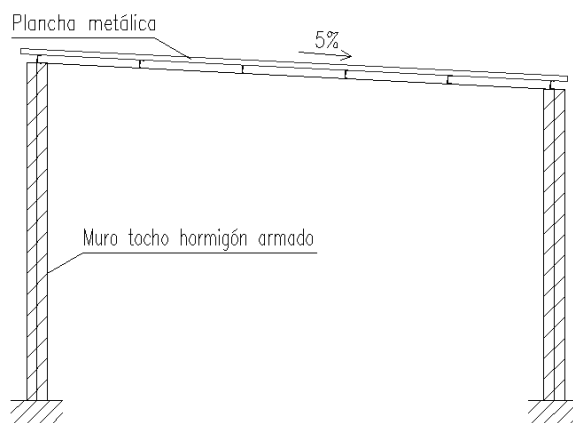


Fig 11. Pórtico Nave Bombeo

La estructura será metálica fabricada en acero A42-27ES, con pórtico rígido a una agua y 4 pórticos separados 4,00 m cada uno.

Tendrá 1 puerta de acceso al personal en su cara este con unas dimensiones de 2,3 x 0,9 m.

Las cimentaciones se harán con hormigón armado utilizando acero A63-42H y hormigón H25, y la solera será de hormigón, tal y como se describe en el apartado 7.6.1. *Pavimentaciones* del presente documento. En el *Anejo 13: Cálculos Constructivos Nave Bombeo*, se exponen los

cálculos efectuados para el diseño de la nave y la referencia a sus detalles constructivos. En el *Plano 4* se aprecia su ubicación.

7.4.6. Edificio servicios

El edificio de servicios consta de los vestuarios, comedor y lavabos para los trabajadores, y también con el laboratorio y la oficina necesarios para el buen funcionamiento de la planta.

Está previsto que en la planta trabajen 20 operarios que tendrán que tener acceso a unos vestuarios, comedor y lavabos. Está previsto que la mayoría de trabajadores sean hombres, por lo que, proporcionalmente estos serán más grandes. Los espacios que a continuación se describirán cumplen con el Decreto Supremo n° 594, que aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo

Los vestuarios de los hombres tendrán unas dimensiones de 6,20 m por 5,00 m y los de las mujeres 6,20 m por 2,50 m. Los servicios de hombre y mujeres tendrán unas dimensiones totales de 3,40 m por 2,55 m.

Las dimensiones del comedor serán de 7,35 metros por 5,30, lo que supone una superficie total de 38,59 m². Las dimensiones del laboratorio serán de 5 metros de largo por 4,26, con una superficie total de 21,3 m² y la oficina tendrá una superficie de 15 m² (5,0 m * 3,0 m).

Los espacios anteriormente descritos se agruparan en un mismo edificio, con una superficie total de 177,42 m² y una altura mínima de 3 m. El edificio tendrá forma de 'T' con una entrada destinada a los servicios, vestuarios y comedor, que conformaran un cuadrado con una superficie de 137,51 m². Sus dimensiones serán de 12,5 m de largo por 10,8 m de ancho. La parte más estrecha del edificio es donde se ubicaran la oficina y el laboratorio, con entradas independientes al anterior espacio descrito y también entre sí. Este espacio tendrá unas dimensiones de 7,75 m de largo por 5,15 m de ancho, lo que supone una superficie total de 39,91 m².

La estructura será metálica fabricada en acero A42-27ES, con pórticos rígidos a dos aguas. Se diferenciarán dos estructuras, una con una luz total de 7,60 metros y tres pórticos para la zona del comedor, vestuarios y servicios, y la otra con una luz de 5,20 metros y dos pórticos, para la oficina y el laboratorio.

El techo será de plancha metálica con una pendiente del 5% y dispondrá de un doble techo del tipo pladur^R, con una capa de aislamiento térmico.

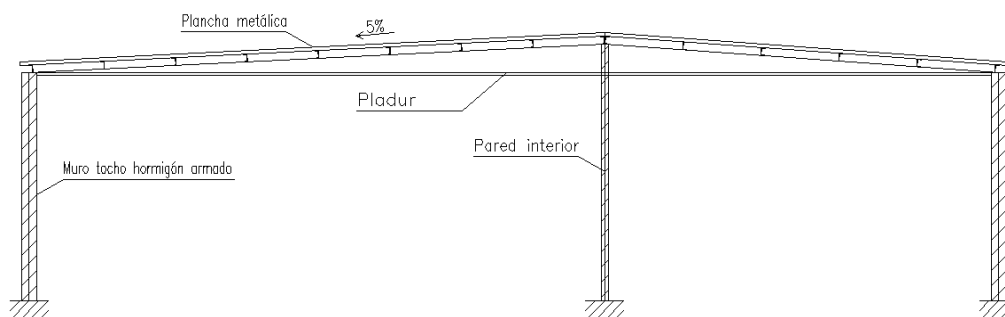


Fig 12. Pórtico de la zona del Comedor, Vestuarios y Servicios del Edificio de Servicios

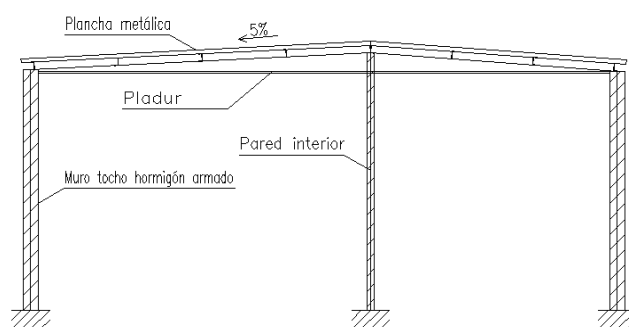


Fig 13. Pórtico de la zona del Laboratorio y Oficina del Edificio de Servicios

Las cimentaciones se harán con hormigón armado utilizando acero A63-42H y hormigón H25, y la solera será pavimentada con gres, tal y como se describe en el apartado 7.6.1. *Pavimentaciones* del presente documento.

En el *Anejo 14: Cálculos Constructivos Edificio de Servicios*, se exponen los cálculos efectuados para el diseño de la estructura y la referencia a sus detalles constructivos. En el *Plano 4* se aprecia su ubicación y en los *Planos 24* su geometría y características constructivas.

7.4.7. Casita Báscula

Este edificio tendrá unas dimensiones de 3,90 metros de largo por 2,25 metros de ancho, con una altura mínima de 2,7 metros. El techo de una sola agua será de chapa y tendrá un pendiente del 5%.

La estructura será de bloque de hormigón con forjado y relleno de hormigón. En el *Plano 4* se puede apreciar la ubicación y disposición de este edificio, y de la báscula.

7.4.8. Biofiltro

El biofiltro se ha diseñado siguiendo las especificaciones de la casa comercial Ros Roca, y que establece que los requerimientos de superficie de un biofiltro vienen definidos por la siguiente relación: $150 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$. Así, teniendo en cuenta que el flujo de aire previsto será de $72.862 \text{ m}^3/\text{día}$ de los túneles de descomposición y de $1.719.567 \text{ m}^3/\text{día}$ de la nave de pre-tratamiento, la superficie total necesaria de biofiltro será de $497,92 \text{ m}^2$. De esa forma conseguiremos unos tiempos de retención o residencia de los gases de 30 segundos (máximo), con unas velocidades de avance del aire de $0,041 \text{ m/s}$.

El lecho filtrante tendrá una espesor de 1,25 metros, y el material utilizado serán los recirculados de tamaño mediano (entre 10 y 25 mm de diámetro), que se prevé asciendan un total de $1.479,95 \text{ m}^3/\text{año}$. El material que falte serán restos vegetales o corteza de pino.

Con una altura total de 2 metros, y unas dimensiones de 13 metros de ancho por 40 metros de largo, estará dividido en 4 cámaras, con sistema de alimentación de gas independiente. De esta forma, si una cámara presenta problemas o se tiene que cambiar la capa filtrante, el biofiltro no tendrá que dejar de funcionar por completo. Cada una de las cámaras dispondrá de una puerta metálica de 4 metros de ancho, para poder entrar con la pala mecánica y cambiar el medio filtrante.

Los muros tendrán un espesor de 30 cm y una altura de 2 metros. La zapata tendrá un canto de 40 cm, unos vuelos de intradós y trasdós de 40/40 cm y con una capa de hormigón de

limpieza de 10 cm. Como ya se ha dicho, el lecho filtrante tendrá una altura máxima de 1,5 metros.

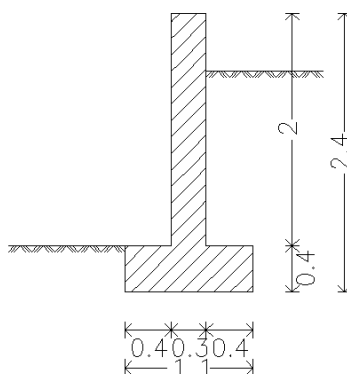


Fig 14. Geometría Muro Biofiltro

Los muros y las cimentaciones se harán con hormigón armado utilizando acero A63-42H y hormigón H25. La inyección del aire sucio se realizará por el suelo mediante solera aireada. Esta estará construida mediante tubos pre-fabricados con agujeros que permitirán la entrada de aire y además la recogida de los lixiviados, tal y como se describe en el apartado 7.6.1. *Pavimentaciones* del presente documento.

En el *Anejo 16: Cálculos Constructivos Biofiltro*, se exponen los cálculos efectuados para el diseño de la estructura y la referencia a sus detalles constructivos. En el *Plano 4* se aprecia su ubicación y en los *Planos 28* su geometría y características constructivas.

7.4.9. Depósito

El depósito tendrá que tener capacidad para almacenar el lixiviado generado por la masa de residuo, excluyendo el estructurante, presente a en las etapas de descomposición y de maduración, así como los generados por el lavador de gases, la limpieza de vehículos, la limpieza de la nave y los originados en el edificio de servicios. También el agua de lluvia escurrida de las superficies de la planta y que están en contacto directo (considerados lixiviados) o indirecto (aguas pluviales sucias), con el residuo, pre-compost o compost.

Se estima que para un mes en el que haya episodios de lluvia el volumen esperado será de unos 931,41 m³ (en el *Anejo 7: Dimensionado de la Planta* se exponen los cálculos). En la siguiente tabla se puede apreciar resumidamente el origen del volumen anteriormente citado:

Tabla 5. Generación de lixiviados y aguas sucias esperados en un mes.

Lixiviados generados por el residuo		
Volumen lixiviado descomposición	14,42	m ³ /mes
Volumen lixiviado maduración	8,65	m ³ /mes
Lixiviados generados por equipos y servicios		
Lavador gases	2,87	m ³ /mes
Limpieza vehículos	165,63	m ³ /mes
Limpieza nave	71,55	m ³ /mes
Servicios y laboratorio	184,44	m ³ /mes
Operaciones y superficies (Lluvia)		
Fracción vegetal	40,23	m ³ /mes

Etapa de maduración	150,03 m ³ /mes
Almacenamiento compost	70,58 m ³ /mes
Almacenaje balas impropios	9,29 m ³ /mes
Biofiltro	19,92 m ³ /mes
Viales sucios	193,80 m ³ /mes
Total	931,41 m³/mes

Para el dimensionado del depósito se ha tomado el valor de 1.000 m³ de líquido. El depósito tendrá una profundidad de 4 metros desde el nivel del suelo, éste tendrá unas dimensiones de 25 metros de largo por 16 de ancho. La previsión de llenado será mensual en épocas de lluvia, y cada 2 meses en épocas de sequía.

Los muros del depósito sobre saldrán unos 100 cm, como medida de protección frente a las caídas. Aún así el acceso al perímetro de este será regulado mediante una valla de 2 metros de altura y con puerta cerrada con llave. También tendrá un par de salvavidas.

Los muros tendrán un espesor de 35 cm y una altura de 4,50 metros. La zapata tendrá un canto de 45 cm, unos vuelos de intradós y trasdós de 50/135 cm y con una capa de hormigón de limpieza de 10 cm. Como ya se ha dicho el muro sobresaldrá del terreno 1 metro, el resto, 3,5, irá por debajo de la rasante.

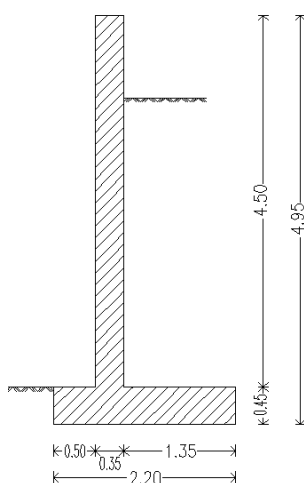


Fig 15. Geometría Muro Depósito

Los muros y las cimentaciones se harán con hormigón armado utilizando acero A63-42H y hormigón H25.

En el *Anejo 15: Cálculos Constructivos Depósito*, se exponen los cálculos efectuados para el diseño de la estructura y la referencia a sus detalles constructivos. En el *Plano 4* se aprecia su ubicación y en el *Plano 25* su geometría y características constructivas.

7.4.10. Silos

En la planta de compostaje habrá un total de 5 silos de planta rectangular ubicados en las distintas zonas de la planta. En la siguiente tabla se resumen sus dimensiones:

Descripción	Altura (m)	Largo (m)	Ancho (m)
Silo impropios	3	16	11
Silo almacenaje pre-compost	3	7,6	5,3
Silo material biofiltro	3	8,3	3,3
Silo recirculado	3	10	5
Silo compost	3	6,6	4,3
Silo alm. mat. biofiltro	3	12,8	20,3

Todos ellos tendrán un espesor de 30 cm y una altura de 3,00 metros. Las zapatas tendrán un canto de 40 cm, unos vuelos de intradós y trasdós de 70/75 cm y con una capa de hormigón de limpieza de 10 cm. En todos ellos se apilará material hasta una altura de 2,5 metros, dejando un margen de seguridad de 0,5 metros.

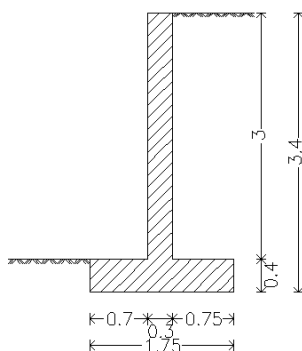


Fig 16. Geometría Muro Silos

Los muros y las cimentaciones se harán con hormigón armado utilizando acero A63-42H y hormigón H25.

En el *Anejo 17: Cálculos Constructivos Silos*, se exponen los cálculos efectuados para el diseño de las estructuras y la referencia a sus detalles constructivos. En el *Plano 4* se aprecia sus ubicaciones y en el *Plano 27* sus geometrías y características constructivas.

7.4.10.1. Silo impropios

Los impropios obtenidos con el trommel serán depositados en un silo (16.351 t/año), juntamente con los impropios obtenidos en la etapa de post-tratamiento (6.962 t/año). Considerando una densidad de 0,4 t/m³, y previniendo que los residuos serán compactados, como máximo 2 días después del procesado, la superficie necesaria para éste silo será de unos 175,68 m², con una capacidad de almacenaje de 439,20 m³. Este silo se ubicará en el interior de la nave, para evitar la emisión de males olores. La altura de las paredes será de 3 metros, y 16 m por 12 m de largo y ancho respectivamente.

7.4.10.2. Silo almacenaje pre-compost

El almacenamiento del pre-compost se prevé que sea mínimo. Aún así se ha dimensionado un silo con capacidad de almacenamiento del 50% de la producción diaria. Con una altura de 3,00 metros, por 7,00 metros de largo y 5 de ancho, tendrá una capacidad de almacenamiento de 85,92 m³ de pre-compost.

7.4.10.3. Silo recirculado

La previsión es la de obtener 5.919,79 m³/año de recirculado (con tamaño superior a 25 mm), que será almacenado en el silo de recirculados durante un período máximo de 4 días. El volumen de almacenamiento será de 89,4 m³, con unas paredes de 3 m de alto, una longitud de 10 metros y 4,5 metros de ancho.

7.4.10.4. Silo material biofiltro

Los recirculados medianos (1.479,95 m³/año) destinados al biofiltro, serán almacenados temporalmente debajo de la criba, para ser transportados cuanto antes mediante pala mecánica, al respectivo silo de almacenamiento. El silo tendrá una altura de 3,00 metros, por 8,3 metros de largo y 3,3 de ancho.

7.4.10.5. Silo compost

El compost, cuando salga del tratamiento de la mesa densimétrica, será almacenado temporalmente en un silo con una capacidad de 53,61 m³. Las dimensiones de este silo son 6,0 m x 4,0 m x 3,0 m (largo x ancho x alto).

7.4.10.6. Silo almacenamiento material biofiltro

Para el almacenado del soporte biológico del biofiltro, será necesaria la construcción de un silo con capacidad para cubrir la demanda de material en el momento del cambio del lecho filtrante del biofiltro. Teniendo en cuenta que la anchura de la capa activa será de 1,25 m y la superficie del biofiltro de 497,92 m², serán necesarios 622,40 m³ de material para cambiar el lecho del biofiltro. Con una altura de paredes de 3,0 m, el silo tendrá unas dimensiones de 20 metros de largo por 12,8 metros de ancho.

7.4.11. Foso

Para el diseño del foso de planta rectangular de recepción de los residuos, se ha considerado que el foso tendrá que ser dimensionado para contener el 50% de los residuos a tratar diariamente (de esta forma el almacenamiento nunca sobrepasará las 24 horas).

El foso se ubicará dentro de la nave, y tendrá una superficie de 4,6 x 9,6 m, o sea de 44,16 m². El volumen de este foso permitirá albergar unos 113,21 m³ de residuo. Tendrá una profundidad de unos 3 metros (dos por debajo del nivel del suelo) y la descarga del residuo se realizará desde una plataforma con una altura de un metro por sobre el nivel del suelo. Se accederá mediante una rampa, para salvar el desnivel.

Tendrán un espesor de 30 cm y una altura de 3,00 metros. Las zapatas tendrán un canto de 40 cm, unos vuelos de intradós y trasdós de 50/100 cm y con una capa de hormigón de limpieza de 10 cm.

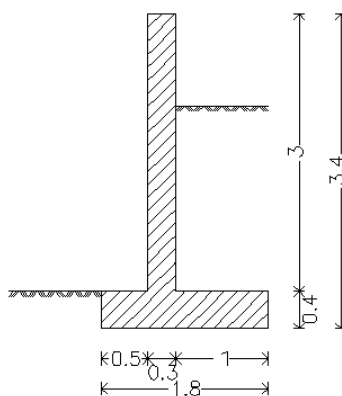


Fig 17. Geometría Muro Foso

Los muros y las cimentaciones se harán con hormigón armado utilizando acero A63-42H y hormigón H25.

En el *Anejo 18: Cálculos Constructivos Foso*, se exponen los cálculos efectuados para el diseño de la estructura y la referencia a sus detalles constructivos. En el *Plano 4* se aprecia su ubicación y en los *Planos 26* su geometría y características constructivas.

7.5. Ingeniería de las Instalaciones

7.5.1. Instalación eléctrica

La instalación eléctrica está diseñada para proporcionar a la planta de compostaje la potencia necesaria para su funcionamiento. Esta potencia es la suma de las potencias demandadas por los receptores de luz y fuerza (maquinaria, enchufes y aparatos instalados). En el *Anejo 25: Criterios de Diseño de la Instalación Eléctrica* del presente proyecto, se definen los criterios de diseño y procedimientos que se deben aplicar en el proyecto eléctrico de baja tensión.

La potencia total de diseño será de 1.154,91kW, dividida en dos cuadros generales de protección de 522,52kW (CGP1) y 632,38 Kw (CGP2) y que se ubicaran en una casita independiente, adosada a la nave principal construida con bloques de hormigón y con unas dimensiones de 4,30x2,40x3,00 m.

El CGP1 alimentará a los subcuadros de las líneas de Pre-tratamiento (426,35 kW), Alumbrado Nave (0,20 kW), Nave bombeo (27,31 kW) y Biofiltro (3,20 kW).

El CGP2 alimentará a los subcuadros de las líneas de Post-tratamiento (94,09 kW), Descomposición (226,43 kW), Nave Taller (17,64 kW), Alumbrado exterior 1 (8,93 kW), Nave Limpieza (10,43 kW), Alumbrado exterior 2 (6,62 kW), Casita Báscula (0,56 kW), Edificio Servicios (18,80 kW), Servicios (5,20 kW) y Laboratorio y Oficina (1,39 kW).

La toma de tierra de cada uno de los Cuadros Generales de Protección se hará mediante 30 metros de conductor de cobre desnudo de 35 mm² y 3 picas de 2 metros de largo y 14 mm de diámetro de acero recubierto en cobre.

Será necesaria una subestación con una potencia de 1.250 kVA, diseñada y montada por la compañía suministradora de electricidad (Chilectra S.A.). Esta subestación se ubicará en la entrada de la planta, delimitada por una valla de dos metros de alto.

En el *Anejo 26: Cálculos Eléctricos* del presente proyecto encontramos el dimensionado de la instalación eléctrica, con las potencias de cada uno de los cuadros generales desglosados, así

como las características y dimensionado de cada una de las líneas eléctricas que configuran la instalación eléctrica de la planta de compostaje. Así mismo en el *Anejo 25: Criterios de Diseño de la Instalación Eléctrica*, se establecen los criterios de diseño y procedimientos que se deben aplicar en el proyecto eléctrico de baja tensión de los sistemas de no proceso: alumbrado interior y exterior, mallas de tierra, canalizaciones de fuerza, y de los sistemas de proceso, canalizaciones enterradas y mallas de tierra. En los *Planos 17* podemos apreciar la distribución y ubicación de cada uno de los elementos de la instalación eléctrica.

7.5.2. Iluminación

El dimensionado y cálculo de la iluminación se presenta en el *Anejo 24: Cálculos Iluminación*. Para el diseño e instalación de la iluminación se han seguido los criterios de la Norma NCh Elec. 4/2003 Electricidad. Instalaciones de consumo en baja tensión. En la siguiente tabla se presentan los requerimientos lumínicos de las distintas zonas de la planta:

Tabla 6. Requerimientos lumínicos de las distintas zonas.

Zona	Lux requeridos
Nave principal	300
Nave limpieza	300
Nave mecánica	300
Nave bombeo	300
Casita báscula	400
Oficina	400
Laboratorio	700
Vestuarios Hombres	100
Vestuarios Mujeres	100
WC hombres	100
WC mujeres	100
Comedor	150
Pasillo	50

La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible y adecuada a las exigencias visuales de la tarea, evitando variaciones bruscas de luminancia o deslumbramientos producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de operación.

7.5.2.1. Alumbrado naves

La iluminación de las naves se realizará mediante proyectores Clase I, fabricados en aluminio de 1,5 mm. de espesor, con reflector óptico cercado IP54 y equipados con lámparas de halogenuros metálicos elipsoidales de 400 W, proporcionando una luminaria media de 500 lux. Su distribución se puede ver en los *Planos 17.5 y 17.6* del documento planos.

7.5.2.2. Alumbrado edificio de servicios

La iluminación de la oficina, laboratorio y comedor se realizará mediante una luminaria básica sin difusor de 36W con lámparas fluorescentes, y la de los vestuarios y servicios mediante downlights en forma de ojo de buey con lámpara fluorescente compacta doble de 26W en montaje empotrado, e IP 54. Su distribución se puede ver al *Plano 17.4* del documento planos.

7.5.2.3. Alumbrado zonas exteriores

Se iluminaran todas las zonas exteriores mediante luminarias Clase IP65 con lámparas de sodio de Alta Presión Elipsoidal de 200 W, con un flujo luminoso de 25.500 lm, fijadas a las distintas naves y soportes metálicos de 6 metros de alto, mediante brazo metálico de 1,5 m, según se puede ver en los *Planos 17.1, 17.2 y 17.3* del documento Planos.

7.5.2.4. Alumbrado de emergencia naves

Se instalarán luminarias de emergencia estancas de 6W IP65 con un flujo de 218 lúmenes según norma UNE-60598-2-22 y UNE 20-392-93. Su distribución se puede ver en los *Planos 17.5 y 17.6* del documento planos.

Estos niveles de iluminación garantizarán que en las rutas de evacuación, el valor mínimo esté por encima de un 1 lux requerido para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

7.5.2.5. Alumbrado de emergencia edificio de servicios y casita báscula

Se instalaran luminarias de emergencia en montaje empotrado de 6 W IP22 con un flujo de 218 lumens según norma UNE 60598-2-22 y UNE 20-392-93, Su distribución se puede ver al *Plano 17.4* del documento planos.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que necesiten utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminación mínima será de 5 lux.

7.5.3. Instalación de agua potable

La instalación de agua potable pretende abastecer las necesidades de agua de la planta, partiendo de una presión mínima dinámica aguas abajo del arranque de la instalación hidráulica, en la llave de paso después del medidor, de 14 m.c.a.

Está previsto que los caudales de cada punto de consumo sean los siguientes:

Tabla 7. Consumo de agua por los distintos equipos de la planta.

Equipos	Unidades	Consumo agua fría (l/min)	Consumo agua caliente (l/min)
Servicios de caballeros			
Inodoros	4	40	
Canalón colectivo	1,2	12	
Lavamanos	3	24	24
Duchas	2	20	20
Servicio de mujeres			
Inodoros	3	10	
Bidet	1	10	
Lavamanos	3	24	24

Duchas	2	20	20
--------	---	----	----

Cocina

Lavaplatos	2	24	24
Bebedero	1	5	

Laboratorio

Lavamanos	2	16	16
-----------	---	----	----

Planta

Riego Descomposición	6	2.649,48	
Riego Maduración	4	272,00	
Riego Biofitro	4	103,33	
Lavador gases	1	0,07	
Limpieza camiones	1	25,00	
Puntos de limpieza	3	54,00	
Puntos de riego	4	200,00	
Bocas de incendio	3	150,00	

El dimensionado y justificación de cada uno de estos consumos están descritos en el *Anejo 7: Dimensionado de la Planta*. Los cálculos y dimensionado de la red de distribución de agua potable se presenta en el *Anejo 21: Cálculos Instalación Agua Potable*. A continuación se exponen los detalles más relevantes.

Las presiones mínimas de los distintos ramales se especifican en la Tabla 8. Estas presiones vienen dadas por las características técnicas de los equipos a usar.

Tabla 8. Presiones mínimas de los distintos ramales.

Equipos	Presiones mínimas (m.c.a.)
Servicios	4
Riego descomposición	20,4
Riego maduración	51,0
Riego Biofiltro	20,4
Lavador gases	4
Limpieza camiones	4
Puntos de limpieza	4
Puntos de riego	4
Bocas de incendio	4

En nuestra instalación será necesario el bombeo de agua, ya que la presión requerida por los equipos de aspersión de la zona de descomposición, maduración y biofiltro, es más elevada que la suministrada por la red. La presión en la entrada de la bomba está prevista que sea de unos 9,32 m.c.a. y para el correcto funcionamiento de los aspersores de la zona de maduración (donde se requiere más presión) la presión a la salida de la bomba tendrá que ser de 70 m.c.a.

La potencia necesaria calculada para el equipo de bombeo es de 8,62 kW. Este equipo de bombeo estará provisto de dos bombas, con las mismas características, una en funcionamiento y la otra de apoyo.

Por lo que se refiere a las velocidades se han tomado como referencia los valores máximos de 2,5 m/s en las tuberías exteriores y de distribución principal, y 2,0 m/s en las tuberías de la red interior. Todas las conducciones tendrán una pendiente mínima de 0,5%, para que no se produzcan puntos donde se puedan depositar burbujas de aire.

El agua que se conduzca desde el punto de toma hasta los distintos ramales, se conducirá mediante tubería de polietileno de alta densidad, instalada a una profundidad de 40 cm. Todas las tuberías que vayan enterradas serán de polietileno de alta densidad. Las superficiales serán de cobre.

La red de distribución interior de la zona de servicios se hará mediante tubería de cobre. Las conducciones empotradas a la pared. El agua caliente irá 10 cm por sobre de las anteriores para evitar el calentamiento del agua fría. El resto de las conducciones, irán sujetas a la pared.

En los sitios donde se produzcan derivaciones de tuberías se instalarán arquetas de registro, desde donde se podrá abrir o cerrar las distintas válvulas de paso de las tuberías.

Estas arquetas estarán hechas de tocho y con tapa de plástico. Por lo general tendrán unas dimensiones de 30 x 30 cm, pero estas variarán en función del número de válvulas que tenga que contener y de la profundidad a la que estén a una altura de 2,5 m para el agua fría. El agua caliente irá 10 cm por sobre de las anteriores para evitar el calentamiento del agua fría.

También será necesaria la instalación de un termo para proveer de agua caliente sanitaria el edificio de servicios. La caldera eléctrica que se ajusta más a las necesidades de la instalación es el modelo E-Tech S 380 de la casa comercial ACV con un consumo eléctrico total de 28,8 kW y con una capacidad de agua caliente sanitaria de 267 l, con un tiempo de recuperación a 40°C de 28 minutos.

7.5.4. Instalación de saneamiento

Las aguas servidas serán recolectadas y dispuestas en el depósito de lixiviados diseñado, ubicado al sector oeste de la planta (donde la cota del suelo es más baja). Las aguas de lluvia limpias serán dispuestas en el canal de desagüe más cercano.

En el *Anejo 22: Cálculos Instalación Saneamiento*, se describen las características y dimensiones de la red de alcantarillado de la planta de compostaje, así como la red de aguas limpias. En el apartado 7.4.9. Depósito del presente documento se presentan los volúmenes de lixiviado esperados en la planta de compostaje.

La instalación de alcantarillado recogerá todas las aguas producidas por los episodios de lluvias y que puedan contener algún trazo de residuo. También recogerá todas las aguas y lixiviados generados por los materiales a tratar, limpiezas de las naves y vehículos, y las aguas fecales de la zona de servicios y laboratorio.

Consideraremos como aguas limpias todas las provenientes de tejados y aparcamientos.

Las conducciones, tanto de las aguas sucias como de las limpias, serán de PVC corrugado, en el caso de ir enterradas, y PVC liso, para los bajantes.

Para el diseño se han calculado los diámetros de las tuberías con una velocidad máxima de evacuación de 2 m/s y una pendiente del 3%. La profundidad mínima de las arquetas es de 50 cm.

En los *Planos 13* podemos observar la ubicación de las tuberías dimensionadas, así como sus componentes.

7.5.5. Instalación contra incendios

La instalación contra incendios está diseñada y dimensionada en el *Anejo 23: Instalación Contra Incendios* del presente proyecto. En los *Planos 16* podemos apreciar su diseño.

Mediante la definición del tipo y clase de fuego de cada una de las zonas se ha podido determinar los componentes necesarios de esta instalación. Básicamente se trata de extintores móviles y alumbrado y señalización de emergencia, así como la toma de medidas para la rápida evacuación. El alumbrado de emergencia está descrito en el *Anejo 25: Criterios de Diseño de la Instalación Eléctrica* y sus respectivos Planos.

En la tabla que se muestra a continuación se especifica la clasificación del fuego de cada zona de la planta y el número de extintores necesarios y sus distancias máximas de traslado:

Tabla 9. Dimensionado equipos de extinción planta compostaje.

Zona	Clasificación fuego	Superficie (m ²)	Nº extintores	Potencial de extinción mínimo (A)	Distancia máxima de traslado del extintor (m)
Nave principal	Clase A	1.492,69	4	20	15
Almacenaje Fracción Vegetal	Clase A	1.200,00	no procede		
Almacenaje balas	Clase B	234,00	1	40	15
Maduración	Clase A	4.729,08	no procede		
Descomposición	Clase A	925,83	no procede		
Almacenamiento compost	Clase A	1.955,69	no procede		
Almacenamiento biofiltro	Clase A	295,50	1	10	13
Nave limpieza	Clase C	134,30	1	4	9
Nave taller	Clase A	238,00	2	4	9
Nave bombeo	Clase C	67,50	1	4	9
Depósito combustibles	Clase B	51,85	1	40	15
Casita báscula	Clase C	8,98	1	4	9
Oficina	Clase C	15,20	1	4	9
Laboratorio	Clase C	21,34	1	4	9
Vestuarios Hombres	Clase C	33,52	2	4	9
Vestuarios Mujeres	Clase C	17,67			
WC hombres	Clase C	11,90			
WC mujeres	Clase C	11,90			
Comedor	Clase C	38,59			
Pasillo	Clase C	17,52			

Para las superficies ubicadas al aire libre como son el almacenaje de compuesto y fracción vegetal se prevé el uso de mangueras de extinción conectadas a las bocas de agua dimensionadas en la instalación de agua. En el caso de los túneles de descomposición y de maduración, en caso de incendio, se utilizarían los equipos de aplicación de líquido para el control de éste. Así, la instalación de agua potable se considerará en parte como instalación de extinción de incendios, tal y como se puede apreciar en los *Planos 16* podemos apreciar su diseño.

También se ubicaran tres apilamientos de unos 10-15 m³ de arena o tierra en un lugar accesible a la pala mecánica, para utilizarlo como elemento apaga fuego de las zonas ubicadas a la intemperie.

Además también se establecerán, a partir de su clasificación de su densidad de carga de combustible, la resistencia al fuego mínima de cada uno de los elementos que componen las distintas estructuras de la planta de compostaje. En la siguiente tabla se resumen:

Tabla 10. Clasificación de las zonas y resistencia al fuego mínima de los elementos.

Edificación	Clasificación	Elementos soportantes verticales	Muros no soportantes y tabiques	Techumbre incluido cielo falso	Muros divisorios entre unidades (hasta la cubierta)
Nave principal	b, Medio Alto	F - 90	F -15	F - 60	F -90
Nave limpieza	d, Medio Bajo	F - 30	-	F - 30	F - 60
Nave taller	d, Medio Bajo	F - 30	-	F - 30	F - 60
Nave bombeo	d, Medio Bajo	F - 30	-	F - 30	F - 60
Edificio servicios	d, Bajo	F - 30	-	F - 30	F - 60

7.5.6. Instalación de combustibles

El dimensionado del depósito se ha hecho con la previsión de contener el consumo mensual de gasoil a la planta. Este dimensionado ha sido expuesto en el *Anejo 7: Dimensionado de la Planta* de este proyecto.

En la siguiente tabla se muestran los consumos previstos anualmente de gasoil:

Tabla 11. Consumos anuales de gasoil.

Maquinaria	Consumo (l/h)	Tiempo de trabajo (h/semana)	Consumo anual (l/año)
Pala mecánica F.V. y alimentación post-tratamiento	6	31,7	9.884,7
Trituradora	30	7,7	11.983,5
Pala mecánica alimentación recirculado y estructurante	6	48,0	14.976,0
Pala mecánica descomposición y maduración	6	48,0	14.976,0
Pala mecánica almacenamiento compost y transporte impropios post-tratamiento	6	48,0	14.976,0
TOTAL			66.796,2

El depósito de doble pared tendrá una capacidad de 8 m³, con los que hará frente a las necesidades mensuales de combustible.

La instalación ocupará una superficie de 51,85 m². Se instalará una valla perimetral de seguridad de 2 metros de altura.

En el *Plano 10* del presente proyecto se pueden apreciar sus dimensiones.

7.5.7. Instalación evacuación de gases

La instalación de evacuación de gases, definida en el *Anejo 7: Dimensionado de la Planta*, es un sistema de canalizaciones y ventiladores que permiten recoger todo el aire contaminado proveniente de las operaciones que se desarrollan en el interior de la nave principal y los túneles de descomposición. Estos son canalizados mediante tuberías de acero galvanizado de 300 mm hasta el biofiltro, donde serán tratados.

Las necesidades de ventilación y sus características son distintas entre los túneles de descomposición y la nave principal.

En los túneles de descomposición la ventilación se realizará mediante solera aireada y sus necesidades se estiman en 14.500 m³/h, para cada uno de los túneles.

Los ventiladores utilizados para la inyección del aire serán el modelo 'MBCA 500 T4 30' de la casa comercial Casals Ventilación. Este ventilador es accionado mediante motor trifásico con una potencia de 22kW da un caudal máximo de 24.200 m³/h. Para la aspiración del aire se utilizarán ventiladores centrífugos de media presión de la casa comercial Casals Ventilación, concretamente el modelo 'MBZM 901 T4 50 P/R'. Este ventilador es accionado mediante motor trifásico con una potencia de 37kW y da un caudal máximo de 23.760 m³/h.

La descomposición mediante túneles es un sistema complejo, que requiere instrumentación complementaria para regular el caudal de aire necesario en todo momento. Para ello será necesario disponer de:

- Tres sondas de temperatura, para medir la temperatura del compost.
- Una sonda de temperatura, para medir la temperatura de entrada de aire a túnel.
- Una sonda de O², para medir el porcentaje de oxígeno de entrada.
- Variadores de frecuencia, para ajustarse a las necesidades reales del compost en todo momento.
- Tres sondas de humedad, para medir la humedad del compost.

El aire adsorbido de los túneles de descomposición será tratado previamente por el lavador de gases, con el fin de eliminar la mayor parte de los componentes suspendidos en el aire. Posteriormente será enviado al biofiltro.

En el caso de la ventilación de la nave, esta se realizará mediante cuatro ventiladores helicoidales tubulares. Dos destinados a la entrada de aire fresco y los otros dos a la conducción del aire viciado al biofiltro. El ventilador que mejor se ajusta de la casa 'Canals Ventilación' es el modelo 'HM 125 T6 10', con una capacidad máxima de 80.000 m³/h y equipado con un motor de 7,5kW. La regeneración de aire en la nave de pre-tratamiento se ha calculado a partir de los datos referentes a la sección SH3 del CTE, en la que nos indica que la ventilación mínima en un local destinado al almacén de residuos tiene que ser de 10 l/s cada m² útil.

En resumidas cuentas el sistema de desodorización del aire de extracción de la instalación estará compuesto por:

- Cuatro ventiladores de 0-70.000 m³/h, dos ventilando y dos aspirando en el interior de la nave.
- 12 ventiladores de 0-23.760 m³/h, controlados por variadores de frecuencia, 6 aspirando el aire del interior de los túneles y 6 inyectando aire.
- Lavador para la reducción de la carga del aire.
- Biofiltro de 497,92 m² para la desodorización.
- Canalizaciones de acero galvanizado.

En el *Plano 15* se puede apreciar la distribución de la instalación de tratamiento de gases.

7.6. Ingeniería de las Infraestructuras. Urbanizaciones.

7.6.1. Pavimentaciones

Los pavimentos que encontramos a la planta de compostaje están descritos en el *Anexo 20: Pavimentos* del presente proyecto. En el *Plano 18.1* podemos apreciar su distribución y en el *18.2* sus perfiles.

Las distintas áreas pavimentadas y sus superficies que encontramos en la planta están resumidas a continuación:

Tabla 12. Pavimentaciones

Pavimento	Superficie (m ²)
Pavimento interior naves y depósito	2.821,75
Pavimento exterior (incluye parquin)	13.004,95
Pavimento arena compactada	1200,00
Pavimento túneles descomposición y biofiltro	1432,87
Pavimento edificio servicios y casita báscula	265,87

7.6.1.1. Pavimento interior naves y depósito

Los pavimentos del interior de las naves y del depósito se construirán en hormigón continuo HM-20/20, de 15 cm de espesor, armado con mallazo de acero 15x15.6 cm, enriquecido superficialmente con la adición de 1.5 kg de cemento CEM II/A-P 32.5 R y con 4 kg de cuarzo/corindón color natural, y con acabado bruñido. Se ejecutaran juntas de dilatación mediante corte con radial a 1/2 del espesor del pavimento y a razón de 1 junta cada 16 m², y sellado de las juntas mediante masilla de poliuretano.

Las pendientes en sentido longitudinal mínimas serán del 1 y del 2% en sentido transversal.

7.6.1.2. Pavimento exterior

Al pavimento exterior nos referimos a todas las zonas ubicadas al aire libre como son la zona de maduración, almacenamiento compost, almacenamiento balas de impropios y parquin, así como las zonas de circulación y acceso. A continuación se detallan las superficies de cada una de las zonas:

7.6.1.2.1. Zona de maduración

Para el diseño de la zona de maduración se ha previsto que la duración de esta fase sea de 6 semanas y teniendo en cuenta que la previsión de volumen generado semanalmente de pre-

compost es de 569,2 m³, las pilas tendrán una forma trapezoidal con una base de 5,5 m, una cumbre de 3 m (ancho de la pala mecánica) y una altura de 2,5 m y el tiempo de llenado de cada una de las pilas será de 1 semana, se han diseñado 7 hileras, de 65 m de longitud cada una. Cuatro estarán en pleno proceso de maduración, una se mantendrá como margen de seguridad para no mezclar productos maduros con tiernos y en dos se estarán haciendo el llenado/vaciado.

Esto supone una superficie total de 2.502,50 m². A parte también se ha tenido en cuenta la superficie destinada a los viales de servicio, de 10 metros de ancho y dispuestos a lo ancho de las pilas, a las dos bandas, para poder hacer una gestión FIFO de los residuos. También se han resguardado unos márgenes de seguridad, para evitar la propagación del pre-compost de 3 metros de ancho.

7.6.1.2.2. Zona almacenamiento compost

La producción de compost se estima en unos 7.031 m³ anuales. El almacenamiento de este material será como máximo de 2 meses (9 semanas).

El sistema de almacenado será mediante pilas. Estas pilas, con el fin de evitar la emisión de polvo irán cubiertas con sistemas de malla rachel. Tendrán una forma trapezoidal con una base de 5,5 m, una cumbre de 3 m y una altura de 2,5 m y el tiempo de llenado de cada una de las pilas será de 1 semana.

Se harán 10 hileras, de 16 m de longitud cada una. Siete estarán llenas, una se mantendrá como margen de seguridad para no mezclar productos viejos con tiernos y en dos se estarán haciendo el llenado/vaciado.

Esto supone una superficie total de 848,58 m². A parte también se ha tenido en cuenta la superficie destinada a los viales de servicio, de 10 metros de ancho y dispuestos a lo ancho de las pilas, a las dos bandas y una fila al medio, para poder hacer una gestión FIFO de los residuos. También se han resguardado unos márgenes de seguridad, para evitar la propagación del pre-compost de 3 metros de ancho.

Todo esto hace, que la superficie final para la etapa de maduración sea de 2.211,00 m², con 62,00 m de largo por 33,50 m de ancho.

7.6.1.2.3. Aparcamiento

El aparcamiento se dimensionará para un total de 40 plazas, con el fin de cubrir las necesidades de los operarios de la planta más la llegada de visitas. Ocupará una superficie total de 1.089 m². El tipo de aparcamiento será a 90°, desde ambos sentidos. La anchura y longitud de las plazas serán respectivamente 2,5 m y 5 m. El espacio de carril de 6,5 m.

7.6.1.2.4. Almacenamiento balas

El almacenaje de las balas se prevé que no dure más de 6 días, y se hará en una superficie pavimentada de 232,34 m² al aire libre. El apilado se hará en pilas de 3 balas intercaladas mediante la carretilla eléctrica. Las balas tienen un volumen de 1,25 m³, con un diámetro de 1,15 m y una anchura de 1,2 metros.

El pavimento exterior de la planta de compostaje y de las zonas anteriormente descritas será de aglomerado asfáltico en caliente tipo S-12, aplicado en capa de rodadura, uniforme, de 4 cm de espesor, con un equipo mecánico especial compuesto de barredora, camión bituminador,

rodillo autopropulsado, rodillo neumático y camión basculante, i/barrido previo, extendido y compactación, riego asfáltico y limpieza.

Las pendientes mínimas serán del 1% en sentido longitudinal y del 2% en sentido transversal.

El perímetro de la zona pavimentada irá rematado mediante un bordillo de hormigón monocapa tipo "A", gris, de planta recta y sección con testa redondeada 8x20 cm, colocado sobre solera de hormigón central HM-15/20 no estructural, de 15 cm de espesor, y rejuntado con mortero 1/4 de cemento gris, dejando juntas de menos de 1 cm de separación.

7.6.1.3. Pavimento arena compactada

La zona de almacenamiento y de tratamiento de la fracción vegetal será pavimentada mediante zahorra natural. Aplicada de forma extendida en capa uniforme, humectada y compactada al 98% de Proctor modificado, obteniendo un espesor final de 20 cm.

Las pendientes mínimas en sentido longitudinal serán del 1% y del 2% en sentido transversal, y la el valor de permeabilidad será inferior a $k = 1 \cdot 10^{-7}$ m/s en una capa de grueso de 50 cm.

El dimensionado de esta zona viene dado por las necesidades de estructurante de la planta. Se prevé almacenar el 20% de la demanda anual de estructurante (2.011,6 m³/año). Si este almacenamiento se hace en pilas de 2 metros, la superficie necesaria será de 1.006 m². Las dimensiones de la playa serán de 40 m de largo por 30 m de ancho.

7.6.1.4. Pavimento túneles descomposición y biofiltro

Los pavimentos de los túneles de descomposición y del biofiltro se construirán en hormigón continuo HM-20/20, de 15 cm de espesor, armado con mallazo de acero 15x15.6 cm, enriquecido superficialmente con la adición de 1.5 kg de cemento CEM II/A-P 32.5 R y con 4 kg de cuarzo/corindón color natural, y con acabado bruñido. Se ejecutaran juntas de dilatación mediante corte con radial a 1/2 del espesor del pavimento y a razón de 1 junta cada 16 m², y sellado de las juntas mediante masilla de poliuretano.

Además, este pavimento incorporará tubos per-fabricados para la ventilación de los túneles y la inyección del aire al biofiltro.

7.6.1.5. Pavimento edificio servicios y casita báscula

Los pavimentos interiores del edificio de servicios y la casita de la báscula serán de baldosas de gres de 33x33 cm. Se construirán con mortero de cemento y arena de río 1:6 (M-40), y cama de arena de río de 2 cm de espesor, rejuntado con lechada de cemento blanco y limpieza, sobre hormigón continuo HM-20/20, de 10 cm de espesor, armado con mallazo de acero 15x15.6 cm.

Alrededor de estos edificios ser construirá una acera de 1 m de ancho pavimentada con baldosas de gres de 40x40 cm, construidas con mortero de cemento y arena de río 1:6 (M-40), y cama de arena de río de 2 cm de espesor, rejuntado con lechada de cemento blanco y limpieza. Esta acera irá rematada mediante un bordillo de hormigón monocapa tipo "A", gris, de planta recta y sección con testa redondeada 8x20 cm, colocado sobre solera de hormigón central HM-15/20 no estructural, de 15 cm de espesor, y rejuntado con mortero 1/4 de cemento gris, dejando juntas de menos de 1 cm de separación.

7.6.1.6. Acondicionamiento terreno

El terreno donde se ubicará el pavimento asfáltico será acondicionado mediante un mejoramiento de subrasante, una capa de sub-base y una base chancada. Para el resto de pavimentos se le aplicará un mejoramiento de subrasante y una capa de sub-base, exceptuando el pavimento de arena compactada que prescindirá de la capa de sub-base.

En el *Anejo 20: Pavimentos* del presente proyecto, se describen y especifican las características de estas tareas.

7.6.2. Perímetro

Existirá una valla perimetral que recorrerá toda la instalación. Esta valla tendrá una altura mínima de 2 m desde la cota del pavimento.

El perímetro de la instalación tendrá una longitud total de 701,38 m. El conjunto de la instalación ocupará una superficie total de unos 29.879,95 m² (unas 3 ha).

También se hará una plantación de árboles a lo largo del perímetro, para conseguir mitigar los posibles impactos visuales y de ruido una vez la planta este en funcionamiento.

7.7. Maquinaria y equipos

A continuación se enumeran y detallan la maquinaria y los equipos necesarios para la planta de compostaje.

7.7.1. Recepción y almacenamiento

- Sinfín para el vaciado del foso de 60 cm de diámetro y 9,5 m de largo. Con una potencia de 3kW
- Trituradora 'SHARK 220E' de la casa comercial 'TANA'. Accionada mediante dos motores eléctricos de 110kW cada uno. Tiene unas dimensiones de 3,3 m x 2,1 m x 2 m (longitud x anchura x altura). Es capaz de desmenuzar los residuos domiciliarios urbanos y dejar-los listos para la siguiente fase.
- Transportador de banda para la alimentación de la trituradora, de 600 mm de ancho y 8 m de largo. Salvará un desnivel de 5,6 metros con una pendiente de 45°. Esta banda instalada será accionada mediante un motor de 2,5kW de potencia.
- Trommel modelo TSM 3.500 de la casa comercial BEYER, utilizado para la primera eliminación de impropios. Sus dimensiones son 9,5 m x 2,5 m x 2,67 m (longitud x anchura x altura). Tiene una capacidad de tratamiento de 30 m³/h y una potencia de 5,5kW, para hacer funcionar el trommel más un total de 4,1kW para las distintas cintas transportadoras.
- Equipo electro-magnético Magnum SAM 2 de la casa comercial Magnum S.R.L, para la eliminación de impropios férricos del hundido.

- Banda transportadora para el transporte de los impropios metálicos eliminados hasta el silo de impropios. La banda de 600 mm de ancho, tendrá una longitud de 3,5 m y una potencia de 1,5kW.
- Compactadora Móvil 'MP2000' de la casa 'ORKEL', para la compactación y empaquetado de los impropios.



Fig 18. Imágenes del proceso de compactación de la MP2000

- Pala mecánica de la casa 'Volvo', para la alimentación de la compactadora. Tiene 180 CV de potencia y 7 metros cúbicos de capacidad de cuchara, con las siguientes dimensiones (largo x ancho x alto): 7 m x 2,7 m x 3,4 m.
- Carretilla elevadora modelo 'QX2-30' de la casa 'Nissan', para el apilado de las balas. Ideal para interior y exterior, combina extraordinarios niveles de rendimiento con una superior ergonomía, excelente seguridad y bajo coste de operación.
- Contenedor de 24 m³, para el almacenaje de los impropios férricos separados mediante electromagnetismo. Contenedor estándar de 5,50 m x 2,50 m x 1,90 m.

7.7.2.Pre-tratamiento: Mezcla y/u Homogenización

- Trituradora de la marca SEKO, gamma SAMURAI modelo '500 / 110-GC/T', para la mezcla del hundido con el estructurante y/o recirculado. Tiene una capacidad de tratamiento de hasta 40 m³/h.
- Banda transportadora para la alimentación de la trituradora. Esta banda tendrá una anchura de 600 mm y una longitud de 3,00 m, con un pendiente del 20 %, para salvar los 50 cm requeridos.
- Transportador de banda, para la alimentación de recirculado a la trituradora. Tendrá una longitud de 7,00 m y con una inclinación de 40 % salvará un desnivel de 2,41 m. La potencia requerida para el accionamiento de la banda es de 2 kW.
- Transportador de banda, para la alimentación del estructurante nuevo. Tendrá una longitud de 12,50 m, con una inclinación de 20 %. Salvarán también un desnivel de 2,41 m. La potencia requerida para el accionamiento de la banda es de 2,5 kW.
- Dos tolvas de alimentación metálicas de 18,09 m³ cada una para la alimentación del recirculado y estructurante (el 30% de las necesidades diarias requeridas, vaciadas mediante tornillo sinfín de 1,5 kw de potencia). Con una profundidad de 1,5 m, las dimensiones de las tolvas serán de 4 metros de largo por 3 metros de ancho.
- Pala mecánica de la casa 'Volvo', para el llenado de las tolvas.

7.7.3. Almacenamiento y acondicionamiento de la FV

- Pala mecánica de la casa 'Volvo', para el movimiento y apilamiento de la Fracción.
- Trituradora/desfibriladora 'S 10000' de la casa 'Pezzolato', para el desmenuzado de la Fracción Vegetal. Dispone de motor diesel y dimensiones 8,5 x 2,3 x 3,5 m (largo x ancho x alto). Con una tolva de recepción de 2,5 x 1,8 x 0,8 m (largo x ancho x alto).



Fig 19. Trituradora/desfibriladora de la casa Pezzolato.

7.7.4. Descomposición y maduración

- Pala mecánica de la casa 'Volvo', para el transporte e introducción del pre-compost a los túneles de compostaje y posterior traslado y apilamiento a la zona de maduración.

7.7.5. Post-tratamiento

- Trommel 'TSM 3.500' de la casa comercial 'BEYER', para la recuperación de estructurante mediante una luz de paso de 10 mm. El modelo tiene unas dimensiones de 9,5 m x 2,5 m x 2,67 m (longitud x anchura x altura) y una capacidad de tratamiento de 30 m³/h. Su potencia es de 5,5kW, para hacer funcionar el trommel, más un total de 4,1kW para las distintas cintas transportadoras.



Fig 20. Trommel TSM 3.500 (BEYER).

- Banda transportadora para la alimentación del trommel. Con 600 mm de ancho, tendrá una longitud total de 7,00 m, y con una pendiente de 40 % salvará un desnivel de 2,65 m.
- Tolva de alimentación del trommel. Tendrá una capacidad de 48,00 m³, referente al 20% de la capacidad diaria de tratamiento de la línea de post-tratamiento (240,00 m³/día). Tendrá 2,5 metros de altura, 5 de largo y 4 metros de ancho. El vaciado se hará mediante sinfín con una potencia de 2kW y la alimentación mediante pala cargadora.
- Mesa de separación densimétrica Modelo 'FM-240' de la casa 'Gosag'. Equipo utilizado para llevar a cabo una separación de partículas según su densidad, con una superficie de tratamiento de 3,12 m² puede llegar a tratar 16 t/h de compost.
- Banda transportadora para la alimentación de la mesa densimétrica. Salvará un desnivel de 0,70 m, con una pendiente del 35 % y longitud 2,5 m. La potencia de esta banda será de 1,5kW.
- Transportador de banda, para el traslado al exterior del compost obtenido por la mesa densimétrica. Tendrá una potencia de 1,5kW y 600 mm de ancho, Una longitud de 4,5 m, y un desnivel de 50 %, para salvar los 1,9 m hasta el silo de almacenaje.
- Bandas transportadoras, para el transporte de los impropios del post-tratamiento al silo de impropios. Tendrá 9 metros de longitud con pendiente nula, que desembocará a otra banda de 600 mm de ancho (igual que la precedente) con una longitud de 9,5 y pendiente de 22%, para salvar el desnivel de 1,9 metros necesario. La potencia de las dos bandas será de 2kW. En este sistema también serán depositados los plásticos provenientes de la separación neumática.
- Separador neumático Modelo 'V4' de la casa 'Terra Select', para el acondicionamiento del recirculado mediante una aspiración de los plásticos. Se instalará sobre la banda transportadora que conduce el material a la criba vibrante. El 'V4' está equipado con un ventilador de succión de 15kW de potencia y otro ventilador de presión de 5,5kW. Los materiales aspirados serán depositados a la banda transportadora de los impropios obtenidos en la separación mediante la mesa densimétrica.
- Criba vibrante de la casa comercial 'Terra Select' Modelo 'ST6-75', para diferenciar los recirculados grandes (>25 mm) de los recirculados medianos (de 10 a 25 mm). Tiene las siguientes medidas: 8,0 m x 2,5 m x 2,0 m (largo x ancho x alto).
- Pala mecánica de la casa 'Volvo', para el transporte del recirculado al silo de almacenamiento de material para el biofiltro.



Fig 21. Pala cargadora de la casa comercial VOLVO.

7.7.6. Nave limpieza

- Equipo de limpieza a presión modelo “Kärcher HDS 12/18-4 S”, para la limpieza de los vehículos. Tiene un caudal de 1.500 l/h y una potencia de 8,4kW.

7.7.7. Báscula

- Báscula puente y electrónica, para el control de las entradas y salidas de residuos y materiales. De 16 m de longitud y 3 de ancho, para una capacidad de 60.000 kg. La potencia instalada para la báscula será de 1kW, con un rendimiento del 70% y funcionará 8 horas diarias. En el *Anejo 19: Báscula y casita báscula* se describen ampliamente sus características.

7.7.8. Tratamiento aire

- Lavador de gases por vía húmeda RotoClone Modelo “W” de la casa comercial ‘AAF International’, para la pre-limpieza del aire proveniente de los túneles de descomposición.
- Tres sondas de temperatura, para medir la temperatura del compost.
- Una sonda de temperatura, para medir la temperatura de entrada de aire a túnel.
- Una sonda de O₂, para medir el porcentaje de oxígeno de entrada.
- Variadores de frecuencia, para ajustarse a las necesidades reales del compost en todo momento.
- Tres sondas de humedad, para medir la humedad del compost.
- Cuatro ventiladores de la casa comercial ‘Canals Ventilación’ Modelo ‘HM 125 T6 10’, dos para a la entrada de aire fresco y los otros dos para la aspiración del aire viciado del interior de la nave. Tienen con una capacidad máxima de 80.000 m³/h y están equipados con un motor de 7,5kW.
- 12 ventiladores de la casa comercial ‘Casals Ventilación’ Modelo ‘MBZM 901 T4 50 P/R’, para la inyección y aspiración del aire del interior de los túneles (6 aspirando y 6 inyectando). Estos ventiladores se accionan mediante motor trifásico con una potencia de 37kW y dan un caudal máximo de 23.760 m³/h.
- Una sonda de temperatura, para medir la temperatura del lecho filtrante.
- Una sondas de humedad, para medir la humedad del compost.

7.7.9. Bombeo

- Dos bombas de 8,62kW cada una, para incrementar la 6 atm de presión (*Anejo 21: Cálculos Instalación Agua Potable*)

7.7.10. Servicios

- Caldera eléctrica Modelo 'E-Tech S 380' de la casa comercial 'ACV', para abastecer de agua caliente sanitaria al edificio de servicios. Tiene un consumo eléctrico total de 28,8kW.
- Equipamiento de laboratorio.
- Equipamiento de oficina.
- Equipamiento de comedor.
- Equipamiento de servicios y vestuarios.

7.7.11. Depósito combustible

- Depósito y complementos del Modelo 'Equipo 8.000' de la casa comercial 'Solumed', para almacenar el combustible mensual necesario de la planta (*Anejo 8: Cálculos Dimensionado Planta*). El depósito tendrá una capacidad de 8 m³ con unas dimensiones de 4,5 x 2,1 x 2,6 m y 2kW de potencia. El recinto e instalación destinada al almacenamiento del combustible cumplirá la NCh 389 Of. 1972.

7.8. Personal

Para poder hacer el dimensionado de la zona de servicios se ha estimado la mano de obra necesaria para el funcionamiento de la planta de compostaje. Se prevé que hagan falta un total de 20 operarios. En la siguiente tabla se resume esta estimación:

Tabla 13. Resumen personal necesario.

Ubicación	Nº operarios
Maquinistas	7
Líneas	7
Mecánicos	2
Oficina y laboratorio	4
Total operarios	20

7.9. Medidas preventivas y correctoras

Las medidas preventivas y correctoras están expuestas en el *Anejo 27: Medidas Preventivas y Correctoras* del presente proyecto.

Estas se refieren a los componentes o factores ambientales aire, agua, suelo y aspectos territoriales, fauna, patrimonio arcnológico y cultural, ruido, residuos, condiciones de trabajo y transporte.

Las medidas preventivas y correctoras se tomarán en las distintas fases del proyecto:

- Fase de planificación
- Fase de construcción
- Fase de explotación

La fase de planificación es de vital importancia ya que debe evitar los impactos más importantes que puede comportar la planta de compostaje. De este modo el proyecto contempla la disposición definitiva de la planta de manera que el conjunto de los impactos sea el más asumible para el entorno que lo acoge.

Así pues en fase de proyecto, se diseñará la planta con los siguientes criterios:

- Se ha priorizado el confinamiento mediante el cerramiento y la aspiración de gases, de las etapas de pre-tratamiento (genera el 9,0% de los males olores), descomposición (genera el 46,7%) y post-tratamiento (4,2%). Esto se ha hecho con el fin de reducir la contaminación olfativa.
- Estos gases se tratarán mediante un biofiltro. En el caso de los gases provenientes de los túneles de descomposición serán prelavados mediante un lavador de gases, ya que contienen una alta carga de material en suspensión.
- Además se contempla el hecho de que, una vez la planta este en funcionamiento, si se detecta una contaminación olfativa demasiado elevada, se pueda proceder al confinamiento de forma relativamente sencilla de otras fases del proceso. Estas medidas son tapar mediante lona geo-textil el compost ya maduro durante la etapa de maduración (7,6%) y/o confinar el depósitos de lixiviados (4,1%).
- Toda la maquinaria, exceptuando los camiones de transporte de residuos y las palas mecánicas, se hallará dentro de naves, evitando así la emisión excesiva de ruido.
- Se prevé hacer una plantación arbolada y arbustiva a lo largo del perímetro de la planta, con el fin de mitigar los posibles impactos visuales y sonoros. Las especies vegetales seleccionadas serán endémicas de la zona.

En la fase de construcción de la planta, las medidas preventivas y correctoras son todas las buenas prácticas que han de ser utilizadas en cualquier obra civil en un entorno natural o de tipo rural.

En la fase de explotación, los efectos más importantes de la nueva infraestructura vendrán determinados por la presencia de nuevos elementos en el medio, que pueden afectar durante toda su vida útil los distintos factores del medio que los acoge.

8. Programación de la ejecución y puesta en marcha del proyecto

Está previsto que la duración de la obra sea de 49 semanas. En el *Anejo 30: Programación de la ejecución y puesta en marcha* se puede apreciar el diagrama de Gantt de la construcción de la obra.

La obra se ejecutará de forma eslabonada, empezando por las dos construcciones principales; Nave Principal y Edificio de Servicios. Una vez estén hechas las cimentaciones se empezará por las siguientes edificaciones más pequeñas, y así sucesivamente. Así se distribuirá el trabajo uniformemente.

El camino crítico lo fija la construcción del Foso y los Silos del interior de la Nave Principal, que retrasan la pavimentación de esta y por consiguiente el resto de actividades de la Nave Principal. Así, está previsto que esta nave se termine de construir a los 215 días. Por su parte, la instalación y puesta en marcha de los equipos se ha dejado con bastante holgura, por lo que alargan bastante la finalización de la obra.

9. Normas de explotación del proyecto

9.1. Control del compostaje

A lo largo del proceso de compostaje y sobre todo durante las fases de descomposición y maduración es importante procurar favorecer al máximo las condiciones adecuadas al desarrollo de los microorganismos, intentar conservar los nutrientes de los vegetales que contienen los residuos (especialmente si el compost tiene como destinación el uso agrícola) y evitar problemas ambientales y molestias.

Los residuos orgánicos en el proceso de compostaje, sufren una fermentación aerobia. Un proceso biológico oxidativo controlado, en el que se desprende calor y se genera dióxido de carbono, agua, minerales y materia orgánica estabilizada (sin actividad biológica), según la siguiente reacción:

Materia Orgánica + Microorganismos + Nutrientes + Oxígeno + Agua Compost (materia orgánica estable) + Microorganismos muertos + CO₂ + Agua + Nitratos + Sulfatos + Calor

La reacción tiene lugar en dos etapas; en primer lugar se da la mineralización de la materia orgánica, que se descompone en dióxido de carbono y amoníaco. La segunda etapa es la oxidación de este amoníaco a óxido nitroso y la posterior nitrificación o formación de nitratos.

Para favorecer la actividad de los microorganismos es necesario que una serie de variables se mantengan dentro de un rango específico. Estas variables y sus rangos óptimos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 14. Variables esenciales del proceso de compostaje y rango de características óptimas de los materiales o mezclas a compostar.

Variable	Rango
Porosidad	25- 35 %
Humedad	50 - 60 %
O ₂	> 10 %
pH	6,0 - 8,5
Relación C/N	25 - 35 Tanto por uno
Relación N/P	< 10 Tanto por uno
M.O.	> 40 %
Temperatura	45 - 55 °C

Como la etapa de descomposición de nuestra planta se realiza de manera estática la porosidad tendrá que situarse a la parte superior del rango especificado.

Durante el pre-tratamiento se efectuará un acondicionamiento del compost para mejorar la porosidad y/o la estructura del residuo a compostar, así como su humedad y relación de nutrientes. A la vez se eliminarán la mayor parte de los impropios que nos permitirán obtener un compost de mejor calidad.

Durante la descomposición y maduración se tendrá que controlar que las condiciones sean las apropiadas para un buen funcionamiento de los microorganismos, manteniendo las variables

de la *Tabla 14* en su rango óptimo mediante el sistema de inyección de aire y los aspersores instalados.

En la fase de post-tratamiento se recuperará el estructurante, separarán los impropios que el compost aún pueda contener y se mejorarán las características físicas del estructurante recuperado. Así se obtendrá un compost de una determinada granulometría, características físicas y químicas, y con una presentación y contenido de impropios que se ajusten a la normativa vigente en cada momento que regule el uso a que se los destina.

9.2. Calidad del compost

El compost que se obtenga de la planta de compostaje deberá cumplir con la Norma NCh2880.Of2004: "Compost – Clasificación y requisitos", que clasifica el compost y establece una serie de requisitos de calidad del compost para uso agrícola.

Esta Norma también especifica los distintos métodos analíticos para la determinación de cada una las características que a continuación serán descritas.

9.2.1. Clasificación

De acuerdo con su nivel de calidad, el compost se clasifica en las Clases siguientes:

- a) Compost Clase A: producto de alto nivel de calidad que cumple con las exigencias establecidas para el compost de Clase A de la norma anteriormente nombrada. Debe cumplir con las concentraciones máximas de metales pesados descritas en la norma y su conductividad eléctrica debe ser menor a 3dS/m. Su relación carbono/nitrógeno debe ser menor o igual a 25. Este producto no presenta restricciones de uso.
- b) Compost Clase B: producto de nivel intermedio de calidad que cumple con las exigencias establecidas para el compost de Clase B de la norma anteriormente nombrada. Debe cumplir con las concentraciones máximas de metales pesados de la norma. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Su conductividad eléctrica debe ser menor a ocho decisiemens por metro (8dS/m) y su relación carbono/nitrógeno debe ser menor o igual a 30. Este producto puede presentar algunas restricciones de uso si su conductividad eléctrica es mayor a 3dS/m.

9.2.2. Requisitos sanitarios, físicos y químicos

Los requisitos sanitarios, físicos y químicos, que deberá cumplir cada una de las clases del compost establecidas por la NCh 2880, están descritos en el *Anejo 2: Situación Actual* del presente documento.

10. Presupuesto del proyecto

Capítulo A	MOVIMIENTO DE TIERRAS	224.891.271
Capítulo B	NAVE PRINCIPAL	14.286.371.649
Capítulo C	TÚNELES DESCOMPOSICIÓN.....	2.870.062.061
Capítulo D	NAVE LIMPIEZA.....	343.190.168
Capítulo E	NAVE TALLER.....	873.706.869
Capítulo F	NAVE BOMBEO	116.324.876
Capítulo G	EDIFICIO DE SERVICIOS.....	530.822.945
Capítulo H	SILOS	204.843.554
Capítulo I	FOSO.....	41.329.555
Capítulo J	DEPÓSITO	242.129.476
Capítulo K	BIOFILTRO	131.034.118
Capítulo L	BÁSCULA Y CASETA	38.260.862
Capítulo M	RED HORIZ. DE SANEAMIENTO Y AGUAS LIMPIAS	159.433.722
Capítulo N	INSTALACIÓN AGUA.....	75.115.381
Capítulo O	PAVIMENTOS	1.979.789.676
Capítulo P	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EDIFICO SERVICIOS	60.512.370
Capítulo Q	INSTALACIIÓN ELÉCTRICA.....	600.305.349
Capítulo R	VENTILACIÓN NAVES.....	71.830.628
Capítulo S	PROTECC. CONTRA INCENDIOS.....	5.302.436
Capítulo T	PERÍMETRO.....	88.210.547
Capítulo U	MAQUINARIA Y APARATOS	1.970.253.647
Capítulo V	COMBUSTIBLE	11.002.429

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	24.924.723.589
---------------------------------	-----------------------

14,00% Gastos generales	3.489.461.302
6,00% Beneficio industrial	1.495.483.415

SUMA DE G.G. y B.I.	4.984.944.717
---------------------	---------------

MEMORIA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	29.909.668.306
-----------------------------------	-----------------------

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	29.909.668.306
----------------------------------	-----------------------

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de VEINTINUEVE MIL NOVECIENTOS NUEVE MILLONES SEISCIENTAS SESENTA Y OCHO MIL TRESCIENTAS SEIS PESOS CHILENOS

Padre Hurtado, a 11 de Julio de 2011.

El autor
Marc Pujol Clopés



11. Evaluación del proyecto

Del análisis económico efectuado en el *Anejo 29: Estudio Económico* del presente proyecto se puede deducir que éste no es viable.

Este proyecto persigue el objetivo de conseguir un VAN=0. Que no produzca ni ganancias por debajo de la rentabilidad exigida ni por encima, ya que lo que se quiere conseguir es una reducción de los residuos destinados a relleno sanitario, cumpliendo así con la intención del gobierno. Pero con un VAN negativo de 56.828 millones de pesos con una rentabilidad del 6% (87,42 millones de euros), es muy difícil que este proyecto pueda presentarse como viable.

Lo que se puede extraer del análisis económico efectuado es que los ingresos cubrirían los gastos de explotación, por lo que el proyecto en este sentido sí que es viable.

Una de las posibles soluciones es la de ajustar más el presupuesto. Aún así, el capital invertido de 29.909 millones de pesos (46 millones de euros), es muy elevado, en comparación a los ingresos que se percibirán anualmente, estimados en un total de 695 millones de pesos (1,07 millones de euros).

Otra posibilidad sería la de alargar la vida útil del proyecto, por lo que la inversión efectuada tendría más tiempo a recuperarse. Aún así, tendríamos que prever una duración del proyecto muy elevada para que éste sea viable.

La idea de subir el precio del compost y de la recogida de RSD sería viable si estos valores no sufrieran una inflación tan grande sobre el precio actual. En el caso del precio del compost supondría un 6.025,74% más y en el precio de la recogida de RSD del 913,36%.

Otra solución que se podría adoptar es la de prescindir de la tecnología escogida para evitar la contaminación olfativa, ya que la construcción de la nave principal, los túneles de descomposición y el biofiltro, así como el sistema de ventilación, suponen 69,35% del coste total de ejecución material (17.287 millones de pesos). Sería más conveniente cambiar la ubicación de la planta de compostaje, con el fin de reducir costes de construcción y a la vez no afectar al vecindario con los componentes malolientes generados.

En conclusión, la evaluación de si se tiene que construir o no, rae en el planteamiento del gobierno de dar una imagen más ecológica y verde del país. No se puede sustentar en criterios económicos en la ubicación planteada.

12. Aspectos reglamentarios

12.1. Generales

- Norma: DS N° 458, que contiene la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, del 2001.
- DECRETO SUPREMO N° 47. Fija nuevo texto de la Ordenanza General de la ley General de Urbanismo y Construcciones
- Constitución Política de la República de Chile, de agosto del 1980, incluye reformas de septiembre 2005.
- Marco Legal Ambiental. Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y sus modificaciones posteriores (Ley N° 20.173), de 09 de marzo del 1994.
- Uso de suelo y ordenamiento territorial. Norma: Resolución 20, Plan Regulador Metropolitano de Santiago. Fecha de Publicación: 06 de octubre de 1994
- Hallazgos arqueológicos. Norma: Ley 17.288 que legisla sobre Monumentos Nacionales. Fecha de Publicación: 04 de febrero de 1970

12.2. Estructuras metálicas y cimentaciones

Los elementos a diseñar y construir deberán cumplir con los requerimientos de las Normas y Reglamentos que sean aplicables, utilizando la última versión de cada uno de ellos. En particular serán aplicables:

- NCh 428. Of 57. Ejecución de construcciones de acero.
- NCh 427. Especificaciones para el cálculo de estructuras de acero para edificios.
- NCh 203. Acero para uso estructural – Requisitos.
- NCh 206. Acero laminado en barras para pernos corrientes.
- NCh 207. Acero laminado en barras para remaches estructurales.
- NCh 208. Acero laminado en barras para tuercas corrientes.
- NCh 215. Planchas gruesas de acero al carbono para tubos soldados el arco eléctrico.
- NCh 217. Acero – Mallas de alta resistencia para hormigón armado – Especificaciones.
- NCh 300. Elementos de fijación – Pernos, tuercas, tornillos y accesorios – Terminología y designación.
- NCh 301. Pernos de acero con cabeza y tuerca hexagonales.
- NCh 302. Pernos de acero, de cabeza redonda, con cuello cuadrado y tuerca cuadrado.
- NCh 308. Examen de soldadores que trabajan con arco eléctrico.
- NCh 428. Ejecución de construcciones de acero.
- NCh 431. Construcción – Sobrecargas de nieve.
- NCh 432. Cálculo de acción del viento sobre construcciones.
- NCh 433. Diseño sísmico de edificios.
- NCh 1185. Rosa ISO – Perfil básico – Dimensiones métricas.
- ICHA. Manual de Estructuras de Acero para Edificios. 2ª Edición.
- ASTM A242. High-Strength Low-Alloy Structural Steel.
- ASTM A325. High-Strength Bolts for Structural Steel Joints Including Suitable Nuts and Plain Hardened. Washers.
- ASTM A375. High-Strength Low-Alloy Hot-Rolled Steel Sheet and Strip.
- ASTM A490. Quenched and Tempered Alloy Steel Bolts for Structural Steel Joints.
- ASTM 1502. Specifications for Structural Rivets. Grade 1 or Grade 2, latest edition.

- AWS A5.1. Specifications for Mild Steel Covered Arc-Welding Electrodes.
- AWS A5.5. Specifications for Low-Alloy Steel Covered Arc-Welding Electrodes.
- AWS A5.17. Specifications for Bare Mild Steel Electrodes and Fluxes for Submerged Arc Welding.
- AWS A5.18. Specifications for Mild Steel Electrodes for Gas Metal Arc Welding.
- AWS A5.20. Mild Steel Electrodes for Flux-Cored-Arc Welding.
- AWS Sec. 2 Recommended Practices for Resistance Welding. Tables 26.1 y 26.2.
- AWS Art. 422. Requirements for Electroslag and Electrode Gas Welding.
- AISC. Manual of Steel Construction – Seventh Edition.
- AISI. Cold-Formed Steel Design Manual, latest edition.
- ASIE. Specifications for the Design and Construction of Mill Buildings.
- “Código de Diseño de Hormigón Armado”, basado en el ACI 318-95, incluyendo Capítulo 21.
- American Iron and Steel Institute, AISI “Specification for the Design of Cold Formed Steel Structural Members”.
- Manual of Steel Construction Allowable Stress Design, American Institute of Steel Construction Inc., 9ª Edition.
- UBC 97. Uniform Building Code,
- Código ACI 318-99. Diseño y calculo de elementos y estructuras de hormigón armado.
- NCh 430-2007. Hormigón Armado – Requisitos de diseño y cálculo
- NCh 148. Cemento – Terminología, clasificación y especificaciones generales.
- NCh 163. Áridos para morteros y hormigones – Requisitos generales.
- NCh 170. Hormigón – Requisitos generales.
- NCh 204. Acero – Barras laminadas en caliente para hormigón armado.
- NCh 1174. Construcción – Alambre de acero, los o con entalladuras, de grado AT56-50H, en forma de barras rectas – Condiciones de uso en el hormigón armado.
- NCh 1498. Hormigón – Agua de amasado – Requisitos.
- NCh 1573. Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso.
- NCh 1934. Hormigón preparado en central hormigonera.
- NCh 2182. Hormigón y mortero – Aditivos – Clasificación y requisitos.
- NCh 2369. Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
- AC 133. Acceptance Criteria for Mechanical Connectors for Steel Bar Reinforcement.
- ACI 318S. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario.
- ACI 318M. Building Code Requirements for Reinforced Concrete and Commentary.

12.3. Muros de hormigón armado

Los elementos a diseñar y construir deberán cumplir con los requerimientos de las Normas y Reglamentos que sean aplicables, utilizando la última versión de cada uno de ellos. En particular serán aplicables:

- Código ACI 318-99. Diseño y calculo de elementos y estructuras de hormigón armado.
- NCh 430-2007. Hormigón Armado – Requisitos de diseño y cálculo.
- NCh 148. Cemento – Terminología, clasificación y especificaciones generales.
- NCh 163. Áridos para morteros y hormigones – Requisitos generales.
- NCh 170. Hormigón – Requisitos generales.
- NCh 204. Acero – Barras laminadas en caliente para hormigón armado.
- NCh 433. Diseño sísmico de edificios.
- NCh 1174. Construcción – Alambre de acero, los o con entalladuras, de grado AT56-50H, en forma de barras rectas – Condiciones de uso en el hormigón armado.
- NCh 1498. Hormigón – Agua de amasado – Requisitos.
- NCh 1573. Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso.
- NCh 1934. Hormigón preparado en central hormigonera.
- NCh 2182. Hormigón y mortero – Aditivos – Clasificación y requisitos.

- NCh 2369. Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
- AC 133. Acceptance Criteria for Mechanical Connectors for Steel Bar Reinforcement.
- ACI 318S. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario.
- ACI 318M. Building Code Requirements for Reinforced Concrete and Commentary.

12.4. Instalación eléctrica e iluminación

La instalación se diseñará con base a la Norma NCh Elec. 4/2003 Electricidad. Instalaciones de consumo en baja tensión. Además este diseño y las pruebas con las cuales deben cumplir, estarán en conformidad con las últimas ediciones de los siguientes códigos y/o normas aplicables:

- NSEC Normas de la Superintendencia de Electricidad Combustibles (SEC)
- IEC International Electro Technical Commission
- IES Illumination Engineer's Society
- ANSI American National Standards Institute
- IEEE Institute of Electrical and Electronic Engineers
- ASTM American Society for Testing Materials
- NEMA National Electrical Manufacturer's Association
- NEC National Electrical Code
- UL Underwriters Laboratories
- NFPA National Fire Protection Association
- ICEA Insulated Cable Engineers Association
- INN Normas Chilenas (Instituto Nacional de Normalización)
- UNE Conjunto de Normas tecnológicas en España

El proyecto eléctrico y construcción también deberá cumplir con los códigos y reglamentos nacionales aplicables SEC).

12.5. Instalación agua potable

Las obras sanitarias a diseñar y construir, deberán cumplir con los requerimientos de las Normas y Reglamentos que sean aplicables, utilizando la última versión de cada uno de ellos. En particular serán aplicables:

- "Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado" (RIDAA), Decreto MOP 50/2002.
- "Manual de Normas Técnicas para la Realización de las Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado", D.S. M.O.P. N°70/81.
- Planos tipo de ex-SENDOS.
- "Ingeniería Sanitaria. Presentación y Contenido de Proyectos de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado (NCh1104 Of.78).
- "Arquitectura y Construcción. Designación Gráfica de Elementos para Instalaciones Sanitarias (NCh711 Of.71).
- "Especificaciones Técnicas Sobre Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable Diseño y Cálculo – Requisitos" (Resolución ex-SENDOS N°1386 del 23/04/87).

12.6. Instalación saneamiento

Las obras sanitarias a diseñar y construir, deberán cumplir con los requerimientos de las Normas y Reglamentos que sean aplicables, utilizando la última versión de cada uno de ellos. En particular serán aplicables:

- "Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado" (RIDAA), Decreto MOP 50/2002.
- Planos tipo de ex-SENDOS.
- "Ingeniería Sanitaria. Presentación y Contenido de Proyectos de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado (NCh1104 Of.78).
- "Arquitectura y Construcción. Designación Gráfica de Elementos para Instalaciones Sanitarias (NCh711 Of.71).
- "Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable – Diseño. Cálculo y Requisitos de las Redes Interiores" (NCh2485 Of.2000).

12.7. Instalación contra incendios

Normas generales sobre prevención de incendio en edificios:

- NCh 933 Terminología.
- NCh 934 Clasificación de fuegos.

Normas de resistencia al fuego:

- NCh 935/1 Ensaye de resistencia al fuego - Parte 1: Elementos de construcción general.
- NCh 935/2 Ensaye de resistencia al fuego - Parte 2: Puertas y otros elementos de cierre.
- NCh 2209 Ensaye del comportamiento al fuego de elementos de construcción vidriados.

Normas sobre cargas combustibles en edificios:

- NCh 1914/1 Ensaye de reacción al fuego - Parte 1: Determinación de la no combustibilidad de materiales de construcción.
- NCh 1914/2 Ensaye de reacción al fuego - Parte 2: Determinación del calor de combustión de materiales en general.
- NCh 1916 Determinación de cargas combustibles.
- NCh 1993 Clasificación de los edificios según su carga combustible.

Normas sobre comportamiento al fuego:

- NCh 1974 Pinturas - Determinación del retardo al fuego.
- NCh 1977 Determinación del comportamiento de revestimientos textiles a la acción de una llama.
- NCh 1979 Determinación del comportamiento de telas a la acción de una llama.

Normas sobre señalización en edificios:

- NCh 2111 Señales de seguridad.
- NCh 2189 Condiciones básicas.

Normas sobre elementos de protección y combate contra incendios:

- NCh 1429 Extintores portátiles - Terminología y definiciones.
- NCh 1430 Extintores portátiles - Características y rotulación.
- NCh 1433 Ubicación y señalización de los extintores portátiles.
- NCh 1646 Grifo de incendio - Tipo columna de 100 mm - Diámetro nominal.

Normas sobre rociadores automáticos:

- NCh 2095/1 Sistemas de rociadores- Parte 1: Terminología, características y clasificación.
- NCh 2095/2 Sistemas de rociadores- Parte 2: Equipos y componentes.
- NCh 2095/3 Sistemas de rociadores- Parte 3: Requisitos de los sistemas y de instalación.
- NCh 2095/4 Sistemas de rociadores- Parte 4: Diseño, planos y cálculos.
- NCh 2095/5 Sistemas de rociadores- Parte 5: Suministro de agua.
- NCh 2095/6 Sistemas de rociadores- Parte 6: Recepción del sistema y mantención.

12.8. Pavimentos

Las pavimentaciones deberán estar acorde a lo estipulado en la Ley General de Urbanismo y Construcciones y su Ordenanza.

12.9. Depósito de combustibles

El depósito de combustible y su recinto deberá cumplir con los requerimientos de las Normas y Reglamentos que sean aplicables, utilizando la última versión de cada uno de ellos. En particular serán aplicables:

- Decreto Supremo N° 379/85 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, publicado en el Diario Oficial del 19 de Marzo de 1986, por el que se aprueba el reglamento sobre requisitos mínimos de seguridad para el almacenamiento y manipulación de combustibles líquidos derivados del petróleo destinados a consumos propios.
- Norma NCh 389 Of. 1972. Sustancias peligrosas - Almacenamiento de sólidos, líquidos y gases inflamables - Medidas generales de seguridad
- D.E. 278/82. La clasificación de los líquidos inflamables.

12.10. Aire

- Norma: DS N° 58 de 2003. Reformula y actualiza Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA). Fecha de Publicación: 29 de enero del 2004.
- Norma: Resolución N° 1215, Normas Sanitarias Mínimas Destinadas a Prevenir y Controlar la Contaminación Atmosférica. Fecha de publicación: 22 de junio 1978 (sin publicación en Diario Oficial).
- Norma: DS N° 144, Normas para Evitar Emanaciones o Contaminación de Cualquier Naturaleza. Fecha de publicación: 2 de mayo de 1961.
- Norma: DS N° 75 .Establece Condiciones para el Transporte de Carga. Fecha de publicación: 7 de julio de 1987.

- Norma: DS N° 59 de 1998 y modificaciones posteriores. Fecha de publicación. 25 de mayo de 1998
- Norma: DS N° 458, que contiene la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Fecha de Publicación: 2001.
- Norma: D.S. N° 47/92 Ordenanza General de la Ley de Urbanismo y Construcciones. Fecha de publicación. 16 abril de 1972.
- Norma: D.S. N° 146 de 1997. Fecha de publicación: 17 de abril de 1998.

12.11. Agua

- DFL 1.122, Código de Aguas. Fecha de Publicación: 29 de octubre de 1981
- Norma: Norma Chilena NCH 409-01 Of.05, Declarada Norma Chilena Oficial de la república por Decreto N° 446 del 16 de junio de 2006. Fecha de publicación: 27 de junio de 2006.
- Norma: D.S. 609/98 y D.S. 3.592/2000. Establece Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado. Fecha de Publicación: 20 de Julio de 1998 y 26 de Septiembre de 2000.
- Norma: D.S. N° 90, Establece Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Fecha de Publicación: 7 de marzo de 2001.
- Norma: DFL 382, Ley General de Servicios Sanitarios y las modificaciones introducidas por la Ley 18.885, Ley N° 19.549, Ley 19.293, Ley 18.902, Ley N° 19.046, Ley N° 19.290 y Ley N° 18.986. Fecha de Publicación: 21 de junio de 1989.
- Norma: Norma Chilena NCH 409-01 Of.05, Declarada Norma Chilena Oficial de la república por Decreto N° 446 del 16 de junio de 2006. Fecha de Publicación 27 de junio de 2006.

12.12. Suelo y Aspectos territoriales

- Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) y sus modificaciones. Fecha de Publicación: 6 de octubre de 1994.
- Norma: Ord. N° 6014, Características finales de los para ser tratados como residuos sólidos. Fecha de Publicación: 23 de julio de 1993.
- Norma: Resolución 5081: Establece Sistema de Declaración y Seguimiento de Desechos Sólidos Industriales. Fecha de Publicación. 18 de Marzo de 1993.

12.13. Fauna

- Ley N° 19.473 sobre caza. Fecha de Publicación: 27 de septiembre de 1996.

12.14. Patrimonio Arqueológico y Cultural

- Norma: Ley N° 17.288 sobre Monumentos Nacionales. Fecha de publicación: 4 de febrero de 1970.
- Norma: DS. N° 484, Reglamento de la Ley de Monumentos Nacionales. Fecha de publicación 2 de abril de 1991.

12.15. Ruido

- Norma: D.S. N° 146/97 sobre Contaminación acústica generada por la emisión de ruido de fuentes fijas (industrias, talleres, faenas constructivas, discotecas, etc.). Fecha de Publicación: 17 de abril de 1998.

12.16. Residuos

- Norma: Decreto Ley N° 3.557 de 1980. Establece disposiciones sobre protección agrícola. Fecha de publicación: 9 de febrero de 1981.
- Resolución 5.081. Establece el Sistema de Declaración y Seguimiento de Desechos Sólidos Industriales Fecha de Publicación 1993.
- Norma: D.F.L. N° 725 de 1967, Código Sanitario. Fecha de Publicación: 31 de enero de 1968.
- Norma: D.S N° 148 Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos. Fecha de publicación 12 de junio 2003.
- Norma: NCh 2880. Of2004: "Compost - Clasificación y requisitos". Fecha de publicación 22 de febrero 2005.

12.17. Condiciones de trabajo

- Norma: DS N° 594 de 1999 y modificaciones posteriores. Fecha de publicación: 29 de noviembre de 2000.
- Norma: DS N° 90. Aprueba Reglamento de Seguridad para el almacenamiento, refinación, transporte y expendio al público de combustibles líquidos derivados del petróleo. Fecha de publicación 1996.
- Norma: DS N° 379 de 1985. Reglamento Sobre Requisitos Mínimos de Seguridad para el Almacenamiento y Manipulación de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo, Destinados a Consumos Propios. Fecha de Publicación: 1° de Marzo de 1986.

12.18. Transporte

- Norma: Resolución N° 1, "Establece dimensiones Máximas a Vehículos que Indica". Fecha de Publicación 21 enero 1995.
- Norma: DFL N° 850 Ley orgánica del MOP. Fecha de Publicación: 1998.
- Norma: D.S. N° 158 "Fija el Peso Máximo de los Vehículos que pueden Circular por Caminos Públicos". Fecha de Publicación 07 de Julio 1980.

Índice

1.	<i>Características geográficas de la Región Metropolitana</i>	1
2.	<i>Características meteorológicas de la Región Metropolitana.....</i>	1
3.	<i>Política y gobierno</i>	2
3.1.	<i>Administración.....</i>	2
3.2.	<i>Estructura local</i>	2
3.3.	<i>Capital de Chile</i>	4
3.4.	<i>Símbolos de la ciudad.....</i>	5
4.	<i>Geografía.....</i>	6
4.1.	<i>Geología y relieve.....</i>	6
4.2.	<i>Hidrografía.....</i>	6
4.3.	<i>Clima</i>	7
4.4.	<i>Medioambiente</i>	8
5.	<i>Demografía.....</i>	10
5.1.	<i>Distribución de la población</i>	11
6.	<i>Economía.....</i>	12

1. Características geográficas de la Región Metropolitana

La Región Metropolitana de Santiago de Chile tiene una superficie de 15.554,5 km², donde el 85,7% corresponde a terrenos montañosos, 11% a superficie destinada a la agricultura y 3,3% a espacios urbanizados¹. Es una región mediterránea, que se ubica entre la Cordillera de los Andes y de la Costa, en la que predominan los relieves montañosos que encierran hacia el centro de la región una amplia y extensa cuenca, la de Santiago. Por el norte, el cordón montañoso de Chacabuco la separa de la región de Valparaíso y por el sur, los cerros de Angostura y Chada -en Paine- constituyen el límite con la Sexta Región.

La cuenca de Santiago está limitada al oriente por los faldeos de la cordillera de los Andes, con cerros que superan los 3.200 metros sobre el nivel del mar (msnm) (Cerro Ramón). Por el oeste, la Cordillera de la Costa alcanza alturas sobre 2.000 msnm. (Cerro Roble Alto), siendo interrumpida por el valle del Río Maipo, que abre la cuenca hacia el sector sudoeste. Más al sur, el macizo de Alhué (Cerro Cantillana) supera los 2.200 m de altitud.

Los cerros que rodean la planicie central imponen fuertes restricciones en la circulación de vientos, y por tanto, a la renovación del aire al interior de la cuenca. Por ello, en épocas de estabilidad atmosférica los contaminantes quedan atrapados dentro de la cuenca que alberga a la ciudad de Santiago.

2. Características meteorológicas de la Región Metropolitana

Las características meteorológicas de la Región Metropolitana son desfavorables para la eliminación de contaminantes atmosféricos desde la cuenca, especialmente durante el periodo otoño-invierno. En este periodo, la variación de las concentraciones de contaminantes están determinadas, tanto por el desarrollo de la capa de mezcla y los flujos de viento local, como por los fenómenos de estabilidad del aire, especialmente durante la noche donde se produce una fuerte disminución de la ventilación regional.

La presencia del Anticiclón Subtropical del Pacífico marca, durante gran parte del año, la aparición del fenómeno de inversión térmica. Lo anterior favorece la generación de una capa de aire muy estable cerca de la superficie que alcanza en invierno alturas promedio de 500 metros, que inhibe la turbulencia y el movimiento vertical del aire en la cuenca, generando su confinamiento del aire y consiguiente acumulación y formación de contaminantes.

Durante el periodo estival, el calentamiento superficial permite la erosión de la capa de inversión térmica sobre la cuenca, lo que se traduce en un mejoramiento significativo de la ventilación. Sin embargo, la emisión de compuestos nitrogenados y de compuestos orgánicos, además de la disponibilidad de radiación solar, favorecen la formación de compuestos fotoquímicos, generando el aumento en las concentraciones de ozono troposférico.

¹ Informe anual de Medio Ambiente (2008)

3. Política y gobierno

3.1. Administración

A diferencia de otras grandes ciudades y áreas metropolitanas del mundo, Santiago de Chile carece de un gobierno metropolitano encargado de su administración, la cual actualmente es repartida por diversas autoridades, lo que complica el funcionamiento de la ciudad como una única entidad.²

Con la actual estructura territorial del país, éste se divide en tres niveles (regiones, provincias y comunas), pero Santiago no se ajusta perfectamente con ninguna de ellos. Aunque la Región Metropolitana de Santiago fue creada en 1976 para englobar un área metropolitana creada dos años antes, a partir de la antigua provincia de Santiago, ésta incluye una serie de localidades alejadas de la urbe principal, como Melipilla o Talagante. A nivel provincial, el Gran Santiago sobrepasa los límites de la actual Provincia de Santiago, incluyendo a las de Cordillera, Maipo y Talagante. A nivel comunal, la ciudad está compuesta por una treintena de éstas.

En general, dos tipos de órganos son las que intervienen en la administración de la ciudad. Por un lado, están las treinta y seis municipalidades, encargadas de la administración local de cada comuna, y dirigidas por un alcalde y asesorado por un concejo, electos por votación popular; mientras que el encargado de la administración superior de la Región Metropolitana es el Gobierno Regional, formado por el Consejo Regional, electo indirectamente, y el Intendente, que lo preside y es designado directamente por el Presidente de la República; además, al mismo Intendente le corresponde el gobierno de la región, como representante natural e inmediato del Presidente de la República, actuando en general, dentro de sus posibilidades, como coordinador para las materias que afecten a varias comunas. Desde marzo de 2010, el cargo de Intendente Metropolitano de Santiago es desempeñado por Fernando Echeverría.



Fig 1. Intendencia Metropolitana, sede del gobierno de la Región Metropolitana de Santiago.

Cuando se creó la Región Metropolitana de Santiago, no se creó la figura de gobernador provincial, para la provincia de Santiago, y en su lugar quedó a cargo el propio Intendente. En 2001, se creó el cargo de "Delegado provincial", que ejerce las funciones de gobernador, en representación del Intendente, aunque posee un rol bastante menor, al igual que los propios gobernadores provinciales del país.

3.2. Estructura local

En la época colonial, el encargado de la administración local era el Cabildo de la ciudad, que cambió de denominación a Municipalidad con la Constitución de 1823. Desde 1833, toda la ciudad y las localidades del departamento fueron administradas por la misma municipalidad, que comenzó a ser denominada "municipalidad departamental", y que era presidida por el intendente provincial. La elección de los municipales (3 alcaldes y regidores) se introdujo en 1876.

² Pontificia Universidad Católica de Chile (2004), Boletín de Políticas Públicas: Una autoridad metropolitana para Santiago

ANEJO 1: CARACTERÍSTICAS REGIÓN METROPOLITANA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Con el paso de los años y la constante expansión de la ciudad, fue necesaria la división del territorio, con el fin de mejorar la administración y aumentar la participación local en la toma de decisiones. En 1891, se dicta la Ley de Organización y Atribuciones de las Municipalidades (más conocida como Ley de Comuna Autónoma), que en el caso de Santiago estipulaba la creación de 10 circunscripciones, compuestas por una "junta local" de tres municipales electos y que unidas conformarían la municipalidad. El Decreto de Creación de Municipalidades dividió definitivamente los departamentos en nuevos municipios que agrupaban una o más subdelegaciones alejadas de la cabecera departamental. La municipalidad de Santiago quedó compuesta por las circunscripciones de Santa Lucía, Santa Ana, Portales, Estación, Cañadilla, Recoleta, Maestranza, Universidad, San Lázaro y Parque Cousiño. Además se crean otras municipalidades rurales en torno a la ciudad: Ñuñoa, Maipú, Colina, Lampa y Renca, las cuales con el paso de los años seguirían subdividiéndose en nuevas municipalidades.



Fig 2. Edificio de la Ilustre Municipalidad de Santiago. Aunque originalmente era la encargada de la administración de toda la ciudad, desde 1891 sus competencias se limitaron al casco antiguo de la ciudad debido a la creación de nuevas entidades territoriales.

Posteriormente, con la Constitución de 1925 surge en Chile la comuna como la división territorial de una municipalidad. En este nuevo marco constitucional, la comuna –división administrativa– equivale a la subdelegación –división política–. En 1927, se integra al departamento de Santiago el de La Victoria, que tenía como cabecera la ciudad de San Bernardo, y se suprimen las 10 comunas urbanas y se crea la comuna de Santiago, administrada por la municipalidad homónima. En las décadas siguientes, son creados cuatro nuevos departamentos (San Bernardo, Talagante, Puente Alto y Presidente Aguirre Cerda), creándose nuevos núcleos urbanos, mientras varias de las comunas de carácter rural son alcanzadas por la expansión de la urbe santiaguina.

Con el proceso de regionalización de los años 1970, se suprimen los departamentos, organizándose el país, a nivel local, en comunas administradas por municipalidades; además en 1974 se crea el Área Metropolitana de Santiago, que comprendía la antigua provincia de Santiago, con exclusión del departamento de San Antonio, y cuyo régimen de gobierno y administración se fijaría por una ley especial. Sin embargo, en 1976 pasó a ser la Región Metropolitana, dividida en tres provincias, y éstas en comunas.

En la actualidad, la ciudad de Santiago se expande a lo largo de treinta y seis comunas de acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas; veintiséis de éstas están completamente urbanizadas y las restantes de manera parcial. De las 36 comunas, están las 32 que conforman la provincia de Santiago, dos de la provincia de Cordillera y una de la de Talagante y de la del Maipo. A éstas se suman las localidades de La Obraj Las Vertientes, pertenecientes a la comuna de San José de Maipo, y que han sido absorbidas por el Gran Santiago.

ANEJO 1: CARACTERÍSTICAS REGIÓN METROPOLITANA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.



Fig 3. Comunas de Santiago de Chile.

En el año 2006, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile (MINVU) realizó un estudio en el que definió como parte del "Santiago Metropolitano", además de los mencionados anteriormente, a los sectores urbanos de la comuna de Peñaflo, la ciudad de Colina y las localidades de Alto Jahuel, Buin y Viluco en la comuna de Buin, Bajos de San Agustín en Calera de Tango y Bатуco, Estación Colina y Lampa, en la comuna de Lampa.³

3.3. Capital de Chile

Desde su fundación, Santiago ha sido la capital de Chile y su principal ciudad. Durante la época colonial, el Gobernador del Reyno de Chile mantenía su residencia frente a la Plaza de Armas –sin perjuicio de que Concepción fuese el centro de las acciones militares a inicios de la Guerra de Arauco, pasando el gobernador largas temporadas en dicha ciudad– y la Real Audiencia tuvo su sede en la ciudad desde 1609 hasta 1811, siendo reabierta durante la Reconquista (1814-1818).

Con la independencia del país, la capitalidad se mantuvo en Santiago, donde se asentaron las nuevas instituciones políticas. Los órganos representantes de los tres poderes del Estado permanecieron en Santiago desde esa época, a excepción del Congreso Nacional que sesionó

³ Observatorio Urbano MINVU (2008). «Datos de la ciudad de Santiago Metropolitano».

ANEJO 1: CARACTERÍSTICAS REGIÓN METROPOLITANA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

en Valparaíso durante 1828 y fue trasladado a dicha ciudad en 1990 con el fin de promover la descentralización del poder. A pesar de ello, buena parte de la actividad política sigue desarrollándose en Santiago, por lo que en varias oportunidades se ha debatido la posibilidad de retornar la sede del Congreso a la capital nacional.⁴

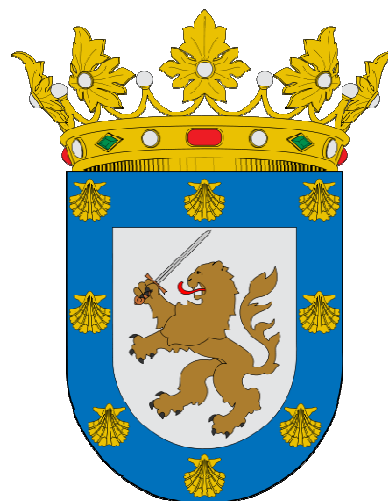


La sede es la sede del Congreso, el jefe de Estado.

La gran mayoría de los servicios públicos e instituciones del Estado de carácter nacional tienen sede principal en Santiago, siendo muy pocas las excepciones, entre las que se cuentan a la Comandancia en Jefe de la Armada de Chile, la Subsecretaría de Pesca, el Servicio Nacional de Pesca, el Servicio Nacional de Aduanas y el Consejo Nacional de la Cultura y las Artes, localizadas en Valparaíso, el Instituto Forestal en San Pedro de la Paz y el Instituto Antártico Chileno en Punta Arenas.

3.4. Símbolos de la ciudad

Santiago recibió el título de ciudad el 12 de febrero de 1552 por parte del Imperio español; con dicho título, la ciudad necesitaba un escudo de armas que representara los honores otorgados por la monarquía. Así, el emperador Carlos V otorgó el escudo correspondiente a la ciudad, el 5 de abril del mismo año. La cédula que concedía dicho honor decía:



Este es el escudo de la ciudad de Santiago.

... por cuanto Alonso de Aguilera, Procurador General de las provincias de Chile, en nombre de la ciudad de Santiago, [...] y nos suplicó que en dicho nombre, que acatando lo susodicho mandásemos señales por armas a la dicha ciudad, según como las tenían las otras ciudades y villas de las nuestras Indias o como nuestra merced fuese; Y Nos, acatando lo susodicho, tuvimoslo por bien, y por la presente hacemos merced, queremos y mandamos que agora y de aquí adelante la dicha ciudad de Santiago haya y tenga por sus armas conocidas un escudo que haya en él un león de su color, con su espada desnuda en la mano en campo de plata y por orla ocho veneras de oro en campo azul, según que aquí va pintado y figurado, en un escudo a tal como este; Las cuales dichas armas damos a la dicha ciudad con sus armas e divisas

Dicho escudo fue utilizado durante la época colonial, pero durante el siglo XIX perdió uso y en 1863 fue adoptado un nuevo emblema el cual consistía de una imagen de las montañas y el campo en el fondo con el emblema "Mapocho" al centro. Este escudo duraría unos años hasta que en 1913 fuera readoptado el escudo de origen hispano.⁵ Posteriormente, sería adoptada una bandera compuesta por dos franjas verticales en color azul y dorado sobre las cuales se impone el escudo de armas.

Con la expansión de la ciudad y su posterior división en comunas, éstas adoptaron sus emblemas propios quedando el uso tanto del escudo como de la bandera restringidos únicamente a la comuna de Santiago.

⁴ Senado de Chile (14 de marzo de 2006). «Polémica genera iniciativa de diputados que deroga ley que fija el domicilio del Congreso en Valparaíso».

⁵ Municipalidad de Santiago. «Escudo de armas».

4. Geografía

4.1. Geología y relieve

En la actualidad, Santiago yace principalmente en el llano de la cuenca, con una altitud entre los 400 en las zonas más occidentales y llegando a los 540 en la Plaza Baquedano,⁶ presentando algunos lomajes en el sector de Cerrillos. El área metropolitana ha rodeado a algunos de estos cerros islas, como en el caso del cerro Santa Lucía, el cerro Blanco, el Calán y el Renca, que con 800 msnm es el punto a mayor altitud de la ciudad. Al sudoeste de la ciudad existe un cordón rocoso de varios cerros islas, dentro del que destaca el cerro Chena. Hacia el poniente también se presentan algunas de las principales alturas de la Cordillera de la Costa, como el cerro Roble Alto con 2.185 metros de altitud, siendo la zona del río Maipo la única en que la cordillera pierde altitud.



Durante las últimas décadas, el crecimiento urbano ha expandido los límites de la ciudad hacia el sector oriente acercándose hacia la Precordillera andina, habitando los conos de deyección existentes. Incluso en zonas como La Dehesa, Lo Curro y El Arrayán, se ha llegado a superar la barrera de los 1.000 metros de altitud.³ Algunas estribaciones de baja altura se desprenden de los Andes y se adentran en la cuenca, como es el caso del cordón montañoso del cerro La Pirámide y el cerro San Cristóbal, en el sector nororiente de Santiago.

ón Metropolitana,
zo y los principales

Al oriente, se alza maciza la llamada Sierra de Ramón, una cadena montañosa formada en los contrafuertes de la Precordillera debido a la acción de la falla de Ramón, alcanzando los 3.296 msnm en el cerro de Ramón. 20 km más al oriente, se encuentra la Cordillera de los Andes con sus cadenas de montañas y volcanes, muchos de los cuales superan los 6.000msnm y en los que se mantienen algunos glaciares. El más alto es el volcán Tupungatito con 6.570 msnm,⁷ ubicado cerca del volcán Tupungatito, de 5.913 metros de altitud. Hacia el nororiente se ubican el cerro El Plomo (5.424 msnm) y el Nevado El Plomo con 6.070 metros de altitud. Hacia el sureste de la capital, en tanto, se ubican el Nevado Los Piuquenes (6.019 msnm), el volcán San José (5.856 msnm) y el volcán Maipo (5.323 msnm). De estas cimas, tanto el Tupungatito como el San José y el Maipo son volcanes activos.

4.2. Hidrografía

La ciudad de Santiago está enclavada en la cuenca hidrográfica del río Maipo, que abarca una superficie aproximada de 15.380 km². El cauce principal nace en la cordillera al sureste de Santiago, en los faldeos del volcán homónimo y desciende por la cordillera en forma de un cañón conocido como el Cajón del Maipo. En esta zona confluyen tres importantes cauces tributarios: el río Volcán que nace bajo el volcán San José y presenta



⁶ Pontificia Universidad Católica de Chile (2001). «Contaminación atmosférica. Casos de estudio: Santiago de Chile».

⁷ Peaklist (2007). «Argentina and Chile Central, Ultra-Prominen

cho en el sector

ANEJO 1: CARACTERÍSTICAS REGIÓN METROPOLITANA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

algunas termas como Baños Morales, el río Yeso en cuyo cauce superior se localiza el embalse El Yeso, que es la principal reserva de agua potable para toda la Región Metropolitana, y el río Colorado. Tras salir de la zona de la precordillera, el Maipo ingresa a la cuenca de Santiago, acercándose al radio urbano de la ciudad marcando la frontera entre la comuna de Puente Alto y la recién incorporada comuna de Pirque. Posteriormente el río se aleja hacia el suroeste, siendo de gran importancia para el desarrollo agrícola en las zonas rurales en torno a Santiago, para seguir finalmente su camino hacia el Océano Pacífico, desembocando en la localidad de Lolleo, en la V Región de Valparaíso.

Sin embargo, el río más importante para la ciudad es el río Mapocho, en cuyas riberas se forjó la urbe en la época colonial. El Mapocho es el principal afluente del Maipo, juntándose con éste en el sector de El Monte, al suroeste de la conurbación, luego de su largo recorrido desde su nacimiento. El río surge por la confluencia de varios esteros de la zona nororiente de los Andes de la Región Metropolitana y posteriormente baja hasta el llano a través de desfiladeros de la Precordillera y penetra directamente en la zona oriente de la ciudad. El Mapocho cruza en sentido este-oeste cerca de veinte comunas metropolitanas antes de salir por la zona de Pudahuel para luego recorrer zonas agrícolas hasta llegar a El Monte. El régimen del río es mixto, variando entre nival en las zonas más altas y pluvio-nival en las más bajas; durante el año, su caudal puede variar entre los 13,6 m³/s durante noviembre y los 2,3 m³/s de abril.⁸ Con el fin de poder tener más cerca el agua para el desarrollo agrícola de la cuenca, fueron construidos durante el siglo XIX diversos canales de regadío que conectaban el Mapocho con el Maipo, como es el caso del canal San Carlos y el canal Las Perdices. Otros cauces fueron construidos para la canalización de las aguas lluvias provenientes de la cordillera, como elzanjón de la Aguada.

4.3. Clima

El clima de la ciudad de Santiago corresponde a un clima templado-cálido con lluvias invernales y estación seca prolongada,⁹ más conocido como clima mediterráneo continentalizado.

Dentro de las principales características climáticas de Santiago se encuentra la concentración de cerca del 80% de las precipitaciones durante los meses del invierno austral (mayo a septiembre), variando entre 50 y 80 mm de agua caída entre estos meses. Dicha cantidad contrasta con las cifras de los meses correspondientes a una estación muy seca, producida por un dominio anticiclónico ininterrumpido por cerca de siete u ocho meses, principalmente durante los meses de verano, entre diciembre y marzo. En esta estación, el agua caída no supera en promedio los 4 mm. Estas precipitaciones son generalmente compuestas únicamente por lluvia, puesto que la caída de nieve y granizo se produce principalmente en los sectores de la Precordillera sobre los 1.500 msnm; en algunas ocasiones, las nevazones afectan a la ciudad pero sólo en sus sectores más orientales, siendo en muy raras oportunidades extendidas al resto de la urbe.

En cuanto a las temperaturas, éstas varían a lo largo del año, pasando de una media de 20 °C durante el mes de enero a los 8 °C de junio y julio. En el verano, Santiago es caluroso, llegando con facilidad por sobre los 30 °C y su máximo histórico es de 37,2 °C en 1915,¹⁰ mientras que las noches suelen ser agradables y ligeramente frescas sin bajar de los 15 °C. Por su parte, en

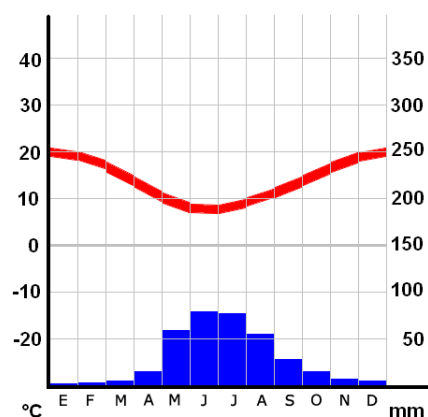


Fig 8. Climograma de Santiago.

⁸ Instituto Panamericano de Geografía e Historia. «Atlas continental del agua en América: Río Mapocho».

⁹ Dirección Meteorológica de Chile. «Climas de la Región Metropolitana».

¹⁰ La Tercera (10 de febrero de 2005). «Temperatura en Santiago alcanza el cuarto registro más alto en 90 años».

ANEJO 1: CARACTERÍSTICAS REGIÓN METROPOLITANA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

los meses de otoño e invierno la temperatura desciende y se sitúa algo más bajo de los 10 °C; la temperatura incluso puede bajar levemente de los 0 °C, especialmente durante la madrugada, siendo su mínimo histórico de -6,8 °C en 1976.¹¹

Tabla 1. Datos obtenidos entre 1867 y 1990 en la estación meteorológica de Pudahuel.

Clima de Santiago de Chile													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Temperatura media (°C)	20,0	19,3	17,0	13,8	10,5	8,0	7,8	9,1	11,3	13,8	16,6	19,1	13,9
Precipitación (mm)	1,2	2,1	4,2	13,7	58,0	78,2	75,5	54,2	26,7	13,6	6,1	3,9	338,2

FUENTE: WorldClimate.com. «Climate data for 33°S 70°W».

La ubicación de Santiago dentro de una cuenca es uno de los factores más importantes del clima de la ciudad. La cordillera costera sirve como "biombo climático" al oponerse a la propagación de la influencia marina, lo que contribuye al aumento de la oscilación térmica anual y diaria (la diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas diarias pueden llegar a los 14 °C) y el mantenimiento de una humedad relativa baja cercana a un promedio anual de 70%.¹² Además, evita el ingreso de masas de aire a excepción de cierta nubosidad baja costera que penetra a la cuenca a través de los valles fluviales.

Los vientos predominantes tienen una dirección desde el suroeste, con una intensidad media de 15 km/h, especialmente durante el verano puesto que en el invierno predominan las calmas.

4.4. Medioambiente

La ciudad de Santiago se ubica en una zona ecológica de tipo esclerófilo¹³ conocida como matorral chileno, la cual ha sido fuertemente modificada debido a la utilización de los suelos con fines agrícolas o de expansión urbana. Esto ha producido una rápida degradación de los suelos y la erosión de éstos,¹⁴ lo que ha generado un proceso de desertificación, agravado por la utilización de las aguas subterráneas para el consumo humano, los incendios forestales y el secado de pantanos, entre otros.¹⁵ A pesar de ello, aún quedan algunos reductos de gran importancia para la biodiversidad, como la quebrada de la Plata o la quebrada de Ramón,¹⁶ a lo que se suman las áreas silvestres protegidas ubicadas en los sectores interiores de los Andes.

Dentro de la ciudad, en tanto, el número de áreas verdes alcanzaba hacia 1992 una superficie de 2.686 ha públicas y 2.625 privadas, equivalentes al 2,5% del área urbana consolidada. Considerando dichas cifras, el promedio por cada santiaguino era de 5,7 m² de área verde, por debajo de los 9 m² recomendados por la OMS. Sin embargo, dicha cifra es mucho más baja en la actualidad: mientras la ciudad crece cerca de 1.000 hectáreas al año, sólo 8 hectáreas de áreas verdes se crean. A esto hay que sumar el hecho de que del número de hectáreas de espacios verdes, la mitad corresponde a cerros islas que poseen poca vegetación o carecen de ella. Así, descontando estas zonas las cifras se acercarían a 1,5 m² de áreas verdes por habitante. Las cifras, además, presentan gran variación dependiendo de la zona de la ciudad: mientras en el sector oriente se llega a los 20 m² por habitante, en el sector sur apenas logran superar 1 m².¹⁷

¹¹ La Tercera (11 de junio de 2007). «Nueva temperatura récord en Santiago: -4,9 grados».

¹² Dirección Meteorológica de Chile. «Climas de la Región Metropolitana».

¹³ Esclerófilo es un tipo de vegetación que posee hojas duras y entrenudos cortos (los entrenudos son las distancias entre las hojas y el pedúnculo). El término esclerófilo proviene de los vocablos griegos sclero(duro) y phyllon (hoja).

¹⁴ SINIA. «Diagnóstico de los suelos de la Región Metropolitana» (PDF).

¹⁵ CONAMA-RM. «La naturaleza que rodea nuestra región».

¹⁶ SINIA. «Biodiversidad en la Región Metropolitana»

¹⁷ CONAMA-RM. «La naturaleza que rodea nuestra región».

ANEJO 1: CARACTERÍSTICAS REGIÓN METROPOLITANA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Un grave problema medioambiental que sufre Santiago corresponde a la contaminación atmosférica existente. El enclaustramiento de la ciudad produce la acumulación de una capa de esmog sobre la ciudad desde las últimas décadas, lo que se ve agravado durante los meses invernales debido a diversos fenómenos climáticos como la inversión térmica y la vaguada costera y la considerable reducción de las masas de aire circulante en la cuenca. Esto, sumado al frío propio de la temporada, produce un aumento considerable de las afecciones respiratorias, principalmente de infantes y adultos mayores, que llegan incluso a colapsar el sistema de atención de salud de Santiago.



Fig 9. Desde los años 1980, el esmog es uno de los problemas más importantes que enfrenta Santiago.

Esta contaminación posee diversos componentes químicos tóxicos, como SO_2 , CO , O_3 y NO_2 , sumado a los diversos tipos de material particulado en suspensión (producido en un 49% por fuentes móviles y un 29% por fuentes fijas). Los niveles de acumulación de estas sustancias son medidas por siete estaciones de monitoreo de calidad del aire instaladas entre 1988 y 1977 en toda la ciudad.¹⁸ Las mediciones de estas estaciones, sumado a los análisis meteorológicos permiten a las autoridades encargadas decretar medidas extraordinarias para la disminución de la contaminación, que son denominadas "alerta ambiental", "preemergencia ambiental" y "emergencia ambiental". En los últimos años, los niveles de contaminación ambiental han descendido considerablemente: en 1989, el nivel promedio de material particulado respirable era de $103,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras en 2004 la cifra llegó a los $60,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, lo cual aún es muy superior a la norma de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ establecida por el gobierno. En el caso del material particulado más fino (MP 2.5) las cifras muestran una reducción de $68,8$ a $29,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en el mismo período, mientras las situaciones de alerta ambiental bajaron de 38 en 1997 a 9 en 2004, las preemergencias de 37 a 4 y las emergencias de 4 a ninguna.¹⁹

Los cauces hídricos también tienen altos grados de contaminación, principalmente debido al depósito de residuos industriales y de aguas servidas. El río Mapocho, el río Maipo y elzanjón de la Aguada son los cauces más afectados, pero en los últimos años han surgido diversas iniciativas para reducir estos problemas. Diversas plantas de tratamiento han sido construidas y en 2006 su cobertura ya alcanzaba el 75% de las aguas servidas urbanas,²⁰ mientras que un proyecto de Aguas Andinas pretende construir un ducto de 28 kilómetros para eliminar las descargas de aguas servidas al Mapocho hacia el año 2009.²¹ Finalmente, la ciudad produce una gran contaminación lumínica lo que ha afectado y prácticamente imposibilitado el trabajo de diversos recintos astronómicos ubicados al interior de la ciudad.

¹⁸ SINIA. «Evolución de la calidad del aire en Santiago, 1997/2004» (PDF).

¹⁹ SINIA. «Evolución de la calidad del aire en Santiago, 1997/2004» (PDF).

²⁰ SINIA. «Recursos hídricos en la Región Metropolitana de Santiago» (PDF).

²¹ Aguas Andinas (4 de junio de 2007). «COREMA RM aprobó Proyecto "Mapocho Urbano Limpio" de Aguas Andinas».

ANEJO 1: CARACTERÍSTICAS REGIÓN METROPOLITANA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.



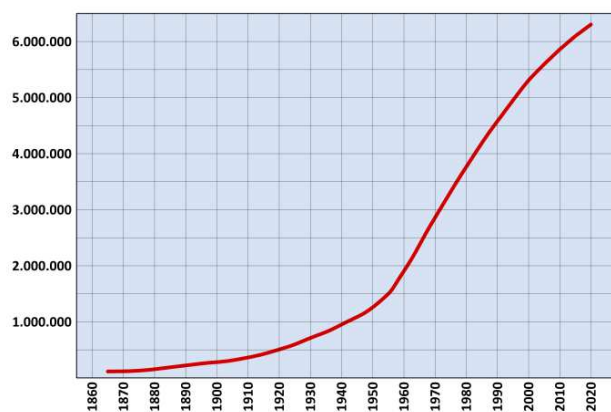
Fig 10. Vista panorámica de Santiago, parcialmente cubierta por el smog y las nubes y rodeado por Los Andes y la Cordillera de la Costa.

5. Demografía

De acuerdo con los datos recogidos en el censo de 2002 realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas, la población del área metropolitana de Santiago alcanzaba los 5.428.590 habitantes, equivalente al 35,91% del total nacional y al 89,56% del total regional.²² Esta cifra refleja el amplio crecimiento en la población de la ciudad durante el siglo XX: en 1907 habían 383.587 habitantes, 1.010.102 en 1940, 2.009.118 en 1960, 3.899.619 en 1982 y 4.729.118 en 1992.²³

El crecimiento de Santiago ha experimentado diversos cambios a lo largo de su historia. En sus primeros años, tuvo una tasa de crecimiento de un 2,68% anual hasta el siglo XVII,

bajando posteriormente a cifras menores al 2% anual hasta comienzos del siglo XX. A mediados de dicha centuria se produjo una explosión demográfica que se explica por cuanto, en su condición de capital, absorbió sucesivamente la migración desde los campamentos mineros del norte de Chile durante la crisis de los años 1930 y de población proveniente desde los sectores rurales entre los años 1940 y 1960, principalmente. La gran cantidad de migración sumada a la alta tasa de fertilidad en esa época se reflejaban en cifras de crecimiento anual que alcanzaron a un 4,92% entre 1952 y 1960. Sin embargo, desde fines de dicho siglo, las cifras de crecimiento se han reducido nuevamente, alcanzando el 1,35% a comienzos de los años 2000.²⁴ De igual forma, el tamaño de la ciudad se ha expandido constantemente. Las 20.000 hectáreas que abarcaba Santiago en 1960, se duplicaron antes de 1980 y en 2002 alcanzó las 64.140 hectáreas. Así, la densidad de población en Santiago es de 8.463,7 hab/Km².



tiago de Chile entre

²² INE (2005). «Chile: Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos».

²³ INE (1995). «Chile: Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos» (PDF).

²⁴ Icarito. «Geografía humana de Chile: La región más poblada». La Tercera.

5.1. Distribución de la población

Debido a la gran expansión que ha tenido Santiago a lo largo de su historia, su población ha expandido los límites iniciales de la ciudad desde el cerro Santa Lucía hasta sectores de la precordillera y las riberas del río Maipo por el oriente hasta los llanos de Maipú por el poniente. Esto ha provocado un constante desplazamiento de los principales centros de concentración de población desde el centro, que ha adoptado el estilo de un distrito financiero, hacia la periferia.



Fig 12. Desde los años 1980, el desarrollo de conjuntos habitacionales para la clase media en la periferia (como La Florida, en la fotografía) desplazó gran cantidad de la población desde el centro urbano.

En la actualidad, gran parte de los habitantes se localizan en los sectores periféricos, teniendo las comunas de Puente Alto, La Florida (en el sector sureste) y Maipú (por el suroeste) sobre 400.000 pobladores cada una, duplicando la cantidad de habitantes de la comuna de Santiago.²⁵ Al analizar las cifras de crecimiento demográfico, las comunas centrales como Santiago, Independencia o San Joaquín tienen cifras negativas, mientras las periféricas superan con facilidad el 4% e incluso el 20% como en el caso de Quilicura, en el extremo noroeste.²⁶

La expansión de la ciudad ha generado también la notoria diferenciación entre los distintos sectores de la ciudad. Así por ejemplo, el sector nororiente (agrupando generalmente a las comunas de Providencia, Vitacura, Las Condes y Lo Barnechea) se ha consolidado como refugio de la clase más acomodada, convirtiéndose en el lugar con mejor calidad de vida del país.²⁷ Los sectores periféricos, tanto del suroeste como del sureste más Quilicura, se han desarrollado de la mano con el crecimiento de la clase media desde los años 1980, mientras las clases de menos recursos se localizan en diversas comunas del sector sur, norte y norponiente de la capital.

De acuerdo a la encuesta CASEN del año 2006, aproximadamente el 10,44% de los habitantes de Santiago viven bajo la línea de la pobreza. San Bernardo es la comuna con mayor número de pobres, que alcanzan el 20,9% de su población, seguida por Lo Espejo con un 20,1%, Rencacon un 19,2% y Padre Hurtado con un 18,7%. Las de más baja tasa son las del sector oriente que no superan el 5% en su conjunto (y Las Condes que alcanza el mínimo con apenas un 2,3%) y San Miguel que tiene un 2,5%, habitada preferentemente por población de clase media.²⁸

²⁵ INE (2005). «Chile: Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos».

²⁶ INE. «Censo Nacional de Población y Vivienda 2002».

²⁷ PNUD y Gobierno de Chile. «Las trayectorias del Desarrollo Humano en las comunas de Chile (1994-2003)».

²⁸ MIDEPLAN (2007). «Resultados pobreza CASEN 2006 - Región Metropolitana» (PDF).

6. Economía

La ciudad de Santiago es el principal polo de desarrollo económico de Chile y uno de los más importantes de toda Latinoamérica. De acuerdo al Banco Central, el producto interno bruto de la Región Metropolitana en 2005 fue de 24.461.582 millones de pesos chilenos (aprox. US\$ 35.380 millones)²⁹ y que era equivalente al 42,68% del PIB total nacional y de un 46,98% del PIB regionalizado nacional.³⁰ Esta cifra ajustada con la paridad de poder adquisitivo aumenta a US\$ 91.000 millones lo que la ubica como la 53^o ciudad con más ingresos en el orbe y la quinta a nivel latinoamericano (tras Ciudad de México, Buenos Aires, São Paulo y Río de Janeiro). Para 2020, su PIB (PPA) alcanzaría los US\$ 160.000 millones con una tasa de crecimiento anual efectiva de 3,8% y, aunque mantendría su posición a nivel mundial, sería superada a nivel latinoamericano por Bogotá y se ubicaría sólo un puesto arriba de Monterrey.³¹



Fig 13. La Bolsa de Comercio de Santiago es el principal centro de operaciones bursátiles en Chile.

El 79,81% del producto interno bruto regional proviene del sector terciario destacando que un 26,16% del PIB se origina únicamente gracias a los servicios financieros y empresariales y un 13,99% debido al comercio. La industria produce un 16,50% del PIB, el sector agropecuario apenas un 1,06% y laminería un 0,93% debido principalmente a la cuprífera Disputada de Las Condes. En cuanto a la generación del valor agregado por sectores a nacional, en Santiago se genera un 45,22% del producido por el sector industrial, un 42,93% del sector de la construcción, 52,22% del sector transportes, un 64,37% del comercial y un 76,79% del sector financiero.³²

En Santiago se ubican las principales instituciones económicas del país, incluyendo la Bolsa de Comercio de Santiago (cuyo principal índice bursátil es el IPSA), y la gran mayoría de las casas matrices de las empresas nacionales y transnacionales. Gracias a la firma de los tratados de libre comercio firmados desde los años 2000 con Estados Unidos, la Unión Europea, China, Japón y Corea del Sur, entre otros, diversas empresas internacionales han usado a Santiago como plataforma de ingreso al mercado latinoamericano. Según la revista América Economía, Santiago es una de las mejores ciudades para hacer negocios en Latinoamérica, quedando en diversas oportunidades entre las primeras posiciones³³ e incluso en 2007 empató en la primera posición junto a Miami.³⁴ En cuanto al comercio, éste se ha visto potenciado por la creación de varios centros comerciales en diversas zonas de la capital y el auge de los supermercados, aunque en desmedro de los almacenes locales y los tradicionales barrios comerciales como Patronato o Franklin.

La capital es también un importante centro de desarrollo turístico a nivel nacional, al ser la principal puerta de entrada del país a través del aeropuerto internacional y el cercano paso

²⁹ Conversión realizada en función de la tasa de cambio de pesos chilenos del año 2003, según el Banco Central

³⁰ Banco Central de Chile (marzo de 2005). «Ficha: Producto Interno Bruto Regional 2003-2005, base 2003».

³¹ PricewaterhouseCoopers (2007). «Table 1.2 – Top 30 urban agglomeration GDP rankings in 2005 and illustrative projections to 2020 (using UN definitions and population estimates)» (en inglés)(PDF). UK Economic Outlook, March 2007, pág. 5.

³² Banco Central de Chile (marzo de 2005). «Ficha: Producto Interno Bruto Regional 2003-2005, base 2003».

³³ Gobierno Regional Metropolitano. «Ventajas de Santiago».

³⁴ Portafolio.com (24 de mayo de 2007). «Bogotá, Medellín y Cali: mal en seguridad y en innovación».

ANEJO 1: CARACTERÍSTICAS REGIÓN METROPOLITANA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

trasandino Los Libertadores; ambos concentran el 55,2% del total de personas que ingresan al país por año, lo que equivale a 1.119.840 personas en 2005.³⁵ Además, el principal destino turístico nacional: un estudio del Servicio Nacional de Turismo determinó que el 52,3% de los turistas (tanto nacionales como internacionales) tenían como destino la categoría "Santiago y sus alrededores", a los cuales se suma un 2,9% correspondiente a "Centros invernales", ubicados en su mayoría al oriente de la capital.³⁶ A nivel regional, existen 216 establecimientos hoteleros que totalizan una capacidad de 9.240 habitaciones y 17.147 camas.³⁷ Esta cifra ha estado en constante aumento desde los últimos años, especialmente en el rango superior a la categoría de 3 estrellas debido al establecimiento de diversas cadenas internacionales.

Los servicios básicos están principalmente en manos de empresas privadas desde fines de los años 1980 y comienzos de los años 1990. Chilectra es la encargada de la distribución eléctrica de Santiago, servida por el Sistema Interconectado Central. En cuanto al agua potable y el servicio de alcantarillado destacan Aguas Andinas, propiedad del Grupo Agbar, sus filiales y la empresa municipal SMAPA que abarca a Maipú y alrededores. Metrogas es la encargada de la distribución de gas natural proveniente principalmente desde el sur de Argentina a través del gasoducto de GasAndes.

³⁵ INE (2005). «*Informa anual de turismo*».

³⁶ SERNATUR. «*Plan de acción de turismo 2006-2010*».

³⁷ INE (2005). «*Informa anual de turismo*».

Índice

1. Introducción	2
2. Antecedentes históricos del manejo de la basura en Santiago	2
2.1. Nacimiento de EMERES	3
3. ¿Actualmente se recicla en Chile?	4
4. Características y Situación Actual.....	5
4.1. Composición de los Residuos domiciliarios y tratamientos	7
4.2. Recuperación.....	10
4.3. Características de los residuos orgánicos.	11
5. El compostaje	13
6. Por qué Compostar?	13
7. Aplicación del Compost.....	14
8. Calidad del Compost	16
8.1. Clasificación.....	16
8.2. Requisitos sanitarios	16
8.3. Requisitos físicos y químicos	17
8.3.1. Contenido de nutrientes	17
8.3.2. Olores	17
8.3.3. Humedad.....	17
8.3.4. Metales pesados	17
8.3.5. Conductividad eléctrica.....	18
8.3.6. Relación carbono/nitrógeno (C/N), expresada como el cociente entre carbono orgánico total y nitrógeno total.....	19
8.3.7. Madurez	19
8.3.8. pH.....	19
8.3.9. Materia orgánica	19
8.3.10. Presencia de semillas viables de malezas	19
8.3.11. Tamaño de partículas	20
8.3.12. Materiales inertes	20
8.3.13. Densidad aparente	20
9. Producto y Demanda de Mercado	20
9.1. Mercado Inmobiliario	20
9.2. Mercado Agrícola Orgánico	22
9.3. Compras Institucionales	23

10.	<i>Clasificación Domiciliaria</i>	24
10.1.	Principios Generales de la Clasificación Domiciliaria	24
10.2.	Como Clasificar la Basura Biodegradable.....	24
10.3.	Como Hacer la Clasificación Domiciliaria Más Confortable para los Usuarios	25
10.4.	Factores de Éxito para un Programa de Clasificación Domiciliaria	27
11.	<i>Iniciativas de Reciclaje</i>	28
11.1.	Municipalidad de Santiago	28
11.2.	I. Municipalidad de Ñuñoa.....	28
11.3.	I. Municipalidad de La Reina	29
11.4.	I. Municipalidad de Pudahuel	29
11.5.	I. Municipalidad de Providencia	29
11.6.	I. Municipalidad de La Florida	30
11.7.	I. Municipalidad de La Pintana.	30
11.8.	I. Municipalidad de María Pinto.....	30

1. Introducción

En Chile, la gestión de los residuos domiciliarios es un problema relativamente reciente, pues se ha ido agudizando con el alto crecimiento macroeconómico de los últimos años y con el fortalecimiento de una sociedad de consumo. Por ello, las autoridades han avanzado en una mejor gestión y disposición. Sin embargo, no es de sorprender que en un país de tan agudas diferencias sociales la disposición de la basura pase de vertederos clandestinos e ilegales, a 'rellenos sanitarios' malamente manejados en las comunas más pobres del país.

No cabe duda de que el problema de fondo es de tipo estructural y se vincula a la institucionalidad y legalidad vigentes, además de las políticas impulsadas por los distintos gobiernos, que no han sido capaces de modificar un diseño que hace mucho tiempo que está fracasando. Una de las carencias específicas más claras es la falta de una Ley de Residuos que garantice un manejo integral en todo el territorio y una mayor fiscalización por parte de las autoridades.

2. Antecedentes históricos del manejo de la basura en Santiago

De la CONAMA-RM del 2001 podemos extraer que históricamente el río Mapocho fue el primer lugar de disposición de todo tipo de residuos en la capital. Durante los siglos XVII y XVIII en Santiago corrían canales que servían para la evacuación de las aguas con los desechos de las casas que, después de un largo recorrido, iban a parar a sus riberas.

Se trataba de un alcantarillado a tajo abierto que recorría la ciudad. Las aguas fluían por las calles y por el interior de los hogares siguiendo el curso natural de la topología de la cuenca de Santiago, de norte a sur y de oriente a poniente. Estos cursos desembocaban en afluentes de mayor tamaño como por ejemplo el Zanjón de la Aguada.

El sistema funcionó sin grandes problemas durante dos siglos, sin embargo, a finales de 1800 se colapsó por múltiples razones, entre ellas el sostenido aumento de la población, agravado por una intensa migración del campo a la ciudad, que dio origen a las primeras poblaciones marginales de la capital.

De hecho, debido a la gran cantidad de residuos generados, los canales se abarrotaron y lo que antes era un fluir constante, ya no lo fue más, estancándose y produciendo peligrosos y malolientes anegamientos. La basura mezclada con los residuos líquidos domiciliarios comenzó a cambiar el olor de la ciudad.

Fue por esas mismas fechas que se comenzó a quemar la basura en la ribera norte del río Mapocho, en el sector de la Chimba, convirtiendo la zona en un inmenso crematorio al aire libre y en un foco de grandes emisiones de gases y hedores cada vez más desagradables.

También empezaron a aparecer los primeros botaderos clandestinos en diferentes puntos de Santiago. La limpia y hermosa ciudad del siglo XVII había dado paso a un Santiago con nauseabundos olores y un paraíso de bacterias, bacilos y enfermedades.

A mediados del siglo XIX, Benjamín Vicuña Mackenna mandó a hacer una limpieza general motivado por una de las tantas epidemias de viruela que azotó a la población santiaguina en 1872. Tan grande era el problema que la gente prefería quemar la basura en sus propias casas o enterrarlas en sus patios.

La gran revolución se produjo durante la primera década del siglo XX cuando en 1910 apareció el alcantarillado subterráneo y el agua potable, lo que marcó el fin de las acequias como basurales, pero no dio solución al problema de la basura.

Varios años tuvieron que pasar para mejorar el tema de los desechos sólidos. A principios de los años 60 se instalaron algunos puntos de vertido de basura domiciliaria y en los años 70 había tres vertederos en la región.

En los '60' nacieron los botaderos de La Montaña, Minera Gildemeister, Maipú, La Cañamera, La Florida, Macul y el Parque Intercomunal. A fines de la siguiente década aparecen los tres primeros vertederos, que consideraban algunas medidas sanitarias y ambientales, entre ellos tenemos: Cerros de Renca, que tuvo una vida útil hasta 1996; Lo Errázuriz, que terminó de funcionar en 1995 y el Pozo La Feria, que dejó de recibir desechos en 1984.

Estos tres vertederos han tenido distintos usos finales. Por ejemplo, una parte del Pozo La Feria, ubicado en plena comuna de Pedro Aguirre Cerda, es hoy el Parque André Jarplán y se estudia hacer lo propio con el resto de los terrenos, actualmente cerrados para evitar que se conviertan en un vertedero.

Buena parte de la sensibilidad social respecto del tema de los sitios de disposición final que existen en la ciudad de Santiago y en la Región Metropolitana, se deben a la crisis del vertedero Lo Errázuriz, en 1985. Ese año la capital sufrió un fuerte sismo que evidenció la deficiente operación en el control del biogás en el vertedero y la falta de previsión de las posibles situaciones en caso de desastres naturales, al aparecer gas metano en las viviendas cercanas al lugar. No obstante, Lo Errázuriz está en pleno proceso de reinserción y sobre él existe un parque de 3 hectáreas (de las 27 que tiene) con áreas verdes y juegos infantiles.

En el caso del vertedero Cerros de Renca, el 23 de agosto de 1998 fue declarado por el SESMA de alto riesgo ya que todos los antecedentes indican que el vertedero se encuentra sin ningún control y que en el lugar no se ha efectuado ningún plan de cierre (sin control de lixiviados, biogás, entre otros) poniendo en peligro el medio ambiente.

2.1. Nacimiento de EMERES

En 1986, a raíz de la crisis sanitaria provocada por los problemas ambientales y sanitarios del vertedero Lo Errázuriz, nace la Empresa Metropolitana de Residuos Sólidos (EMERES), una empresa creada por distintas municipalidades para enfrentar en conjunto los crecientes problemas de la basura en la región.

En un principio, la empresa estuvo conformada por 14 municipalidades (Santiago, Ñuñoa, San Miguel, La Cisterna, Providencia, Maipú, La Granja, La Reina, La Florida, San Ramón, La Pintana, Macul, Peñalolen y Estación Central). Posteriormente, se incorporan las municipalidades de San Joaquín, El Bosque, Recoleta, Cerrillos, Independencia, Pedro Aguirre Cerda y Lo Espejo, hasta llegar la actual empresa, formada por la asociación de 21 municipios de la zona sur de la Región Metropolitana.

Actualmente, en la Región Metropolitana existe tres rellenos sanitarios y un vertedero controlado en funcionamiento: Loma Los Colorados, localizado en la comuna de Tiltil; Santa Marta, en la comuna de Talagante; Santiago Poniente, en la comuna de Maipú; el vertedero Popeta, en la comuna de Melipilla, y 2 estaciones de transferencia, una en San Bernardo (Consorcio Santa Marta) y la otra en Quilicura (KDM).

3. ¿Actualmente se recicla en Chile?

Según el Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile, durante las últimas décadas, los centros urbanos de los países en desarrollo, como Chile, han experimentado un crecimiento acelerado y un notorio aumento del ingreso per cápita, lo que se manifiesta a través de un aumento en el consumo de bienes y servicios y una mayor facilidad para desechar o producir residuos. Por tanto, el manejo de los Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) es una situación cada vez más compleja y de creciente interés¹.

Desde sus inicios, el hombre ha depositado sus residuos en torno a sus asentamientos. La complejidad y la diversidad de la actividad humana, a través de la historia, han marcado las pautas y las conductas en su manejo y disposición final. Las grandes epidemias y lamentables accidentes ocurridos, constituyen el ejemplo más elocuente del alto precio que debe pagar la humanidad por el mal manejo de sus desechos².

Los residuos sólidos generados por la actividad domiciliaria traen consigo grandes riesgos para la salud. Su composición es heterogénea; en muchos casos provienen de elementos tales como restos de insecticidas, escombros, medicamentos vencidos, residuos de sustancias químicas. Además pueden incluir residuos provenientes de dispensarios médicos, hospitales y clínicas situadas en la comuna. Esto constituye un peligro directo para los empleados que realizan el servicio de recolección y transporte, para los separadores y para quienes, eventualmente y de forma indirecta, entran en contacto con los mismos.

Pero los problemas del inadecuado manejo de los RSD no sólo tienen que ver con la salud de la población. También están relacionados con los problemas que genera en el medio ambiente, como el deterioro de los ecosistemas, la explotación de los recursos naturales, la contaminación del aire, suelo y aguas superficiales y subterráneas, entre otros.

Del mismo modo, la atención de las instituciones, las normativas a la ciudadanía y al sector empresarial en relación con la gestión de los residuos, está dirigida a esta alternativa.

Para la mayoría de los residuos, los costos de disposición final son relativamente bajos en comparación con los de otras alternativas de manejo. En consecuencia, en muchos casos los intereses del mercado privilegian la disposición final por encima de la reutilización o el reciclaje de residuos. Por otro lado, los costos en el mercado para materiales reciclados en muchas ocasiones son mayores a los costos de materia prima virgen, lo que hace económicamente poco atractivo utilizar material reciclado.

Hoy muchas iniciativas e ideas para implementar programas de minimización, con viabilidad económica, tanto en el sector empresarial como en municipios y organizaciones ciudadanas, se

¹ U. DE CHILE, 2002. "Relación entre la producción per cápita de Residuos Sólidos Domésticos y Factores Socioeconómicos. Provincia de Chile", Tesis del Magíster en Gestión y Planificación Ambiental.

² Residuos Sólidos Un problema sin resolver". Enrique Schwartz. Universidad Federico Santa Maria, Abril 2003.

ven obstaculizadas por una ciudadanía poco informada sobre la importancia de disminuir los residuos que van a disposición final, lo que dificulta la implantación de prácticas de minimización por medio de su separación y valorización.

Según la experiencia internacional, los objetivos centrales de la gestión de los residuos sólidos son:

- Desarrollar un sistema tecnológico que facilite la recolección, el transporte y la disposición final de los desechos, minimizando su impacto sobre la salud y el medio ambiente y mejorando el entorno para las futuras generaciones, lo que corresponde a un desarrollo sustentable.
- Orientar los esfuerzos hacia acciones que contribuyan a minimizar los residuos, rompiendo la tendencia del incremento de la producción de los mismos.

Los actuales enfoques utilizados en la Gestión Integral de los RSD, incorporan al proceso tradicional del servicio de recolección, transporte y disposición final, la minimización mediante estrategias preventivas que pasan por la aplicación de nuevos instrumentos de gestión ambiental como son: educación ambiental, marketing ambiental, eco-etiquetado, incentivos y sanciones económicas.

Es importante destacar el aporte realizado al medio ambiente tanto de empresas privadas como de municipios que realizan labores relacionadas con la minimización y valorización de residuos. El mercado de valorización y reciclaje se encuentra en desarrollo, así es como podemos mencionar algunos ejemplos como el uso de residuos como combustible alternativo en procesos productivos, la producción de papel y cartón con material reciclado, la generación de nuevos productos plásticos a partir de polietilentereftalato (PET) reciclado, el reciclaje de aceites y solventes, entre otros.

4. Características y Situación Actual

Desde fines de los Ochenta, Chile ha crecido a tasas del orden del 5% promedio anual, traduciéndose en un aumento significativo en la generación de RSD. Actualmente el crecimiento de la basura se mantiene dentro del mismo orden (5%)³, lo que significa una producción per cápita de entre 0,5-1,1Kg/día⁴.

Las principales causas de este aumento son⁵:

- Los hábitos de consumo de la población que hoy día privilegian lo desechable por sobre lo retornable o reciclable. A esto se suman escasos programas de educación ambiental. Todo ello en un contexto de una economía de mercado que fomenta el “consumismo” de bienes y servicios.
- Los escasos instrumentos de gestión ambiental aplicados al sector de los residuos sólidos. El enfoque tradicional del servicio de limpieza municipal se limita a realizar acciones “post-consumo”, como recolección, transporte y disposición final de los residuos. La ausencia de una visión integral en la gestión de los residuos sólidos urbanos se debe a una aproximación de tipo sanitario en el manejo de los residuos con

³ CONAMA-RM, 2001.

⁴ CONAMA, Nov. 2000. Antecedentes para la Política Nacional sobre Gestión Integral de los Residuos

⁵ U. DE CHILE, 2002. “Relación entre la producción per cápita de Residuos Sólidos Domésticos y Factores socioeconómicos. Provincia de Chile”, Tesis del Magister en Gestión y Planificación Ambiental.

ANEJO 2: SITUACIÓN ACTUAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

equipos e infraestructura sanitaria (camiones compactadores, moto- barredoras, relleno sanitario). Esta visión no es mala, pero sí incompleta, porque pretende resolver el problema de los residuos con acciones curativas que dificultan implementar la gestión sostenible de los residuos.

- Finalmente, con la aplicación de tarifas no diferenciadas por el servicio de aseo municipal, no se incentiva a los habitantes a minimizar la cantidad de residuos que generan. Se debe establecer un sistema de tarifas que cobre más a los usuarios que producen más basura (basándose en el principio de “quien contamina paga”) y un sistema equitativo de pago por el servicio.

El aumento en la producción de basura trae consigo dos problemas centrales⁶:

1. Desde el punto de vista ambiental, se aceleran los procesos de explotación de los recursos naturales y el vertido de residuos sólidos domiciliarios, por tanto el deterioro de ecosistemas, limitando la posibilidad de alcanzar el desarrollo sostenible regional y nacional.
2. Desde el punto de vista socio económico, el aumento de desechos se traduce en mayores costos operativos del servicio de aseo municipal, que pospone la inversión en otras áreas. La reducción de la vida útil de los rellenos sanitarios genera, además, la necesidad de nuevos sitios más alejados del límite urbano. Esto produce roces en las comunidades afectadas que se resisten a tener rellenos sanitarios cerca de sus viviendas.

El año pasado se generaron más de 6,5 millones de toneladas de RSD, de los cuales se recolectaron un 94,89%. La Región Metropolitana aportó la mayor cantidad, con un promedio mensual de 234 mil toneladas, equivalentes al 43,08% del total nacional. Le siguieron la V Región de Valparaíso con 40 mil toneladas al mes (7,42%) y la Octava Región del Bío-bío con 54 mil (9,91% del total). La que menos RSD produce es la Undécima Región de Aysén, con 4 mil toneladas al mes (0,69%).⁷

⁶ Ídem anterior

⁷ Reporte asociado a generación de residuos sólidos de Chile. Ministerio de Medio Ambiente. Gobierno de Chile.

ANEJO 2: SITUACIÓN ACTUAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

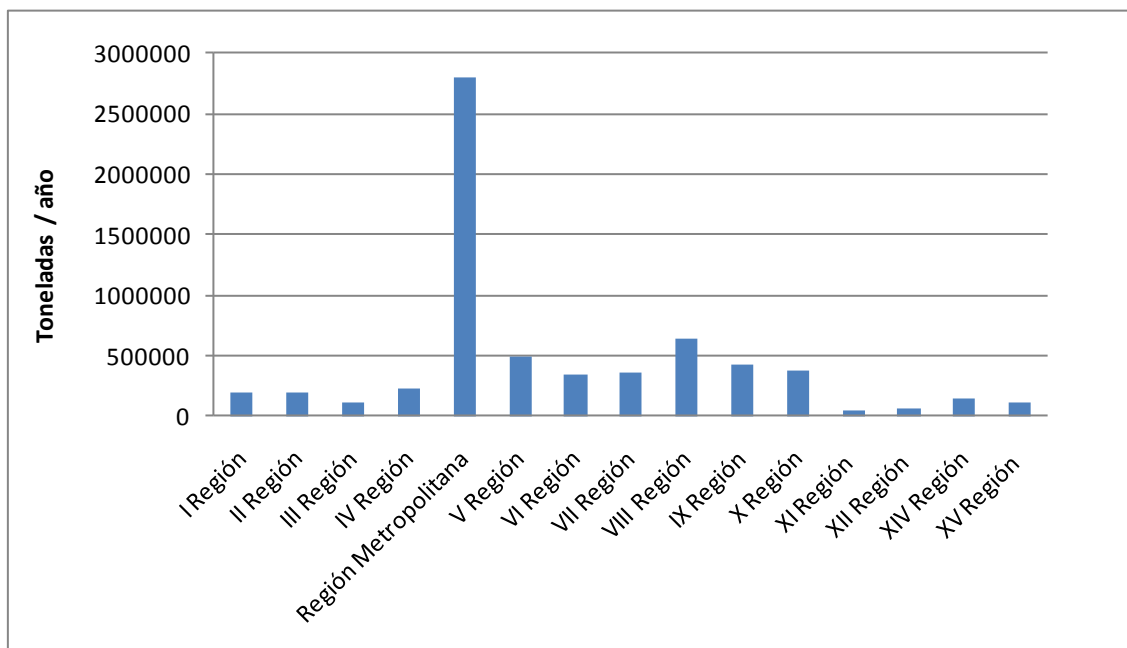


Fig 1. Toneladas/año de RSD generado por Región (Ministerio de Medio Ambiente, Año 2009).

4.1. Composición de los Residuos domiciliarios y tratamientos

En el estudio de composición y proyección de residuos sólidos domiciliarios en la Provincia de Santiago, hecho por la Universidad de Chile en el año 1995, se analizaba la producción por cápita y por nivel socioeconómico.

Del estudio se puede observar que los estratos más altos generan más basura que los medios y bajos, lo que tiene relación directa con el poder adquisitivo de la población. Además, se observan diferencias en el patrón de consumo; mientras los estratos altos tienen un mayor porcentaje de desechos plásticos, los bajos presentan mayor cantidad de desechos orgánicos.

Tabla 1. Composición Media de Residuos Domiciliarios en porcentaje (%) según NSE. (Universidad de Chile. Año 1995).

Componente	Alto (20,5)	Medio-Alto (34,1)	Medio-Bajo (31,6)	Bajo (13,7)	Promedio
Materia orgánica	48,8	41,8	54,7	56,4	49,3
Papel y cartones	20,4	22	17	12,9	18,8
Escoria	4,9	5,8	6,1	7,6	6
Plásticos	12,1	11,5	8,6	8,1	10,2
Textiles	2,3	5,5	3,5	6	4,3
Metales	2,4	2,5	2,1	1,8	2,3
Vidrios	2,5	1,7	1,3	1	1,6

ANEJO 2: SITUACIÓN ACTUAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Huesos	0,5	0,4	0,6	0,4	0,5
Otros*	6,1	8,7	6,1	5,8	6,9
Producción por cápita (Kg/habitante/día)	6,1	0,85	0,65	0,57	0,77

*: incluye pañales desechables, pilas, gomas, plumavit, materiales mixtos, etc.

Actualmente estos valores han variado en proporción a los componentes, pero la distribución en los niveles socio-económicos, se mantiene con pequeñas desviaciones. La basura en el área metropolitana de Chile está compuesta principalmente por materia orgánica (48,60%), plásticos (11,10%) y papeles y cartones (10,30%). No obstante, en los últimos años se observa un cambio, disminuyendo la materia orgánica y aumentando, notablemente, los plásticos, y en menor medida, los voluminosos, los papeles, cartones, vidrios y metales. Esto se debe, fundamentalmente, a un cambio en los patrones de consumo de la población, donde hoy en día predominan los productos envasados.

ANEJO 2: SITUACIÓN ACTUAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Tabla 2. Composición de los residuos urbanos del área metropolitana de Santiago de Chile. (CONAMA, Valparaíso, Año 2006).

Año	2009
Papel, cartón y productos del papel	10,30 %
Telas	3,50 %
Plásticos	11,10 %
Vidrios	6,60 %
Metales	3,30 %
Materia orgánica	48,60 %
Voluminosos	6,60 %
Otros	10,60 %

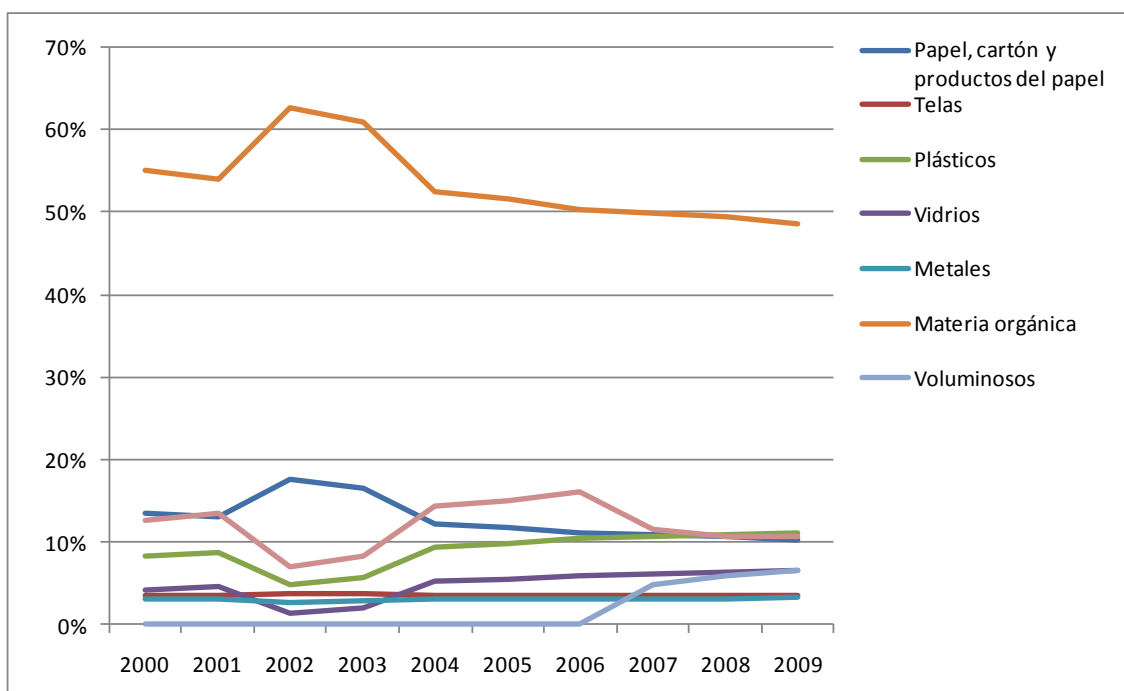


Fig 2. Evolución de la composición de los residuos urbanos del área metropolitana de Santiago de Chile. (Ministerio de Medio Ambiente, Año 2009).

A pesar del cambio en la composición de los residuos sólidos, el porcentaje correspondiente a materia orgánica sigue siendo alto. Esto implica que la basura tenga un elevado contenido de humedad (entre 40% y un 60%) y un bajo poder calorífico (menos de 1.000 Kcal/Kg de basura), lo que hace poco factible el desarrollo de técnicas como la incineración o la pirolisis salvo en el caso de los residuos hospitalarios, por razones de seguridad fundamentalmente⁸.

⁸"Informe Brundtland", Comisión Internacional sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, 1987.

A la calidad de los residuos domiciliarios se suman otra serie de características que hace que la incineración no sea una alternativa de tratamiento recomendable para países en vías de desarrollo como Chile, y menos aún para pequeñas poblaciones.

Entre éstas tenemos:

- Se requiere de un elevado capital inicial.
- Significa altos costos operativos.
- Se necesitan técnicos bien calificados, ya que la operación y mantenimiento son complejos y presentan muchos problemas.
- No es flexible para adaptarse a tratar cantidades adicionales residuos.
- En ocasiones se requiere de combustible auxiliar.
- Se requieren equipos de control para evitar la contaminación del aire.

En general, la incineración es utilizada en países desarrollados⁹ con poca disponibilidad de suelos, donde el valor comercial de éstos es muy alto, haciendo inviable técnicas como el relleno sanitario. Además, dichos países disponen de los recursos necesarios para afrontar los costos de esta tecnología.

Dada la composición y características de la basura en Chile, la solución técnicamente viable y económicamente factible es la de rellenos sanitarios¹⁰. Sin embargo, optar sólo por este sistema a la larga se transforma en un problema grave. Expertos de los países desarrollados han concluido que con los rellenos sanitarios sólo se está preservando la basura para las futuras generaciones. Por esto es importante que en Chile se implanten, además de los rellenos sanitarios, procesos alternativos (minimización, reciclaje, reutilización, etc.) en la gestión de los RSD.

4.2. Recuperación

A Chile, en el año 2009, los residuos destinados a recuperación y eliminación en el país subían a la cantidad de 6.184.000 toneladas. De estos un 0,91% eran residuos destinados a la recuperación, un 0,37% residuos destinados a tratamiento y en su gran mayoría, un 98,72% eran residuos destinados a rellenos sanitarios. El compostaje, dentro de los residuos destinados a la recuperación, suponía unas 29.000 toneladas (0,47%).

En el año 2009 se generaron 3.008.000 toneladas de residuos orgánicos. Se recolectaron para su reciclaje unas 297.000 toneladas, lo que significa que para el área metropolitana de Santiago de Chile se podría estar valorizando un 9,87% enfrente del 0,47% actual.

⁹ Como por ejemplo, Holanda, Francia, Suiza, Suecia, Dinamarca.

¹⁰ Relleno Sanitario: obra de ingeniería destinada a la disposición final de los residuos sólidos domiciliarios, los cuales se disponen en el suelo, en condiciones controladas que minimizan los efectos adversos sobre el medio ambiente y el riesgo para la salud. U. de Chile, 1995. Estudio de composición y proyección de residuos sólidos domiciliarios en la Prov. de Santiago.

ANEJO 2: SITUACIÓN ACTUAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

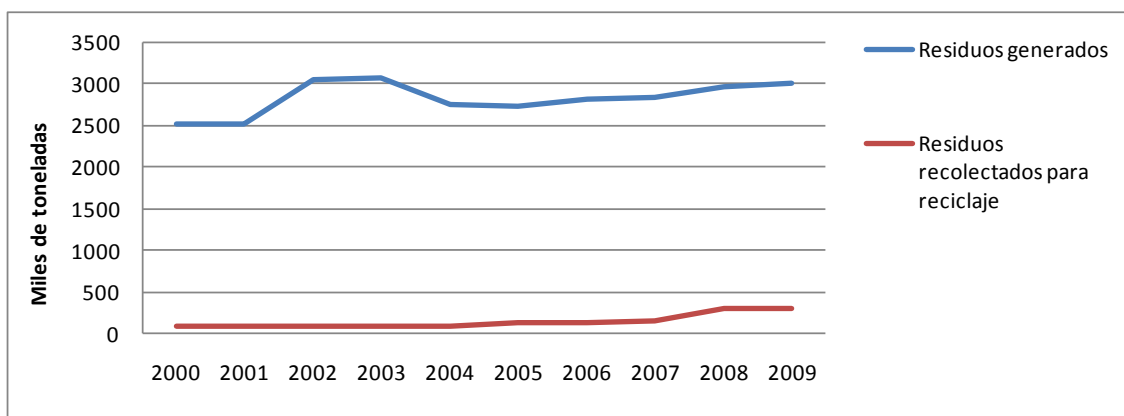


Fig 3. Evolución de la generación y recolección para reciclaje de los residuos orgánicos del área metropolitana de Santiago de Chile. (Ministerio de Medio Ambiente, Año 2009).

Como se muestra en la figura anterior, la tendencia a la recogida de residuos para el reciclaje es ascendente.

4.3. Características de los residuos orgánicos.

La Fracción Orgánica de Residuos Municipales (FORM), los lodos de depuradora y el estiércol tienen una alta degradabilidad, con una humedad y densidad elevadas, y un contenido en nitrógeno alto.

Los restos vegetales tienen una baja degradabilidad (excepto el césped y las hojas), con una humedad menor, una densidad baja y un contenido de nitrógeno también bajo. Casi siempre requieren trituración para facilitar el compostaje.

En la siguiente tabla se muestran los rangos más habituales de las variables anteriormente descritas para los distintos residuos orgánicos en Catalunya.

Tabla 3. Rango de valores de las distintas variables para los residuos orgánicos. (ARC. Año 2009).

Variable	FORM¹¹	Lodos	Estiércol	Restos vegetales
Humedad (%)	70-85	75-85	75-85	25-35
Densidad (t/m ³)	0,55-0,75	0,9-1	0,8-0,9	0,25-0,35
Nitrógeno (% sms)	2-2,5	3,5-5	2,5-3	0,25-0,75

La FORM proviene de la recogida selectiva de los residuos sólidos domiciliarios y es la fracción más inestable de los residuos municipales, debido a su elevado contenido en agua (alrededor del 80% en peso) y en materia orgánica (hidratos de carbono, proteínas y grasas). Tiene una relación C/N media de 17 y contenido en Materia Orgánica que va desde el 75 al 85%.

En el caso de los RSD la densidad suelta, que generalmente se asocia con la densidad en el origen, depende de la composición de los residuos. En Chile este valor fluctúa entre 0.2 a 0.4 kg/l o t/m³¹².

¹¹ Es la Fracción Orgánica de los Residuos Municipales fundamentalmente constituida por restos de comer y restos vegetales de medida pequeña que pueden ser recogidas selectivamente y susceptibles de degradarse biológicamente.

¹² Residuos sólidos y clasificación. Copyright ©2000 Ingeniería Ambiental & Medio Ambiente. Noviembre 2010.

ANEJO 2: SITUACIÓN ACTUAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Hemos de tener en cuenta que la densidad a la llegada de la planta puede haber cambiado debido al transporte. Esta depende de si el camión es compactador o no y del tipo de residuos transportados. El valor típico es del orden de 0.6 Kg/l¹³.

En la siguiente tabla podemos apreciar las características físico-químicas de los restos orgánicos provenientes de los Residuos Sólidos Domiciliarios de la población de Mataró (Catalunya), para el año 1997.

Tabla 4. Características de la fracción orgánica procedente de RSD de Mataró. (Huerta et al., Año 2006).

Año	1997
pH	5,83
CE dS/m	6,58
Humedad %	48,42
N-NH4+ ppm soluble	1241
MOT % (M.O.Total)	51,39
N org %	1,7
C/N	15,73

Para esta década, la composición de los Residuos Sólidos Urbanos, era muy parecida a la actual de Chile, tal y como lo demuestra la Tabla 5. Por lo que, podríamos usar como características físico-químicas para los RSD del Área Metropolitana de Santiago, las de la Tabla 4.

Tabla 5. Composición de los residuos sólidos domiciliarios de los municipios del Baix Llobregat. (Esplugues. Año 1993).

Año	1991
Materia Orgánica	46,72%
Papel	10,36%
Cartón	10,18%
Trapos	2,36%
Cristal	7,81%
Metal	3,81%
Plástico	10,90%
Resto no aprovechable	7,86%

¹³ Ídem al anterior.

5. El compostaje

Uno de los grandes problemas ambientales en los que deriva la actividad humana es la pérdida de fertilidad de los suelos asociada a la práctica de la agricultura intensiva: la tierra se va empobreciendo progresivamente hasta perder casi totalmente sus nutrientes y, por tanto, su capacidad de albergar vegetación, derivando finalmente en la desertificación de las tierras, favoreciendo la erosión y otros fenómenos asociados a la degradación de suelos.

El uso de los fertilizantes químicos parece evitar la dependencia del reciclaje de la materia orgánica, es decir, el devolver esos mismos nutrientes de nuevo a las tierras de cultivo. Sin embargo, el abuso de abonos nitrogenados se ha convertido en un problema grave porque acaba contaminando las aguas que se utilizan para consumo humano con nitratos y nitritos.

Por ello, los restos orgánicos no pueden ser considerados como un desecho, sino un recurso valioso para garantizar la fertilidad de la tierra, de modo que reciclar la materia orgánica convirtiéndola en compost y usarlo como abono para los suelos, es una opción a tener en cuenta para vivir de manera sostenible y no perjudicar al medio natural.

Al mismo tiempo otro de los grandes problemas ambientales de nuestros días es la gran generación de residuos y la dificultad de su gestión. En los vertederos, la materia orgánica fermenta, generando gran cantidad de lixiviados, que es necesario depurar, y de metano, que es un potente gas de efecto invernadero.

- **Ante estos problemas, ¿por qué no reciclar la materia orgánica?**

Afortunadamente, las técnicas de compostaje son cada vez más habituales en algunas instalaciones que reciben y gestionan los residuos.

El compostaje se define como un sistema de tratamiento y estabilización de los residuos orgánicos basado en la actividad microbiológica en condiciones controladas (presencia continuada de oxígeno, y con alguna fase de alta temperatura) en las que se obtiene un producto utilizable como abono, enmienda o sustrato llamado "compost".

Este proceso es simple y adaptable, pudiendo aplicarse a muchos tipos de materiales y mezclas, y a escalas muy distintas, incluso sin contar con equipos sofisticados. Tradicionalmente, el compost consistía en una mezcla de excrementos de animales de granja y residuos vegetales de cultivos y residuos orgánicos de alimentos. Volteando periódicamente la pila de residuos para airearlos, se consigue al cabo de varias semanas o meses el material descompuesto con el que abonar los campos.

6. Por qué Compostar?

El compostaje es una tecnología sencilla y económica para aprovechar toda clase de basura biodegradable: desechos de jardín o cocina, papeles, estiércoles animales, serraduras etc. Con ayuda de microorganismos y/o de lombrices se produce tierra humus de los desechos orgánicos. Se puede aplicar tanto a gran escala (a nivel municipal o empresarial) como individualmente (en el jardín, en la finca).

Con el compostaje, se pueden lograr las siguientes ventajas económicas y ecológicas:

Ventajas económicas:

- Extensión de la vida útil del relleno sanitario municipal.
- Venta o uso del compost.
- Reemplazo de fertilizadores artificiales por un producto más económico y natural.

Ventajas ecológicas:

- Producción de menos aguas lixiviadas y gases contaminados.
- Menos consumo de terreno, menor impacto al paisaje, al suelo y a las aguas subterráneas (porque se disminuye el volumen de basura que se va al relleno)
- Producción de humus que puede servir como estabilizador contra la erosión.
- El compost es un fertilizador natural que no produce sobrecarga química al suelo.

El compostaje se recomienda a cada municipalidad y también a comunidades pequeñas, cultivadores individuales y empresas agrícolas. Se pueden obtener mejores resultados si se clasifica la basura biodegradable ya dentro del hogar pero se puede también obtener compost de la basura mezclada.

7. Aplicación del Compost

El compost producido en una planta de compostaje o individualmente en el jardín domiciliario, se puede utilizar como abono o como tierra humus para las siguientes aplicaciones:

- Agricultura
- Silvicultura
- Reforestación
- Mantenimiento de parques y jardines
- Arquitectura de paisaje
- Producción de filtros biológicos para el tratamiento industrial del aire usado
- Cobertura diaria y rehabilitación de rellenos sanitarios

El uso del compost en agricultura se resume en la tabla 6; el uso en la silvicultura, cultura de árboles frutales y arquitectura de paisaje se presenta en la tabla 7, y el uso en la horticultura se presenta en la tabla 8.

ANEJO 2: SITUACIÓN ACTUAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Tabla 6. Uso del compost en agricultura. (Rust Mühendislik. Año 1995).

Aplicación	Objetivo	Cantidad necesaria de compost (kg/m ²)	Frecuencia de aplicación	Forma de aplicación
Preparación del terreno	Mejorar la calidad de la tierra	< 15	Una vez	Mezcla del compost con la tierra profundamente
Cultivo de papas, zanahorias y legumbres semejantes	Enriquecimiento de la tierra	3 – 5	1x/ 2 años	Mezcla superficial del compost con la tierra
	Uso como abono	3 – 6	1x/ año	
Trigo, avena, cebada, centeno, maíz	Enriquecimiento de la tierra, uso como abono	2 - 4	1x/ 2 años	Mezcla superficial del compost con la tierra
Pasto, pradera	Enriqueciendo de la tierra	3 - 6	1x/ 2 años	Dispersar sobre la superficie

Tabla 7. Uso del compost para la horticultura, silvicultura y arquitectura del paisaje. (Rust Mühendislik. Año 1995).

Aplicación	Cantidad necesaria de compost (m ³ /ha)	Frecuencia de aplicación
Viveros y plántulas	10 – 14	1x/ 2 años
Cultivo de árboles frutales	10 – 14	1x/ 3 años
Arquitectura de paisaje, siembra de plantas al lado de calles y caminos	500 – 700	Una vez
Mantenimiento del césped	10 – 14	1x/ año
Mantenimiento de áreas de deporte	25 – 35	1x/ año
Mantenimiento de macizos	15 – 21	1x/ año
Floricultura	6 – 8,5	1x/ año

Tabla 8. Uso del compost para hortalizas. (Rust Mühendislik. Año 1995).

Tipo de hortaliza	Unidad	Cantidad necesaria	Período de aplicación
Col (cabezas)	g/planta	500	Trasplante
Culantro	kg/m ³	5	Siembra directa
Tomate	g/planta	750	Trasplante y en la floración
Vainita	g/planta	500	Siembra directa
Zanahoria	kg/m ³	5	Siembra al aporque
Cebolla	g/planta	250	Siembra directa
Pepino	g/planta	1.000	Siembra directa
Nabo	kg/m ³	4	Siembra directa
Rabanito	kg/m ³	4	Siembra directa
Col china	g/planta	500	Trasplante
Ají	g/planta	500	Trasplante y con 3 meses

Además, se puede utilizar el compost para la construcción de filtros biológicos. Los filtros biológicos se pueden utilizar para el tratamiento del aire usado de las industrias siguientes:

ANEJO 2: SITUACIÓN ACTUAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Industria alimentaria
- Industria química (producción de plásticos y de solventes)
- Industria de cuero
- Ganadería y avicultura industrial
- Plantas mecanizadas de tratamiento de desechos sólidos

La densidad de los filtros biológicos debe ser entre 0.4 - 0.5 t/m³; la dimensión de las partículas tiene que ser mayor de 4 mm. Las dimensiones de los filtros biológicos se determinan según la aplicación industrial, la cantidad y la contaminación del aire tratado.

8. Calidad del Compost

La Norma NCh2880.Of2004: "Compost – Clasificación y requisitos", clasifica el compost y establece una serie de requisitos de calidad del compost para uso agrícola.

Esta Norma también especifica los distintos métodos analíticos para la determinación de cada una las características que a continuación serán descritas.

8.1. Clasificación

De acuerdo con su nivel de calidad, el compost se clasifica en las Clases siguientes:

- a) Compost Clase A: producto de alto nivel de calidad que cumple con las exigencias establecidas para el compost de Clase A de la norma anteriormente nombrada. Debe cumplir con las concentraciones máximas de metales pesados de la Tabla 11. Su conductividad eléctrica debe ser menor a 3dS/m y su relación carbono/nitrógeno debe ser menor o igual a 25. Este producto no presenta restricciones de uso.
- b) Compost Clase B: producto de nivel intermedio de calidad que cumple con las exigencias establecidas para el compost de Clase B de la norma anteriormente nombrada. Debe cumplir con las concentraciones máximas de metales pesados de la Tabla 12 Su conductividad eléctrica debe ser menor a ocho decisiemens por metro (8dS/m) y su relación carbono/nitrógeno debe ser menor o igual a 30. Este producto puede presentar algunas restricciones de uso si su conductividad eléctrica es mayor a 3dS/m.

8.2. Requisitos sanitarios

Todas las clases de compost deben cumplir con los requisitos de tolerancia de patógenos como se establece en la siguiente tabla:

Tabla 9. Requisitos microbiológicos. NCh2880.Of2004.

Tipo de microorganismo	Tolerancia
<i>Coliformes fecales</i>	< a 1000 NMP por gramo de compost, en base seca
<i>Salmonella sp</i>	3 NMP en 4 g de compost, en base seca
Huevos de helmintos viables ¹⁾	1 en 4 g de compost, en base seca

NMP: Número Más Probable.

¹⁾El análisis sólo será exigible a requerimiento expreso de la Autoridad Competente.

8.3. Requisitos físicos y químicos

8.3.1. Contenido de nutrientes

El compost debe tener contenidos de nitrógeno total mayor o igual a 0,5%, expresado sobre base seca

8.3.2. Olores

El compost debe presentar olores característicos de este producto sin olores desagradables como por ejemplo, compuestos sulfurados, amoniacales, mercaptanos y/o de azufre reducido, entre otros.

8.3.3. Humedad

El compost debe presentar un contenido de humedad entre 30% y 45% de la masa del producto, en base húmeda.

8.3.4. Metales pesados

Si se aplica un compost con alto contenido de metales pesados al suelo, los metales pesados pasan a las aguas subterráneas y a las plantas cultivadas en esa área. Los metales pesados ingeridos por seres humanos o animales aumentan considerablemente el riesgo de algunas enfermedades graves, dentro de las cuales el cáncer es una de las más importantes. Se resumen los riesgos que provocan los metales pesados en la siguiente tabla:

Tabla 10. Riesgos para la salud causados por metales pesados. (www.ecoportal.com.ar).

Metal	Riesgo para la salud
Plomo	Anemia, tóxico para los riñones (causa lesiones y cáncer de riñón), reducción del periodo de gestación, problemas de desarrollo intelectual del niño, problemas del desarrollo del oído del niño, afecta el sistema nervioso central (saturismo), hipertensión
Cromo	Cáncer, infecciones de sangre, leucemia
Mercurio	Daños neurológicos, especialmente peligroso para niños
Cadmio	Afecta el riñón, hipertensión, afecciones de tipo vascular, cáncer de próstata, infertilidad, bronquitis

- a) El compost Clase A, proveniente de lodos estabilizados o tratados o de otras materias primas establecidas en la norma, debe cumplir con los requisitos de concentraciones máximas de metales pesados indicados en la siguiente tabla:

Tabla 11. Concentraciones máximas de metales pesados en compost Clase A. (NCh2880.Of2004).

Elementos traza	Concentración máxima (mg/kg) base seca ¹⁾
Arsénico	15
Cadmio	2
Cobre	100
Cromo	120
Mercurio	1
Níquel	20
Plomo	100
Zinc	200

¹⁾ Concentraciones expresadas como contenidos totales.

- b) El compost Clase B, proveniente de lodos estabilizados o tratados o de otras materias primas establecidas en la presente norma, que no cumpla con los requisitos establecidos en la anterior tabla debe, a lo menos, cumplir con los requisitos de concentraciones máximas permitidas de metales pesados indicados en la siguiente tabla:

Tabla 12. Concentraciones máximas de metales pesados en compost Clase B. (NCh2880.Of2004).

Elementos traza	Concentración máxima (mg/kg) base seca ¹⁾
Arsénico	20
Cadmio	8
Cobre	1.000
Cromo	600
Mercurio	4
Níquel	80
Plomo	300
Zinc	2.000

¹⁾ Concentraciones expresadas como contenidos totales.

8.3.5. Conductividad eléctrica

Las distintas clases de compost deben cumplir con los requisitos de conductividad eléctrica, mediada en base a una dilución 1:5, siguientes:

- Para el compost Clase A, la conductividad eléctrica debe ser menor a 3 dS/m
- Para el compost Clase B, la conductividad eléctrica debe ser menor o igual a 8 dS/m

8.3.6. Relación carbono/nitrógeno (C/N), expresada como el cociente entre carbono orgánico total y nitrógeno total

Las distintas clases de compost deben cumplir con los requisitos de relación C/N siguientes:

- a) Para el compost Clase A, la relación C/N debe ser menor o igual a 25.
- b) Para el compost Clase B, la relación C/N debe ser menor o igual a 30.

8.3.7. Madurez

El compost debe cumplir los requisitos de madurez que se establecen en los puntos a) y b) siguientes:

- a) La relación C/N debe ser menor o igual a 30. Si no cumple esta condición, el compost se considerará inmaduro, por lo que tendrá que seguir con su maduración, y no se le aplicara otro ensayo.
- b) Presentar niveles dentro de los rangos establecidos para compost maduro en dos ensayos elegidos libremente, uno de entre los que componen el grupo 1 y otro de entre los que componen el grupo 2, como se indica en la tabla siguiente:

Tabla 13. Análisis complementarios para determinar madurez de compost. (NCh2880.Of2004).

Test del Grupo 1	Rangos de aceptación para compost
Evolución de CO ₂ (Respiración)	Menor o igual a 8 mg de C-CO ₂ /g de materia orgánica por día
Absorción de O ₂	Menor o igual a 3,5 mg de oxígeno/g de materia orgánica por día
Autocalentamiento	Menor o igual a 20 °C
Test del Grupo 2	
Relación Amonio/Nitrato	Menor o igual a 3
Concentración de Amonio	Menor o igual a 500 mg/kg
Contenido de ácidos orgánicos volátiles	Menor o igual a 300 mg/kg
Germinación de rabanitos	Mayor o igual a 80%

8.3.8. pH

El pH del compost debe estar comprendido entre 5,0 y 8,5.

8.3.9. Materia orgánica

El compost debe tener un contenido de materia orgánica mayor o igual a 20%.

8.3.10. Presencia de semillas viables de malezas

Para todas las clases de compost, deben germinar un máximo de 2 propágulos de malezas por litro de compost, en cámara de crecimiento, tras siete días.

8.3.11. Tamaño de partículas

Para todas las clases de compost, el tamaño de las partículas que lo integran debe ser menor o igual a 16 mm, determinado en su mayor dimensión.

8.3.12. Materiales inertes

- a) No se permiten materias inertes de un tamaño mayor a 16 mm, determinado en su mayor dimensión, en ninguna de las clases de compost.
- b) Para todas las clases de compost, la tolerancia de impurezas de tamaño menor o igual a 16 mm no debe superar los valores indicados en la siguiente tabla:

Tabla 14. Contenido máximo de materiales inertes de tamaño ≤ 16 mm en compost. (NCh2880.Of2004).

Material	Dimensión (mm)	Cantidad (% masa en base seca)
Plásticos flexibles y/o películas	Mayor a 4	Menor o igual a 5
Piedras y/o terrones de barro	Mayor a 4	Menor o igual a 5
Vidrio y/o metales y/o caucho y/o plásticos rígidos	Mayor o igual a 2	Menor o igual a 0,5

8.3.13. Densidad aparente

Para todas las clases de compost, la densidad aparente debe ser menor o igual a 700 kg/m³.

9. Producto y Demanda de Mercado

El compost obtenido a partir de residuos urbanos domiciliarios presenta características diferentes al de los compost comercializados en el mercado nacional chileno. Estas diferencias básicamente son de composición químico-físicas, debido a los distintos componentes utilizados en la producción. Pero cabe destacar, que aún así, estamos hablando de un sustrato que cumple con toda la normativa de calidad vigente.

9.1. Mercado Inmobiliario

De acuerdo a la investigación ejecutada por Intec, hoy en Chile se comercializan diferentes tipos de compost para el sector inmobiliario. Estos están rotulados según su destino de uso y se envasan y distribuyen a través de mayoristas para uso principalmente paisajístico urbano. La siguiente tabla muestra los productos disponibles en las grandes cadenas de productos para el hogar y la construcción.

ANEJO 2: SITUACIÓN ACTUAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Tabla 15. Denominación para la venta directa al público. (Gobierno de Chile. Diciembre 2001).

Producto	Componentes	Usos	Presentación (kg)	Precio / Kilo (\$) Pesos Chilenos
Compost Natural	Corteza y ceniza de madera	Jardines, césped, plantas de interior	22,5	79
			2,5	228
Compost ácido	Tierra de hoja de litre	Plantas de interior y exterior	2	306
Compost No ácido	(No disponible)	Plantas de interior y exterior	5	198
Tierra de Hoja Reforzada	Hojas de bosque nativo reforzadas con nitrógeno	Jardines, césped, plantas de interior	4	202
			22,5	102
Abono Completo	N, P , K, humus de lombriz y guano de cabra	Jardines, césped, árboles, plantas de interior	1,5	880
Abono Completo	N, P , K, en distintos porcentajes	Jardines, césped, plantas de interior	1	1261
Guano Reforzado	N, P , K, en distintos porcentajes	Jardines, césped, plantas de interior	2	480
Humus Lombrisol	Humus de lombriz	Jardines, césped, plantas de interior	3	536
			1	836
Compost	Residuos de jardines y podas domiciliarias	Jardines, césped, plantas de interior	2	500

Para aproximarse a la demanda efectiva de este sector, se debe indicar que en las principales ciudades de la región (Concepción, Chillán, Los Ángeles, Lota, Coronel, Talcahuano, Chiguayante, San Pedro de la Paz, Penco y Tomé) existen alrededor de 250.000 viviendas. Si se considera una superficie de 6 metros cuadrados por vivienda manejada como jardín y un 20 por ciento de las viviendas haciendo manejo efectivo de estos espacios (asociado a niveles socioeconómicos altos), un estimación de la demanda de compost podría oscilar en torno a los 300.000 m² o 30 hectáreas, equivalentes a unas 300 toneladas por año.

Adicionalmente, según el Instituto Nacional de Estadísticas hacia 1998 la construcción de viviendas privadas y estatales ascendía a 7.072 unidades, que ocupaban una superficie de

477.219 m², mientras que otros 266.249 m² correspondían a la construcción de establecimientos comerciales, industriales, financieros y de servicios. Si se asume que el 10 por ciento de la superficie construida es manejada como área verde, esto redundaría en 74.347 m² o 7,4 hectáreas a manejar. Considerando un estándar de aplicación de 10 toneladas anuales por hectárea, esto redundaría en una demanda de 74 toneladas anuales. Este supuesto es plausible a partir de la constatación de que las viviendas nuevas generalmente son entregadas con áreas verdes en buen estado.

En síntesis, este mercado registraría una demanda cercana a las 375 toneladas anuales de compost.

9.2. Mercado Agrícola Orgánico

Otra fuente de demanda potencial para el compost es la producción orgánica nacional, que se encuentra en fuerte crecimiento. Según un informe del Servicio Agrícola y Ganadero, hacia 1998 la Región del Bío Bío contaba con 520 hectáreas certificadas por empresas nacionales. Estas hectáreas estaban en manos de pequeños propietarios que recientemente se han incorporado a la actividad.

Considerando el mismo estándar de aplicación que en el caso del sector inmobiliario, este mercado demandaría anualmente unas 5.200 toneladas de compost, el cual por lo general es producido por los mismos propietarios a partir de residuos adquiridos en las inmediaciones de los predios.

Entre 1998 y el 2002 el SAG proyectó una tasa de crecimiento del 20% anual en la superficie bajo manejo orgánico, lo que debería redundar en que a la fecha la Región del Bío Bío cuente con alrededor de 1.000 hectáreas y una demanda potencial de compost de 10.000 toneladas anuales.

No obstante este promisorio mercado, una dificultad mayor que enfrenta el compost producido por residuos orgánicos de origen domiciliario es la certificación por parte de un organismo competente que permita avalar el cumplimiento de las características necesarias para su utilización.

Según disposiciones de certificación orgánica internacional vigentes, no es posible utilizar hoy para producción orgánica el compost proveniente de residuos orgánicos domiciliarios urbanos, por su supuesto alto contenido de metales pesados. Este supuesto se basa en la experiencia de países de Europa, EE.UU. y Japón, donde el compostaje se efectúa mediante la separación en destino de los residuos y donde éstos, por el patrón de consumo de la población, cuentan con importantes contenidos de materiales inorgánicos contaminantes (plomo de pilas y embalajes, etc.).

La norma chilena de producción orgánica sigue este mismo criterio, aspecto que debería ser reevaluado al menos para ciudades menores, dadas las características del consumo de la población, ya que más del 70 por ciento de los residuos sólidos domiciliarios están constituidos por materia orgánica.

Como un mercado generado por el propio Estado, a través del Programa de Recuperación de Suelos Degradados, administrado por el Instituto de Desarrollo Agropecuario y el Servicio Agrícola y Ganadero, pareció del todo relevante dimensionar la inclusión del uso del compost dentro de las estrategias financiadas por el Estado para la recuperación de suelos.

Cabe destacar que el principal problema ambiental que afecta a las zonas rurales de comunas como Tomé y a la zona del Secano de la Provincia de Ñuble, es la erosión de suelos de origen antrópico (CONAMA, 1999).

Para el período 2000-2005, el Gobierno Regional ha declarado su voluntad de avanzar hacia un convenio de programación que abarque a las 9 comunas del Secano de Ñuble. Este convenio implica focalizar los planes de acción y presupuestos preferentemente en esta zona.

En los documentos de planificación revisados, existe el interés del Ministerio de Agricultura, a través de INDAP y SAG de intervenir unas 10.000 ha de suelos deteriorados, donde la aplicación de compost es un componente esencial de la estrategia de recuperación ambiental. Considerando un estándar de aplicación de 20 toneladas por hectárea, dado el nivel de erosión existente, esto implicaría una demanda potencial de 200.000 toneladas. Sin embargo, si se asumiera que sólo un 20% de las 10.000 hectáreas serían intervenidas mediante aplicación de compost, esta cantidad demandada puede reducirse a unas 40.000 toneladas anuales de compost. Claramente para alcanzar esta cifra debería ser compostada la totalidad de los residuos orgánicos domiciliarios de todas las ciudades de la Región del Bío Bío, lo que no parece viable técnicamente, al menos en el corto plazo.

La tabla de costos utilizada para el Programa de Recuperación de Suelos Degradados imputa un valor de bonificación de 80% del costo de aplicación de compost por hectárea. Según la Tabla de Costos del año 2001, este valor corresponde a \$183.400 por hectárea, para una aplicación de entre 8 y 12 toneladas de compost por hectárea, equivalentes a \$23 por kilo (sin IVA) para el valor inferior de este rango. Considerando lo anterior y descontando el costo de transporte y aplicación propiamente tal, el precio implícito asignado está en el orden de \$18,5 (sin IVA) por kilo de compost. Cabe destacar que el compost aquí costado corresponde a aquel producido a partir de rastrojos prediales, no diferenciándose del compost urbano.

9.3. Compras Institucionales

Asociado al punto anterior, las compras municipales de compost para el manejo de extensas superficies de áreas verdes resultó ser un área de particular interés. Pudo detectarse que municipalidades grandes como Concepción han decidido elaborar su propio compost, debido al costo que tiene su compra. Esta municipalidad maneja anualmente 600.000 m² de áreas verdes, tiene una cantidad equivalente como sitios eriazos sin manejo y un estándar ambiental razonable indicaría que serían necesarios unos 3,6 millones de metros cuadrados de áreas verdes para satisfacer los requerimientos de la ciudad.²

Considerando este dato, la municipalidad de Concepción debería generar al año unas 600 toneladas de compost para satisfacer sus requerimientos de mantención actuales y unas 3.600 toneladas si deseara alcanzar el estándar recomendado de 4 m²/habitante.

Por su parte, otra municipalidad grande como la de Talcahuano compra el compost a la empresa Armony de Santiago. Considerando sólo el costo de flete que esto conlleva, puede establecerse la posibilidad de un mercado interesante para la producción local.

10. Clasificación Domiciliaria

Con el fin de conseguir un compost de mejor calidad, es del todo indispensable la aplicación de la clasificación domiciliaria. Esta se basa en una serie de mediadas y consejos con los que se puede optimizar el proceso para obtener un compost de mejor calidad¹⁴.

10.1. Principios Generales de la Clasificación Domiciliaria

La clasificación domiciliaria es la medida más importante para aumentar la calidad de los materiales crudos que ingresan a la planta de compostaje. Aquí es muy importante que se clasifiquen positivamente los desechos biodegradables (recipiente y recolección separada de los desechos biodegradables), que no se mezclen la basura biodegradable con los desechos del barrido, que son altamente contaminados con metales pesados (abrasión de llantas, contaminación con gasolina y lubricantes).

Con la clasificación domiciliaria de los desechos biodegradables se reduce considerablemente el contenido de metales pesados dentro del compost, lo que es lo más importante para la salud de la población. Desechos altamente contaminados como pilas, algunos que contienen metales pesados como cobre, níquel o cadmio, no se mezclan con la basura desde la fuente y por consecuencia, se evita completamente la contaminación con estos metales.

Es muy importante que no se mezcle el papel impreso (especialmente: papel de periódico) con los desechos biodegradables, por causa del alto contenido de metales pesados de las tintas de impresión. Además, estos papeles son reciclables y tienen un valor económico importante. En contra, se puede compostar el papel de higiénico que no es reciclable por causa de la contaminación fecal (lo que no daña al compost) pero que no tiene alta contaminación con metales pesados.

Además, el contenido de materiales foráneos baja considerablemente con la clasificación domiciliaria. Esto es especialmente importante para plantas manuales donde el pre-condicionamiento del material crudo y el condicionamiento del producto son las tareas más difíciles y más duras para el personal.

10.2. Como Clasificar la Basura Biodegradable

Se recomiendan los siguientes criterios para la clasificación domiciliaria de desechos biodegradables (Tabla 12):

¹⁴ Manual de Compostaje Para Municipios. Eva RöbenDED/ Ilustre Municipalidad de Loja.

Tabla 16. Criterios recomendados para la clasificación domiciliaria. (Eva RöbenDED. Año 2002.

Recipiente Verde (Basura biodegradable que será compostada)	Recipiente Negro (Otra basura)
<p>Desechos Biodegradables</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cáscaras de verduras, granos, legumbres y frutas. • Cáscaras de huevos, nueces, etc. • Desechos de horchata, té o café. • Papel de servicio usado (papel de baño, papel de cocina). • Cabello cortado, plumas. • Desechos de jardín o huerto. • Desechos de plantas decorativas (con o sin tierra), flores decorativas. • Desechos sólidos de la cocina (pan podrido, cáscaras de queso, etc.). • Desechos de madera sin laqueado o pintura, astillas, acepilladura, virutas, etc. • Paja usada de animales domésticos. 	<p>Desechos Reciclables</p> <ul style="list-style-type: none"> • Metales • Plásticos • Papel de periódico, papel boon, cuadernos, etc. • Aceites minerales, lubricantes. • Residuos de pintura o solventes. <p>Desechos no reciclables</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comida cocinada, líquida o pastosa. • Desechos de carne, piltrafa. • Aceites minerales, lubricantes. • Desechos de madera pintada o laqueada. • Pañales desechables, compresas higiénicas, algodón. • Cenizas, colillas, fósforos usados. • Desechos de barrido. • Medicamentos. • Pilas. • Desechos químicos, detergentes, etc.

10.3. Como Hacer la Clasificación Domiciliaria Más Confortable para los Usuarios

Los siguientes factores son los más importantes para los ciudadanos que participan en un programa de clasificación domiciliaria:

1. Sistema sencillo

No le gusta a la mayoría de la población que sea muy complicado el sistema de clasificación domiciliaria. No tienen tiempo, ganas ni espacio físico para separar los desechos domésticos en tres, cuatro o más fracciones. Si se realiza un sistema de clasificación con dos diferentes fracciones - la basura biodegradable y la basura no biodegradable - ya es bastante para asegurar la calidad de los desechos a compostar (que no se mezclan con metales pesados, plásticos etc.) y de los desechos reciclables (son más fáciles de reciclar si no se contaminan con basura húmeda en putrefacción) y no es un sistema muy exigente para los participantes.

2. Sistema barato

Es muy importante que la introducción de un sistema nuevo de manejo de desechos sólidos no cause gastos importantes a la población que, en este caso, iría a resistir al sistema nuevo. Se pueden imaginar las alternativas siguientes para tener bajos los costos de la clasificación domiciliaria:

1. Clasificación en recipientes estándar de color diferente (verde y negro, como se lo realiza en la ciudad de Loja), que se confeccionan especialmente para el programa de clasificación domiciliaria.
2. Clasificación en recipientes estándar que pertenezcan al municipio y que se alquilen a la población a costo bajo (se puede cobrar con la factura de agua como rubro separado).
3. Bajar la frecuencia de la recolección para compensar los costos adicionales de la clasificación domiciliaria (esto se puede hacer en la Sierra donde son favorables las condiciones climáticas pero no en la costa o el Oriente, por causa de la putrefacción rápida de los desechos biodegradables). No se necesita la recolección diaria de basura; se pueden recoger las fracciones biodegradable y no biodegradable 1 x vez por semana cada una.
4. Clasificación domiciliaria sin compra de recipientes diferentes pero con monitoreo permanente para asegurar que se saquen las fracciones respectivas en el día que corresponda (esto se recomienda para pequeños municipios que no tienen un gran presupuesto pero que se pueden monitorear fácilmente)

3. Sistema limpio

Lo que preocupa muchas personas es el problema de olores por causa del comienzo de la putrefacción de los desechos biodegradables. Esto es un problema grave especialmente en grandes ciudades, urbanizaciones modernas o en las regiones céntricas de ciudades medianas, donde hay una población densa, no hay jardines o patios y los ciudadanos tienen que mantener los recipientes dentro de la casa.

Es posible con unas medidas simples reducir el problema de olor al mínimo. Se necesita comunicar estos métodos desde el inicio del proyecto. Las medidas más importantes son:

- No comprimir los desechos biodegradables.
- Mezclar los desechos biodegradables con papel higiénico usado y, después de la recolección de basura biodegradable, echar una capa de desechos gruesos (trozos de madera, tronchos de banano etc.).
- No echar desechos líquidos al recipiente de la basura biodegradable.
- No poner el recipiente de basura biodegradable al sol.
- Cerrar el recipiente.
- No dejar los desechos biodegradables abiertos antes de ponerles al recipiente.
- Se deben echar los desechos biodegradables al recipiente inmediatamente después de su generación.

- Limpiar el recipiente de basura biodegradable después de cada recolección
- Si no hay como desembarazarse del mal olor, se puede añadir cal apagada a los desechos. La cal no daña al proceso de compostaje, es barata y elimina todo tipo de malos olores.

4. Sistema cómodo

Las experiencias han mostrado que no les gusta a las personas transportar los desechos hacia un lugar fijo donde hay un contenedor. Si la participación de los ciudadanos depende de su propia iniciativa (p.e., en sistemas donde se utilizan contenedores centrales), es mucho más baja que en sistemas donde todo el trabajo es organizado por el municipio.

El mejor sistema es la recolección de la basura biodegradable desde los hogares, con la ayuda máxima que puede brindar el sistema municipal. Si se utilizan recipientes, fundas etc. estandarizados, es mejor que los suministre el municipio que dejar la responsabilidad de comprarlos a los ciudadanos.

10.4. Factores de Éxito para un Programa de Clasificación Domiciliaria

Para obtener resultados satisfactorios de la clasificación domiciliaria, los siguientes factores son muy importantes:

- Capacitación intensiva (lo óptimo es la capacitación personal puerta a puerta) al inicio del proyecto
- Capacitación continua durante la implementación del proyecto (repetición de la capacitación, entrevistas para obtener ideas y críticas de la población, publicación de los resultados del proyecto etc.)
- Sistema sencillo, barato, fácil a aplicar para el municipio y cómodo para las habitantes
- Monitoreo continuo de la clasificación
- Implementación con consecuencia y persistencia por parte del municipio

La experiencia en países, ciudades y culturas diferentes muestra como denominador común que los resultados de la clasificación permanecen a un nivel muy bajo durante los primeros meses. Es muy importante que no se desesperen entonces los iniciadores del proyecto pero que continúen con la capacitación y la implementación del proyecto. Se necesita un tiempo de dos años o más para que la clasificación domiciliaria se haga costumbre en la población.

11. Iniciativas de Reciclaje

Actualmente existen algunas iniciativas de reciclaje en Chile. En el estudio para la caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la región metropolitana, elaborado por la Comisión nacional del medio ambiente región metropolitana, se nos enumeran y explican las más destacadas:

11.1. Municipalidad de Santiago

Ante la importancia que adquiere el tema medioambiental a nivel nacional, local y comunal, la Municipalidad de Santiago creó en enero de 1998 la Gerencia de Medio Ambiente como una instancia de planificación, coordinación, integración y ejecución de diversas actividades medioambientales que el municipio realiza.

Entre ellas destacan el desarrollo de programas de educación ambiental, dirigidos a los distintos actores sociales de la comuna; coordinar con organismos públicos y privados acciones de protección ambiental a nivel comunal y regional; coordinar y fijar líneas de acción del Concejo Comunal de Medio Ambiente, integrado por las unidades municipales con competencia en el tema.

Cabe destacar la campaña a Reciclar Santiago que tiene por objetivo promover la participación activa de la comunidad en el reciclaje de materiales desechables. Para ello se habilitaron diez zonas donde los vecinos depositarán en forma separada los papeles, revistas, latas, plásticos, pilas y vidrios, en contenedores especiales e independientes.

11.2. I. Municipalidad de Ñuñoa

La I. Municipalidad de Ñuñoa ha instaurado un programa denominado “Ñuñoa Recicla”, que incentiva la separación en origen de algunos desechos en el marco de la Ordenanza de Aseo de la Comuna que establece entre otros lo siguiente : “Los materiales reciclables, tales como plásticos, vidrios, papeles y cartones, envases y utensilios de aluminio y similares de hojalata, y otros que se decidan a futuro, se deberán depositar sólo en las bolsas entregadas para este tipo de materiales, en forma separada del resto de los residuos domiciliarios, y sacar para su retiro el día que determine la Municipalidad”.

Los materiales retirados son llevados a la planta de clasificadora ubicada en la comuna donde por medio de un proceso semi-automatizado, se optimiza Recepción, Clasificación y Acopio de los materiales reciclables inorgánicos procedentes del Sistema de Recolección Selectiva.

El Programa “Ñuñoa Recicla” pretende recuperar un 10% de los Residuos Sólidos Domiciliarios generados cada mes en la comuna (Unas 520 toneladas mensuales de Basura que no es Basura).

11.3. I. Municipalidad de La Reina

El proyecto "Reciclaje de La Reina", el más antiguo de la Región Metropolitana, se inició en 1992 y radica en la separación en origen de materiales reciclables, con recolección casa a casa por parte de recolectores independientes contratados por ECOBAS, empresa que administra el proyecto.

11.4. I. Municipalidad de Pudahuel

El "Programa de Reciclaje de Pudahuel" fue iniciado en 1999 y consiste en la instalación de contenedores en 20 escuelas para la recolección selectiva de papel, cartón, vidrio y latas de aluminio.

Para complementar dicho programa se llevó a cabo la capacitación de profesores, charlas a los estudiantes y una campaña de difusión.

11.5. I. Municipalidad de Providencia

La I. Municipalidad de Providencia cuenta con diferentes programas de reciclaje, en los que destacan los siguientes:

- Reciclaje de Basura Orgánica y otros

Este Proyecto, se ejecuta en conjunto con los vecinos a través del apoyo técnico de Compostchile y con los fondos concursables de unidades vecinales, consiste en reciclar basura orgánica a través de composteras familiares. Es así como se provee a 25 familias de composteras. Este proyecto fue aprobado y financiado por el Municipio con \$1.500.000 de aporte para su ejecución. El inicio del proyecto se remonta a junio del 2003 con la participación de la unidad vecinal N° 5.

- Providencia recicla ayudando diariamente

Este Proyecto, se realiza en conjunto con SOREPA. El proyecto consiste en la instalación de contenedores en las Iglesias de Providencia y la instalación de contenedores de reciclaje en

Supermercados destinados a recolectar papeles de diario y revistas. SOREPA compra el material recolectado, para luego reutilizarlo.

- Proyecto Recolección diferenciada en Condominios Providencia

Este es un proyecto, que consiste en instalar un sistema de reciclaje al interior de comunidades habitacionales (Condominios), consiste este en instalar contenedores destinados a reciclar botellas plásticas, papeles de diario y revistas. Este proyecto se enmarca dentro del objetivo de reciclar a través de campañas de beneficencia. La idea motor es que los vecinos puedan acceder fácilmente a un sistema de recuperación que cuente con las garantías de aseo y eficiencia de servicio que pueden entregar las empresas que participan del proyecto (SOREPA y RECIPET), con la supervisión del Departamento de Aseo Municipal.

11.6. I. Municipalidad de La Florida

El programa de reciclaje en La Florida comienza en el segundo semestre del 2003 con el fin de posicionar en la comuna el reciclaje, idea que busca modificar conductas e incorporar el hábito de separación en el origen, para así incorporar el Servicio de Recolección Selectiva de forma permanente y creciente. La campaña se ha mantenido en el tiempo logrando recuperar cerca de 200.000 kilos por semestre en 3 años de ejecución.

11.7. I. Municipalidad de La Pintana.

La I. Municipalidad de La Pintana, desarrolla un programa de compostaje que se inicio como taller de Educación Ambiental para sensibilizar a la población en el manejo adecuado de residuos sólidos y que en la actualidad es una planta que procesa hasta 6 toneladas diarias. Su funcionamiento pertenece al Departamento de Operación Ambiental.

11.8. I. Municipalidad de María Pinto.

La I. Municipalidad de Maria Pinto desarrolla actualmente una recolección diferenciada en origen para el 60% de la población de la comuna, instruida por medio de capacitaciones dirigidas hacia las familias de la comuna. Hasta julio del 2005 se han capacitado 850 familias, se espera que alcanzar un total de 2000 familias que participan del programa.

El sistema implementado contempla la separación en origen de los orgánicos, inorgánicos y descarte. Los residuos orgánicos se transforman en compost, los inorgánicos en reciclaje.

Índice

1. Objetivo	1
2. Clima.....	1
3. Variables Meteorológicas	2
3.1. Temperatura.....	2
3.2. Precipitación.....	3
3.3. Humedad relativa	4
3.4. Radiación solar	5
3.5. Vientos	6
4. Calidad del Aire	8
5. Geología.....	9
5.1. Unidades Líticas, Rb	9
5.2. Unidades de depósitos no consolidados	9
6. Riesgos geológicos.....	9
6.1. Inundaciones	9
6.2. Remociones en masa, flujos de barro y erosión de laderas	10
7. Riesgo sísmico	10
8. Edafología.....	10
8.1. Caracterización General	11
8.2. Características Físicas y Morfológicas del Pedón	12
8.3. Posición.....	12
8.4. Capacidad de uso	12
8.5. Calidad fisicoquímica de los suelos	13

1. Objetivo

El presente anejo tiene como objetivo principal la descripción, caracterización y análisis del clima y meteorología, calidad del aire, geología, geomorfología y edafología de la zona dónde se ubica el presente proyecto, definiendo y caracterizando así el medio físico en cuestión.

2. Clima

El clima del valle de Santiago, zona de emplazamiento del proyecto, es del tipo templado cálido, con una estación seca prolongada de 6 a 8 meses al año, correspondiendo a la clasificación de Köppen CsB1.

Las principales características climáticas corresponden al tipo “mediterráneo”, de estación seca larga y con un invierno lluvioso. La temperatura media anual es de 13,9°C, en tanto que el mes más cálido corresponde al mes de enero, alcanzando una temperatura de 22,1°C, y el mes más frío corresponde al mes de julio con 7,7°C. Las lluvias alcanzan promedios anuales de 356,2 mm. Las precipitaciones decrecen desde la costa hacia la depresión intermedia, para aumentar nuevamente en la Cordillera de Los Andes; originándose de esta manera líneas bioclimáticas generales de la región y de la zona central de Chile.

Las precipitaciones presentan irregularidades, debido a que un año puede ser muy lluvioso y el siguiente muy seco.

En cuanto a la humedad relativa que se presenta en la cuenca de Santiago, se puede decir que ésta decrece progresivamente hacia el este.

Debido al predominio de las condiciones anticiclónicas en la región, el forzamiento del flujo de aire por los sistemas meteorológicos de gran escala es débil. La ventilación de la cuenca se produce principalmente por un sistema de brisas que se genera localmente.

El mecanismo principal que produce movimiento del aire en la cuenca es el calentamiento de la superficie. Durante el día, se desarrollan brisas que soplan por los valles hacia los cerros y laderas, alcanzando su mayor intensidad por la tarde. Durante la noche, el enfriamiento de la superficie, especialmente en zonas de pendiente, produce una capa delgada de aire más denso que se desliza pendiente abajo, canalizándose por los valles hacia la cuenca. La brisa nocturna es en general más débil que el flujo diurno y presenta direcciones contrarias.

En los meses de invierno, el flujo de aire dentro de la cuenca es mucho más débil que en el verano, debido a la menor disponibilidad de radiación solar. Durante el invierno, las velocidades medias en las tardes en el centro de la ciudad de Santiago son cercanas a 2 m/s, mientras que en verano alcanzan valores del orden de 5 m/s entre las 16 y 19 horas. La brisa nocturna es más débil, observándose entre las 0 y las 7 horas que las velocidades medias fluctúan entre 1 y 1,5 m/s.

En los meses de invierno, se observa el predominio del flujo durante la noche, indicando el efecto de la brisa que desciende de la Cordillera de Los Andes hacia la ciudad.

A partir del mediodía, y en las tardes, se desarrolla un flujo predominante del sur-este. Los meses de verano muestran que la brisa diurna predomina aún hasta entrada la noche, dado que el calentamiento diurno da origen a una brisa más intensa y a procesos de convección más vigorosos que tardan más tiempo en decaer. Durante los meses de verano, el flujo del sur-oeste va cambiando a flujo desde el sur al avanzar la tarde, mostrando la desviación por efecto de Coriolis, fenómeno que se percibe cuando el flujo es más intenso y de mayor duración.

3. Variables Meteorológicas

Las variables meteorológicas caracterizadas son: temperaturas, precipitaciones, humedad relativa, radiación solar, presión atmosférica y vientos. La información que a continuación se muestra procede de la Estación Meteorológica de Aguas Andinas ubicada en la Planta El Trebal para el período 2009 a 2010. En lo que se refiere a precipitaciones se ha utilizado la información oficial de la Estación Pudahuel de la Dirección Meteorológica de Chile, para el período 1995-2004.

3.1. Temperatura

Para el análisis de las temperaturas se ha utilizado la información en la estación El Trebal, para el período 2009-2010: Respecto a las temperaturas promedio se observa que existe un período de máximas temperaturas entre diciembre y enero (20.1° C) y (21.8 ° C), el mes donde se registran las temperaturas más bajas corresponde al mes de Julio. Respecto a las temperaturas mínimas, éstas se registraron en el mes de julio y agosto, siendo inferiores a 0°. Destacar la amplia oscilación térmica diaria, ya que en un mismo día la temperatura puede oscilar unos 15°C o más.

Tabla 1. Temperaturas Mensuales. Estación Trebal (2009-2010). Fuente: Estación meteorológica Aguas Andinas, ubicada en El Trebal

Mes	Promedio	Máximo	Mínimo
Enero	20,1	36,2	6,1
Febrero	19,7	36,4	10,0
Marzo	18,2	36,0	5,8
Abril	15,4	30,8	3,4
Mayo	11,4	30,9	0,1
Junio	10,9	31,2	0,8
Julio	9,8	28,4	-0,5
Agosto	10,3	25,9	-5,9
Septiembre	12,3	30,6	1,1
Octubre	14,2	30,6	3,0
Noviembre	17,0	32,5	5,0
Diciembre	21,8	36,9	7,8

ANEJO 3: MEDIO FÍSICO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

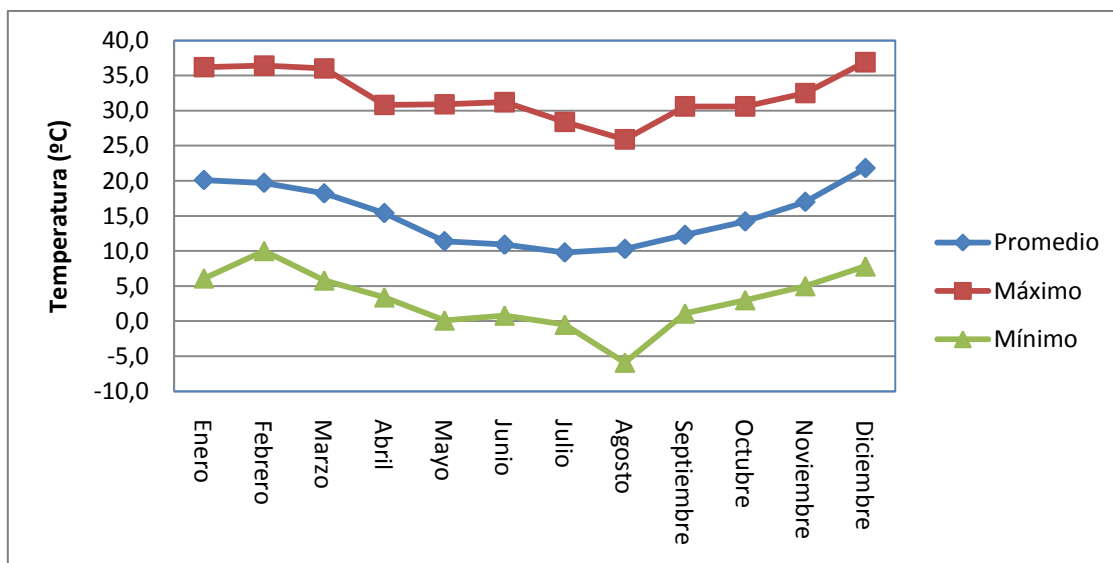


Fig 1. Temperaturas, medias, máximas y mínimas, Estación El Trebal.

3.2. Precipitación

Para el análisis pluviométrico, se consideró tal como se mencionó anteriormente, la información registrada en la estación Pudahuel, para el período 1995-2004. Como se observa en la siguiente tabla, las mayores precipitaciones se registran en los meses de junio (83,6 mm) y Julio (54,2 mm) y las menores en los meses de enero (0,4 mm) y febrero (1,3 mm). Las bajas precipitaciones se observan en verano, típico de la zona central de Chile.

Tabla 2. Precipitaciones Medias Mensuales. Período 1995-2004. Fuente: Anuario Climatológico. Dirección Meteorológica de Chile

Mes	Precipitación (mm)
Enero	0,4
Febrero	1,3
Marzo	5,1
Abril	14,4
Mayo	28,4
Junio	83,6
Julio	54,2
Agosto	37,8
Septiembre	32,5
Octubre	8,5
Noviembre	6,4
Diciembre	1,4
Anual	274,0

ANEJO 3: MEDIO FÍSICO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

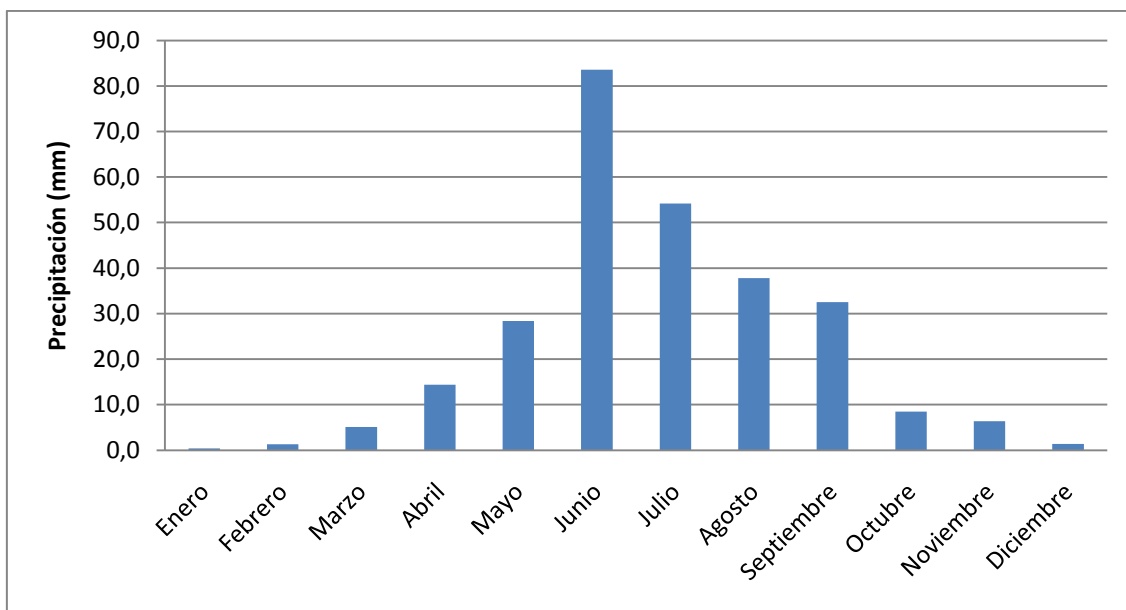


Fig 2. Precipitaciones Mensuales, Estación Pudahuel período 1995-2004.

3.3. Humedad relativa

En relación a la Humedad relativa (promedio) se puede observar en la Tabla 3 y Figura 3, que existe una estacionalidad entre mayo y septiembre donde los valores promedio superan el 70% correspondiendo al período de mayores precipitaciones.

Tabla 3. Humedad relativa período 2009-2010. Fuente: Estación meteorológica de Aguas Andinas, ubicada en El Trebal.

Mes	Promedio	Máximo	Mínimo
Enero	16,6	93,0	0,0
Febrero	39,7	95,8	4,5
Marzo	35,8	95,0	5,2
Abril	36,8	94,3	6,2
Mayo	72,3	93,9	6,4
Junio	77,5	93,6	8,4
Julio	75,5	92,5	9,3
Agosto	75,4	92,3	8,6
Septiembre	70,7	92,5	7,3
Octubre	39,1	91,4	0,2
Noviembre	32,0	89,7	0,0
Diciembre	31,0	88,7	0,5

ANEJO 3: MEDIO FÍSICO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

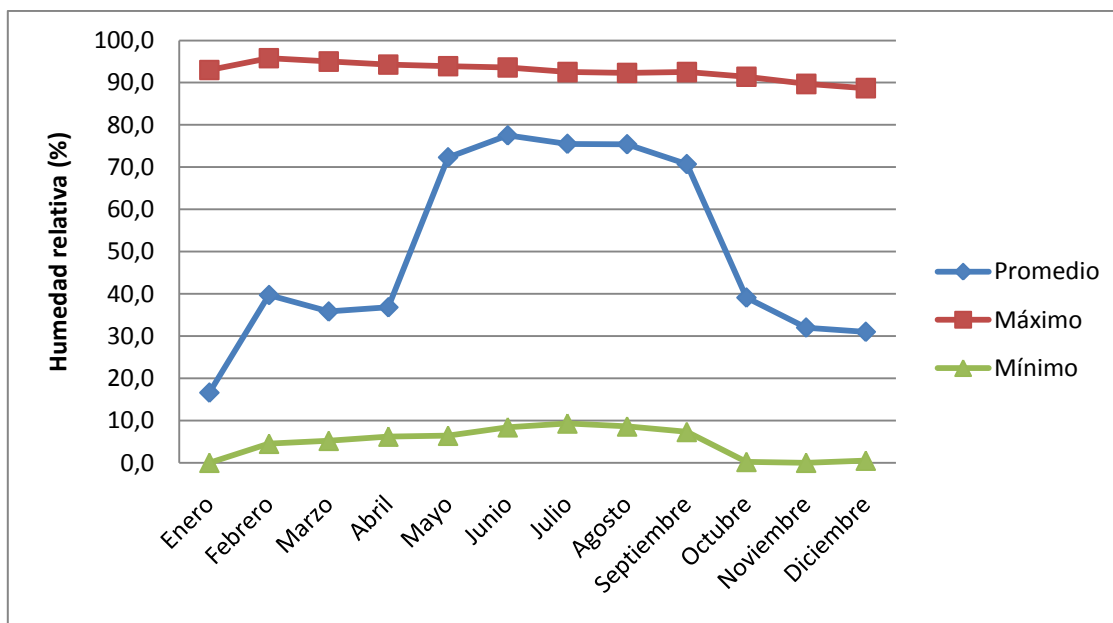


Fig 3. Humedad relativa período 2009-2010.

3.4. Radiación solar

Tal como se muestra en la Tabla 4, la radiación solar promedio en la zona El Trebal alcanza a 167 (watt/hora-m²), presentándose la máxima radiación solar en los meses de Octubre, Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero, lo que corresponde a un período Primavera-verano, las menores radiaciones se presentan en el mes de Junio-Julio.

Tabla 4. Radiación Solar Promedio, Estación El Trebal. Fuente: Estación meteorológica de Aguas Andinas, ubicada en El Trebal.

Mes	Promedio	Máximo
Enero	251	1356
Febrero	151	1257
Marzo	144	1298
Abril	102	912
Mayo	155	3429
Junio	65	906
Julio	81	907
Agosto	96	807
Septiembre	170	892
Octubre	217	1046
Noviembre	278	1106
Diciembre	299	1028

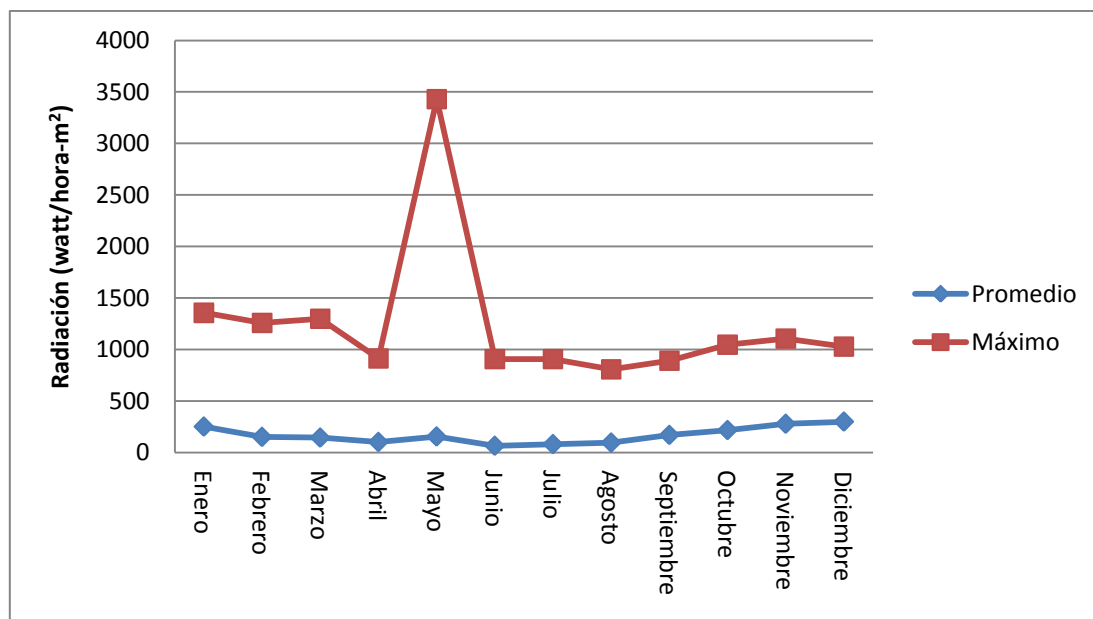


Fig 4. Variación Anual de Radiación Solar (watt/hora-m²), Estación El Trebal.

3.5. Vientos

La situación geográfica y climática de Santiago trae como consecuencia una gran estabilidad atmosférica que en invierno se caracteriza por presentar vientos de baja velocidad, además de una capa de inversión térmica que se localiza en promedio a 800 m más baja que en verano. Debido a lo anterior, los contaminantes atmosféricos tienen poca dispersión, lo cual favorece la ocurrencia de altas concentraciones en la cuenca de Santiago.

El mecanismo principal que produce el movimiento del aire en la cuenca es el calentamiento de la superficie. La ventilación de la cuenca se produce principalmente por un sistema de brisas que se genera localmente. Durante el día se desarrollan brisas que soplan por los valles hacia los cerros y laderas, alcanzando su mayor intensidad por la tarde.

Durante la noche, el enfriamiento de la superficie, especialmente en zonas de pendiente, produce una capa delgada de aire más denso que se desliza pendiente abajo, canalizándose por los valles hacia la cuenca. La brisa nocturna es en general más débil que el flujo diurno y presenta direcciones contrarias.

Además, debido al predominio de las condiciones anticiclónicas en la región, el forzamiento del flujo de aire por los sistemas meteorológicos de gran escala es débil. En los meses de invierno, el flujo de aire dentro de la cuenca es mucho más débil que en el verano debido a la menor disponibilidad de radiación solar.

Para el período anual 2009-2010, las velocidades medias de los vientos horarios en la estación meteorológica El Trebal indican que éstos tienen una dirección S y SSW, la velocidad del viento es predominantemente baja, el 49% de los datos se encuentra en el rango de 0.5 a 2,1 m/s, ver gráfico siguiente:

ANEJO 3: MEDIO FÍSICO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

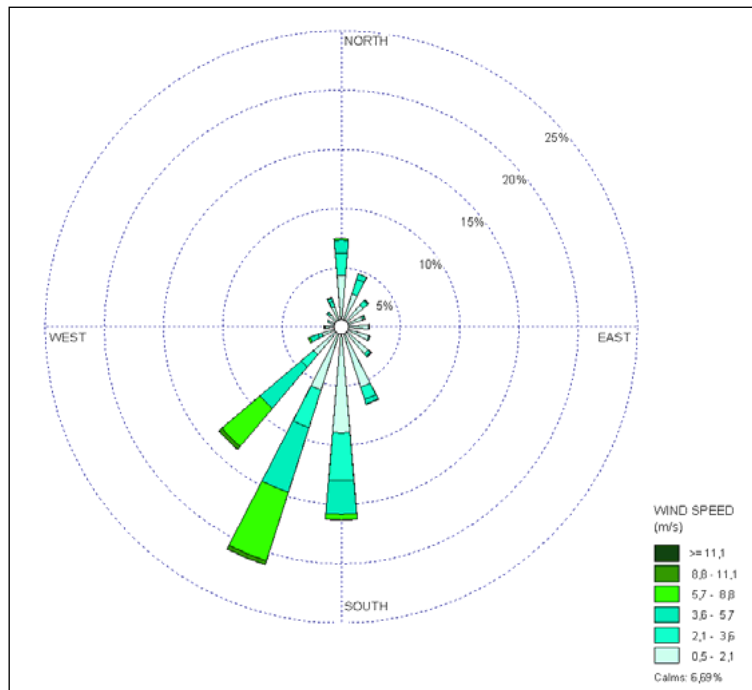


Fig 5. Rosa de los Vientos- Período Anual 2009-2010.

La dirección del viento durante el período invernal es muy variable, tal como se puede ver en la Figura 6, las bajas velocidades conforman 62,6% en el rango de 0,5 a 2,1 m/s. En verano en cambio existe una predominancia, los vientos tienen dirección S-SSW; y, respecto a las velocidades, si bien se concentran en el rango de 0,5 a 2,1 m/s, existe un 21,5% de velocidades en el rango de 5,7 a 8,8 m/s.

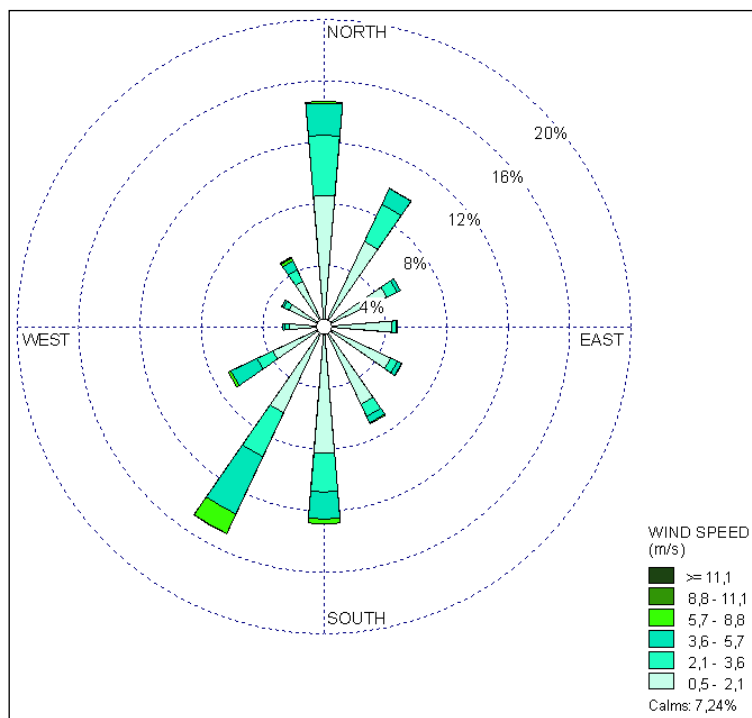


Fig 6. Rosa de vientos invierno, 2009-2010.

ANEJO 3: MEDIO FÍSICO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

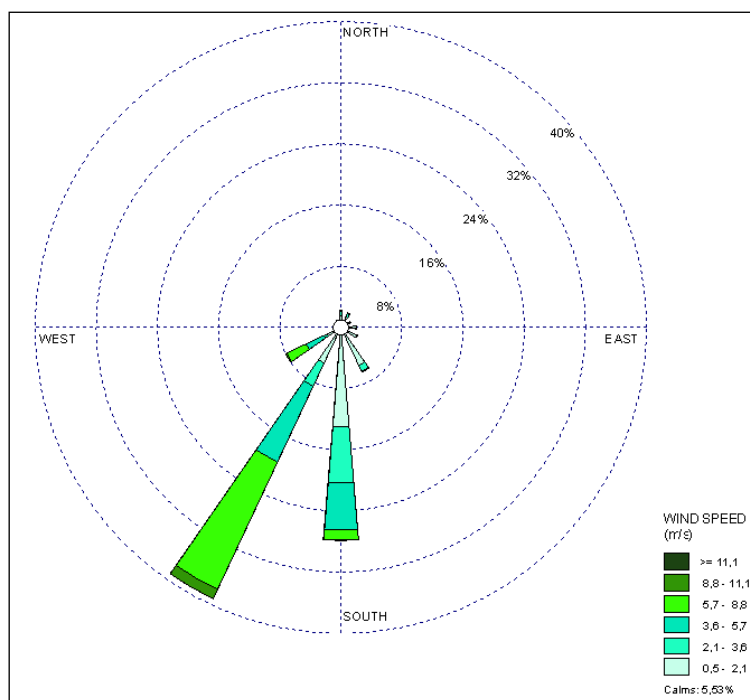


Fig 7. Rosa de Vientos período verano, 2009-2010.

4. Calidad del Aire

La calidad del aire de la Región Metropolitana, ha sido un aspecto recurrente para definir las políticas ambientales para la Región Metropolitana. En 1996 se declaró zona saturada la ciudad de Santiago por los contaminantes siguientes: material particulado partículas totales en suspensión, PTS, y material particulado respirable, (MP₁₀), monóxido de carbono (CO) y ozono (O₃); y zona latente por dióxido de nitrógeno (NO₂).

Las estaciones de calidad del aire de Pudahuel y Cerrillos, corresponden a las más cercanas a la localización del proyecto; los datos del período 2009 - 2010 registrados en estas estaciones, permiten observar cuántas veces promedio se superó la normativa de calidad del aire. En la estación Pudahuel y Cerrillos se superaron 22 y 20 veces promedio respectivamente la norma para MP₁₀. Existiendo concentraciones máximas superiores a los 240 µg/m³ para la estación Pudahuel y 260 µg/m³ para Cerrillos.

Tabla 5. Estaciones de calidad del aire de Pudahuel y Cerrillos durante el período 2004-2005.

Contaminante	Estación	Año	Nº de días sobre 150 (µg/m ³)	Valor Percentil 98 (µg/m ³)	Supera Norma	Valor Máximo (µg/m ³)
PM ₁₀	Pudahuel	2009	21	191,5	SI	230
		2010	24	182,5	SI	246,2
	Cerrillos	2009	19	174	SI	260,1
		2010	21	170,8	SI	212,6

Las principales emisiones que se generan en la zona de emplazamiento del Proyecto, corresponden al tránsito de vehículos pesados provenientes de la planta de Áridos Maipú, cercana al proyecto y los vehículos provenientes del Relleno Sanitario Santiago Poniente de Coinca (COINCA S.A.).

5. Geología

Las principales unidades geológicas que se distinguen en el área son las siguientes:

5.1. Unidades Líticas, Rb

La serranía ubicada al Norte del área en estudio corresponde al Batolito de la Costa y está constituida por rocas intrusivas del tipo granítico de edad Cretácico Superior a Terciario.

Petrográficamente, corresponden a granodiorita de textura hipidiomorfa y color gris rosáceo, formada por cristales blancos de tamaño medio a grueso de plagioclasa, cuarzo, anfíbola y biotita, y con magnetita, titanita y zircón como minerales accesorios. La alteración más frecuente que presentan las plagioclasas es una pequeña argilización.

Hacia los flancos de estos relieves, las rocas graníticas denotan cierto grado de alteración superficial. Se reconoce tanto por claras modificaciones en la tonalidad de los materiales, como por su tendencia a la desagregación o friabilidad; se expresa en el desarrollo de un incipiente suelo residual conocido como "maicillo", integrado por fracciones del tipo gravilla, gravilla arenosas y arena con contenidos variables de arcilla; en profundidad, el compromiso de la zona alterada es muy variable, con niveles extremos a máximos en el rango de los 2,5 a 3 m; la alteración posibilita la excavación manual de este tipo de materiales.

5.2. Unidades de depósitos no consolidados

La planta proyectada se halla ubicada en un suelo formado por depósitos fluviales de cauces modernos, Qfm.

Morfológicamente, corresponden a depósitos que participan de terrenos llanos, vinculados a terrazas bajas, ribereñas al actual cauce del río Mapocho en el sector. Genéticamente, se asocian a acciones depositacionales modernas o actuales de este río. Incluyen, predominantemente, ripios, gravas y arenas. Los clastos son de composición heterogénea con predominio de rocas andinas, se observan resistentes, inalterados, con aspecto fresco; subredondeados a redondeados, con superficies muy bien pulimentadas. Los clastos se observan englobados en escasa matriz de arenas gruesas. Demuestran clara imbricación, producto de la incompetencia del río antecesor para movilizarlos; es muy probable que las arenas intersticiales sean el producto de percolación entre clastos, rellenando oquedades, en épocas de aguas tranquilas.

Los depósitos en torno a los actuales flancos del río Mapocho en el sector, se observan macizos, sueltos, muy porosos, permeables, de moderada a baja compacidad.

6. Riesgos geológicos

6.1. Inundaciones

Se identifica inmediatamente al sur del área en estudio una zona de terrazas bajas, correspondientes a los depósitos fluviales de cauces modernos (Qfm) dentro de las cuales escurre actualmente el río Mapocho. La sección máxima del cauce en este tramo alcanza aproximadamente a 800 m, la que en conjunto con la pendiente del lecho en el sector otorgaría

capacidad para portear eficientemente los caudales en crecida. Hacia aguas abajo, el río aumenta levemente su pendiente de fondo, lo que favorece el escurrimiento.

Por otra parte, los taludes del río no han sido sobrepasados por los caudales en crecida, al menos en épocas modernas, existen defensas fluviales en la ribera norte en el sector donde se ubica el monofill de la actual planta de tratamiento de aguas servidas El Trebal (período de retorno de 100 años). Además, testimonios de antiguos lugareños asentados en el sector indican que estos terrenos no suelen ser invadidos por las aguas en crecidas de este río.

6.2. Remociones en masa, flujos de barro y erosión de laderas

El análisis morfológico del sector, no acusa la presencia de remanentes de claros rasgos indicativos de actividad asociada a procesos históricos o recientes, atribuibles a remociones en masa tales como deslizamientos, desprendimientos, flujos de barro o detritus. Pese a ello, interesa consignar que lluvias de gran intensidad estarían en condiciones de generar grandes erosiones en la parte alta de la serranía producto de las altas pendientes existentes en los primeros tramos de los cerros, en conjunto con las características de la cubierta arcillosa de suelos.

El riesgo que este tipo de remociones se activen en un futuro próximo, se incrementa en la medida que se intensifique la destrucción de la cobertura vegetal en los flancos de la mencionada serranía, producto de actividades antrópicas no controladas, como por ejemplo sobretalaje o producción de carbón vegetal a partir de especies presentes, principalmente espino.

7. Riesgo sísmico

La zona en estudio queda afectada por los mismos fenómenos sísmicos que han causado daños en la ciudad de Santiago, originados en la Zona de Subducción 5, según Nishenko (4). En esta zona se han originado los terremotos de los años 1647, 1730, 1822, 1906 y 1985, todos ellos de magnitud Richter cercana o mayor que 8; estos sismos tienen un período de retorno medio de 82 ± 5 años y generan en el lugar una aceleración basal del orden de 0,30 g.

La Norma Chilena de Diseño Sismoresistente clasifica la zona en estudio como dentro de la Zona Sísmica N° 2, es decir, con aceleración máxima basal de hasta 0,30 g.

8. Edafología

Los tipos de suelos para los terrenos, se han determinado utilizando el Estudio Agrológico de la Región Metropolitana¹.

El proyecto se situará sobre un sector plano correspondiente a terrazas aluviales del río Mapocho. De acuerdo a los antecedentes disponibles de CIREN. Los suelos en donde se emplazará el proyecto corresponden a suelos aluviales, ligeramente profundos, que ocupan la posición de las terrazas antiguas de río Mapocho.

¹ CIREN. Estudio Agrológico de la región Metropolitana: Descripción de Suelos, Materiales y Símbolos. 1996 (Publicación CIREN 105)

compactadas incluidas dentro de los materiales sueltos. El horizonte IIC_{2x}, de color gris oscuro y pardo grisáceo oscuro en el matiz 10YR y comprende un fragipán desarrollado sobre textura arenosa o arenosa francosa, donde no penetran las raíces.

8.2. Características Físicas y Morfológicas del Pedón²

Tabla 7. Características Físicas y Morfológicas del Pedón.

Profundidad (cm)	Características
0 - 17 Ap	Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo; franco arenosa; no plástico y no adhesivo; suelto, friable; estructura de bloques subangulares medios, débiles, que se parten en bloques subangulares finos y débiles. Raíces finas y medias abundantes; poros finos y medios abundantes. Límite lineal, claro.
17 - 32 B1	Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo, con vetas pardo oscuro (10YR 4/3) en húmedo; franco arenosa; no plástico y no adhesivo; suelto, friable; estructura de bloques subangulares medios, débiles que se parten en bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas comunes; poros finos y medios abundantes. Límite lineal, claro
32 - 54 B2	Pardo oscuro a pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2.5) en húmedo; arenoso; Estudio de Impacto arenofrancosa; no plástico y no adhesivo; suelto, friable; estructura de bloques subangulares finos, débiles. Raíces finas escasas; poros finos abundantes. Límite lineal, claro.
54 - 76 B3	Pardo oscuro (10YR 4/3) y pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) ambos en húmedo, dispuestos en manchas, arenofrancosa; no plástico y no adhesivo; suelto, muy friable; estructura de bloques subangulares medios, débiles. Raíces finas aisladas; poros finos abundantes. Límite lineal, abrupto
76 - 105 IIC1	Pardo grisáceo oscuro a muy oscuro (10YR 3/3 a 4/2) en húmedo; arena; no plástico y no adhesivo; suelto, muy friable; grano simple. Raíces no hay; poros finos y medios comunes. Límite lineal, abrupto.
105 - 120 IIC2x	Gris muy oscuro (10YR 3/1) en húmedo y pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo; fragipán constituido sobre arenas. Raíces no hay.

8.3. Posición

La Serie Rinconada de Lo Vial ocupa las terrazas aluviales del río Mapocho, las pendientes dominantes van de 0 a 2%, generalmente con microrelieve.

8.4. Capacidad de uso

La capacidad de uso de la Serie Rinconada de Lo Vial en cuestión es de tipo IIIw3, o sea de Clase de capacidad de uso 'III', Sub-clase de Capacidad de Uso 'w' y Unidad de Capacidad de Uso '3'³.

² El pedón es la unidad tridimensional más pequeña del suelo, y no debe tener menos de 1 m², para adquirir el rango lateral de variabilidad.

³ CIREN. Estudio Agrológico de la región Metropolitana: Descripción de Suelos, Materiales y Símbolos. 1996 (Publicación CIREN 105)

Los suelos de la Clase III presentan moderadas limitaciones en su uso y restringen la elección de cultivos, aunque pueden ser buenas para ciertos cultivos. Tienen severas limitaciones que reducen la elección de plantas o requieren de prácticas especiales de conservación o de ambas.

Las limitaciones más corrientes para esta Clase pueden resultar del efecto de una o más de las siguientes condiciones:

- Relieve moderadamente inclinado a suavemente ondulado.
- Alta susceptibilidad a la erosión por agua o vientos o severos efectos adversos de erosiones pasadas.
- Suelo delgado sobre un lecho rocoso, hardpan, fragipan, etc., que limita la zona de arraigamiento y almacenamiento de agua.
- Permeabilidad muy lenta en el subsuelo
- Baja capacidad de retención de agua
- Baja fertilidad no fácil de corregir
- Humedad excesiva o algún anegamiento continuo después de drenaje
- Limitaciones climáticas moderadas
- Inundación frecuente acompañada a algún daño a los cultivos.

Los suelos de esta Clase requieren prácticas moderadas de conservación y manejo.

La Sub-clase de Capacidad de Uso 'w' posee el mismo tipo de características que la Clase III, además de incorporar limitaciones de tipo humedad, drenaje o inundación.

Por lo que se refiere a Unidad de Capacidad de Uso se trata de un subsuelo o substrato de permeabilidad lenta o muy lenta.

8.5. Calidad fisicoquímica de los suelos

En general, la calidad fisicoquímica de los suelos no tiene una gran variabilidad espacial, los suelos son neutros y no son agresivos a fundaciones de hormigón armado, poseen un contenido bajo de sales solubles en agua (300 - 400 mg/kg) – indicando que no existen limitaciones a los cultivos derivados del contenido de sales, y una capacidad de intercambio catiónico (35 - 60 meq/100 g) indicativa que se trata de suelos excesivamente arcillosos, con problemas de permeabilidad y estructura.

Índice

1. Objetivo	1
2. Flora y Vegetación	1
2.1. Caracterización de la vegetación del área de influencia	1
2.2. Caracterización de la flora del área de influencia	1
2.3. Estado de Conservación de la Flora de la Región Metropolitana	2
2.4. Vegetación	2
2.4.1. Macrozona Asociada a la Actividad Agrícola y de Alta Intervención Humana	3
2.4.2. Macrozona Asociada a Los Ríos y Cursos de Agua	3
2.4.3. Macrozona de la Vegetación Esclerófila.	3
3. Fauna Terrestre	7
3.1. Caracterización de la fauna del área de influencia	7

1. Objetivo

El presente anejo tiene como objetivo principal la descripción del estado actual de los componentes bióticos en el área donde se desarrollará el proyecto.

2. Flora y Vegetación

2.1. Caracterización de la vegetación del área de influencia

En términos generales, el área de estudio se inserta en la sub-cuenca del río Mapocho. La vegetación del área de influencia pertenece a la Región del Matorral y Bosque Esclerófilo (Gajardo, 1994). Esta región vegetacional se extiende a través de la Zona Central de Chile cuya característica física dominante es la presencia de condiciones climáticas del tipo mediterráneo con una marcada precipitación invernal y un período seco estival. Es una región con alta diversidad vegetacional, predominando los arbustos altos de hojas esclerófilas, arbustos bajos xerófitos, espinosos, suculentas y árboles esclerófilos y laurifolios. La sub-región donde se inserta el proyecto corresponde a la del Matorral y del Bosque Espinoso, la que ha sido ampliamente afectada por las actividades humanas, tanto que sus formaciones vegetacionales se encuentran muy heterogéneas en su composición florística y en su estructura espacial. Persisten, sin embargo, algunos elementos de su condición original, relegados a ambientes muy particulares en sus características físicas. La forma de vida predominante es aquella con arbustos fuertemente espinosos, a menudo del tipo suculento o caducifolio de verano.

El sector donde se proyecta la planta de compostaje, se encuentra ubicado al sur-este de la actual Planta de Tratamiento de Aguas Servidas El Trebal, esta zona corresponde a terrenos agrícolas con vegetación mono-específica.

2.2. Caracterización de la flora del área de influencia

La presencia de especies es escasa y está compuesta principalmente por especies herbáceas. El sector de suelo agrícola que se ubica al suroriente, presenta especies cultivadas introducidas.

En el área indirecta del proyecto, específicamente en los planos inclinados (laderas de cerros), existe vegetación arbustiva y arbórea dominante de hoja esclerófila como el litre (*Lithrea caustica*), el guayacán (*Porlieria chilensis*), el colliguay (*Colliguaja odorífera*) y un estrato herbáceo representado principalmente por *Baccharis linearis*, *Erodium cicutarium*, y *Vulpia sp.*

2.3. Estado de Conservación de la Flora de la Región Metropolitana

En la Región Metropolitana, según el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989), existen 19 especies con problemas de conservación, 1 especie en categoría de En Peligro, 13 especies en categoría de Vulnerable y 5 especies catalogadas como Rara.

La identificación de estas especies se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 1. Especies en Categoría de Conservación en la Región Metropolitana.

Espece	Estado de conservación
<i>Avellanita bustillosii</i>	En Peligro
<i>Austrocedrus chilensis</i>	Vulnerable
<i>Beilshmidia miersii</i>	Vulnerable
<i>Dasyphyllum excelsum</i>	Vulnerable
<i>Jubaea chilensis</i>	Vulnerable
<i>Krameria cistoidea</i>	Vulnerable
<i>Laretia acaulis</i>	Vulnerable
<i>Nothofagus glauca</i>	Vulnerable
<i>Persea meyeniana</i>	Vulnerable
<i>Porlieria chilensis</i>	Vulnerable
<i>Prosopis ssp</i>	Vulnerable
<i>Kageneckia angustifolia</i>	Vulnerable
<i>Cryptocarya alba</i>	Vulnerable
<i>Nothofagus obliqua var. Macrocarpa</i>	Vulnerable
<i>Adesmia resinosa</i>	Rara
<i>Citronella mucronata</i>	Rara
<i>Maytenus chubutensis</i>	Rara
<i>Myrceugenia colchaguensis</i>	Rara
<i>Myrceugenia correaefolia</i>	Rara

2.4. Vegetación

En términos generales, en el área de estudio se identifican tres macrozonas vegetacionales; éstas se diferencian por las asociaciones vegetacionales que en ella se encuentran, por la composición florística, geomorfológico y por su grado de alteración y presencia humana. Las especies dominantes son diferentes entre macrozonas, sin embargo se puede encontrar la misma especie en otras macro-zonas con diferente cobertura.

Las macro-zonas identificadas son:

2.4.1. Macrozona Asociada a la Actividad Agrícola y de Alta Intervención Humana

Esta macrozona es la dominante. Está presente en la mayor parte de los suelos planos con riego. En esta macrozona se dan dos situaciones ligadas a la composición vegetal y florística:

- Los cultivos agrícolas, donde la fisonomía es monoestratificada, producto del cultivo de hortalizas, que es la principal actividad agrícola del área de estudio. En esta macrozona también se puede encontrar vegetación de altura utilizada como cercos vivos entre parcelas y también como cortavientos.
- Centros poblados, los que se encuentran adyacentes a los campos agrícolas, donde se asocia vegetación ornamental principalmente exótica.
- Planta El Trebal, zona altamente intervenida, donde la vegetación existente consiste en arbolado ornamental.

2.4.2. Macrozona Asociada a Los Ríos y Cursos de Agua

Se circunscribe a la vegetación asociada a cursos de agua mayores como el río Mapocho y otros cuerpos de agua artificiales como el Zanjón de la Aguada. El río Mapocho es el principal cuerpo de agua natural del área de estudio, el que comprende las principales asociaciones vegetacionales. La vegetación, se circunscribe a límites bien definidos y no se encuentran fuera de la macrozona.

2.4.3. Macrozona de la Vegetación Esclerófila.

Contiene la vegetación original (nativa, remanentes esclerófilos) y la alóctona que forma parte de la vegetación acompañante. Se limita a los pies de cerros y laderas, debido al retroceso experimentado por el uso agrícola de las partes planas.

En las macrozonas descritas se pueden identificar 7 asociaciones vegetacionales, que forman parte de la naturaleza de las actividades y procesos temporales producto de la actividad económica del área de estudio. Las asociaciones son las que se describen a continuación:

Tabla 2. Asociaciones vegetacionales del área de influencia

Asociaciones vegetacionales	Conformación especies presentes
Espinal	<i>Acacia caven</i> , <i>Colletia spinosissima</i> , <i>Muldenbeckia hastulata</i> . <i>Avena barbata</i> , <i>Stipa sp</i> <i>Vulpia sp</i>
Praderas Alóctonas	<i>Gramíneas</i> y <i>Poaceas</i> , acompañadas de <i>Brassicaceas</i> y <i>Compuestas</i> . Especie dominante: <i>Avena barbata</i>
Cultivo Agrícola	<i>Hortalizas</i> y <i>Frutales</i>
Arbolado Rural	<i>Populus alba</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Salix chilensis</i> , <i>Rubus ulmifolius</i> .

ANEJO 4: MEDIO BIÓTICO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Ribereño	<i>Salix humboldtiana, Baccharis linearis, Maytenus boaria, Psoralea glandulosa, Tristerix sp., Acacia caven, Rubus ulmifolius, Nasturtium officinale, Salix babylonica, Ricinus comunis, Acacia dealbata, Eucalyptus globulus</i>
Matorral Esclerófilo	<i>Lithrea caustica, Colliguaja odorifera, Retanilla trinervia, Colletia espinosissima. Porlieria chilensis.</i>
Arbolado Ornamental	Leguminosas del género <i>Acacia</i> , <i>Schinus molle</i> , <i>Acacia caven</i> .

La descripción de cada asociación vegetal identificada, corresponde a lo siguiente:

Espinal:

Es una asociación conformada principalmente por *Acacia caven* (espino), que a pesar de ser típica de los planos de los valles, se encuentra limitada a los pies de los cerros que forman parte del área del proyecto. Es una formación abierta, con alta cobertura herbácea; parte de su territorio se encuentra integrado a los cultivos. Se dispone en terrenos soleados formados por *Acacia caven* que está acompañada de algunas especies arbustivas como la *Colletia spinosissima* y la *Muehlenbeckia hastulata*. La estrata herbácea está compuesta por la teatina (*Avena barbata*), el pasto largo (*Stipa sp.*) y el pasto delgado, (*Vulpia sp.*).



Fig 1. Detalle ramaje de espino (*Acacia caven*).

Praderas Alóctonas:

Esta formación es típica de zonas planas, que han emergido en suelos postcultivos, convirtiéndose en una de las primeras etapas sucesivas de la vegetación. Se compone por especies del grupo de las Gramíneas y Poaceas, acompañadas de Brassicaceas y Compuestas. Las comunidades de pradera, están dominadas por la *Avena barbata*; las especies acompañantes son las mismas, sin embargo, pueden variar en su densidad y cobertura creando comunidades que se diferencian por ese aspecto. Las de menor cobertura se remiten a pequeños parches asociados a suelos pobres endurecidos, generalmente a orillas de caminos y zonas rocosas de planos inclinados.



Fig 2. Asociación vegetacional pradera en el área de influencia del proyecto

Cultivo Agrícola:

Esta asociación reúne especies cultivables, tanto hortalizas como frutales; son monocultivos de amplia extensión en el área del proyecto. Predominan las hortalizas y el estrato herbáceo, debido a que los productos de los cultivos de frutales se reducen a pocas hectáreas.



Fig 3. Asociación vegetacional cultivos agrícolas en el área de influencia del proyecto

Arbolado Rural:

Esta asociación está conformada exclusivamente por especies exóticas pertenecientes al estrato arbóreo. Se asocia a bordes de parcelas cuya función es la formación de setos y cortavientos. Su disposición es lineal; si bien su densidad es escasa, su cobertura es alta, ya que conforma doseles cerrados combinando árboles de distintas alturas. Las especies de uso frecuente son Álamo (*Populus alba*), Robinia (*Robinia pseudoacacia*), Sauce chileno (*Salix humboldtiana*) y Eucalipto (*Eucalyptus globulus*). En algunos casos se encuentra zarzamora (*Rubus ulmifolius*), que se asocia a canales de riego.

Ribereño:

En los sectores del río Mapocho y el Zanjón de la Aguada se encuentran árboles nativos propios de ambientes riparianos, tales como el sauce chileno (*Salix humboldtiana*), la especie de mayor cobertura en esta asociación. Luego son abundantes el espino (*Acacia caven*) y el maitén (*Maytenus boaria*), con coberturas similares, formando pequeños parches a lo largo de

ríos y esteros. No se encontraron especies arbustivas nativas con coberturas superiores al 10%. Las herbáceas son el grupo dominante y de mayor cobertura, destacando entre ellas la chilca (*Baccharis linearis*) y el culén (*Psoralea glandulosa*) entre las especies nativas. Las especies introducidas son más abundantes encontrándose especies de los distintos tipos biológicos, tales como la zarzamora (*Rubus ulmifolius*), el berro (*Nasturtium officinale*), el sauce llorón (*Salix babylonica*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) el ricino (*Ricinus comunis*) y el aroma (*Acacia dealbata*).



Fig 4. Asociación vegetacional ribereña en el área de influencia del proyecto

Matorral Esclerófilo:

Se reduce a las laderas o planos inclinados de los cerros que se encuentran en el área de la planta de compostaje. Es una formación abierta, con arbustos y arbustos arborescentes, muy bien adaptados a largos períodos de sequía. La comunidad dominante es la de litre – boldo (*Lithrea caustica – Peumus boldus*); corresponde a un monte bajo (que se presentan como renovales), alcanzando en algunos puntos el estado arbóreo. Son especies acompañantes el quillay (*Quillaja saponaria*), arbustos espinosos como el trevo, (*Retanilla trinervia*) y el crucero (*Colletia espinosísima*) y esclerófilas como el colliguay (*Colliguaja odorifera*), especies comunes herbáceas son el romerillo (*Baccharis linearis*) entre las nativas y la *Avena barbata* entre las introducidas.

Además, en forma aislada es posible encontrar especies nativas de interés como el guayacán (*Porlieria chilensis*), especie vulnerable habitante frecuente de estas regiones y la puya (*Puya chilensis*) y el quisco (*Trichocereus chiloensis*), habitantes de laderas soleadas y pedregosas.

Arbolado Ornamental:

Esta asociación está fuertemente arraigada en los poblados que se encuentran en la zona del Proyecto. Está conformado por especies exóticas ornamentales, son de uso frecuente especies como las leguminosas del género *Acacia*, y otras muy diversificadas como el pimiento, *Schinus molle*. En algunos casos se encuentra en asociación con especies nativas como *Acacia caven* (espino) especies de valor biológico o de conservación. El estrato herbáceo es muy diverso conteniendo especies alóctonas y nativas, que se refugian en patios y terrenos baldíos.

Su representatividad supera el 10%. Generalmente se encuentra en forma de parches y en algunos casos dispersos en torno a los cultivos agrícolas.

3. Fauna Terrestre

3.1. Caracterización de la fauna del área de influencia

Chile Central ha sido reconocido como un centro de alta biodiversidad debido a su gran importancia biológica y a su alto grado de amenaza (Mittermeier et al., 1999; Myers et al., 2000). Aunque cerca del 19% de Chile continental está incluido en algún área del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNASPE), sólo el 4,2 % (6.504 km²) de la biota Mediterránea está protegida en la actualidad (Arroyo et al. 1999).

En términos ecológicos, el proyecto se ubica en la eco-región mediterránea, que corresponde a la región ecológica característica de Chile central, particularmente de los sectores costeros y valles transversales. Para esta región de Chile existe buena información sobre la estructura y composición de algunos grupos de vertebrados que la habitan, tal es el caso de los mamíferos, de las aves rapaces, de las aves terrestres y de los reptiles principalmente del género *Liolaemus*. Existe además un análisis sobre las invasiones de avifaunas mediterráneas de California a Chile.

La diversidad de la fauna de vertebrados, de esta eco-región del país es una de las mejores conocidas, en ella habitarían unas 287 especies, lo que equivale al 52% de todos los vertebrados terrestres del país. La eco-región a nivel internacional está considerada como un “hotspots” o sitio caliente para la conservación de la biodiversidad, ya que presenta una alta y única riqueza biológica y el intenso uso del paisaje demanda una urgente protección de los ecosistemas que en ella existen (Myers 1990).

De las 102 especies de vertebrados terrestres endémicos que existen en Chile, un 51% serían exclusivas de esta eco-región (Simonetti 1999). Ejemplos de lo anterior se pueden encontrar en anfibios, como es el caso del sapito de cuatro ojos, *Pleurodema thaul*, en reptiles como el lagarto, *Callopistes palluma*, en aves con algunas especies de la familia de los Rhynocriptidos, como la turca, *Pteroptochos megapodius* y el tapaculo, *Scelorchilus albicollis*, de la familia Furnariidae, están los canasteros, *Thripophaga spp.*, de mamíferos, varias especies de roedores, como el lauchón orejudo de Darwin, *Phyllotis darwini*, y el degu, *Octodon degu*, entre otros.

Los reptiles y anfibios potencialmente presentes en el área son, la lagartija chilena (*Liolaemus chiliensis*), la lagartija esbelta (*L. tenuis*), la lagartija oscura (*L. fuscus*), a la iguana (*Callopistes palluma*) y los anfibios sapo de rulo (*Bufo chilensis*), y el sapito de cuatro ojos (*Pleurodema thaul*), entre otros.

La presencia de avifauna terrestre descrita para esta eco-región está dominada por especies del orden Passeriformes, siendo comunes la diuca (*Diuca diuca*), la especie endémica tenca (*Mimus thenca*), el chincol (*Zonotrichia capensis*), el chercán (*Troglodytes aedon*) y el tordo (*Curaeus curaeus*). Para especies del bosque templado chileno se mencionan especies como el churrín (*Scytalopus fuscus*), el rayadito (*Aphrastura spinicauda*) y el colilarga (*Sylviorhynchus desmursii*). Entre las aves migratorias de invierno son características algunas como el picaflor (*Sephanoides sephanoides*), el diucón (*Xolmis pyrope*) y la viudita (*Coloramphus parvirostris*), en tanto que entre las aves migratorias de verano son características especies como el fio-fio (*Elaenia albiceps*), el picaflor gigante (*Patagonas gigas*) y el mirlo (*Molothrus bonariensis*). De las rapaces diurnas se pueden mencionar al aguilucho

ANEJO 4: MEDIO BIÓTICO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

(*Buteo polyosoma*), el bailarín (*Elanus leucurus*), el tiuque (*Milvago chimango*) y el cernícalo (*Falco sparverius*) y entre las nocturnas la lechuza (*Tyto alba*) y el chuncho (*Glucidium nanum*). Entre las aves asociadas a ambientes más húmedos o a cursos de agua se destacan el pidén (*Pardirallus sanguinolentus*) y la tagüita (*Gallinula melanops*).



Fig 5. Chincol (*Zonotrichia capensis*)

Respecto a los mamíferos, se describen cerca de 30 especies potenciales en esta eco-región; entre ellas carnívoros como los zorros chilla (*Pseudalopex griseus*) y culpeo (*P. culpaeus*), mustélidos como el quique (*Galictis cuja*), varias especies de micromamíferos, como el marsupial yaca (*Thylamys elegans*), el degú (*Octodon degu*), el lauchón orejudo de Darwin (*Phyllotys darwini*), la rata Chinchilla (*Abrocoma benetti*), la lauchita de los espinos (*Oligoryzomys longicaudatus*), la laucha de pelo largo (*Abrothrix longipilis*) y la laucha olivacea (*Abrothrix olivaceus*) entre otros.



Fig 6. Zorro chilla (*Pseudalopex griseus*)

En el área de estudio está representada una fracción de la fauna característica de esta región ecológica del país y característica de ambientes antrópicamente alterados. La mayor riqueza la concentraron las aves en todas las macrozonas reconocidas (Agrícola, Ríos y Cursos de Agua

ANEJO 4: MEDIO BIÓTICO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

y Vegetación esclerófila). En ambientes menos alterados o alejados de la intrusión humana, tales como los remanentes de vegetación esclerófila, se podría esperar una mayor diversidad de especies, sectores asociados principalmente al área del proyecto.

El paisaje agrícola, dada su amplia cobertura dentro del área de estudio, concentra la mayor cantidad de especies. Sin embargo, la Macrozona Asociada a la Vegetación Esclerófila, que forma parte del área de influencia indirecta del proyecto, concentra especies de interés como las endémicas, las menos abundantes y otras que forman asociación con los elementos estructurales de este ambiente como los lagartos, los pájaros carpinteros y micromamíferos silvestres.

El paisaje agrícola, limitaría la presencia de una mayor diversidad de vertebrados, sin embargo, son reservorios de especies que han sido capaces de explotar los recursos que se cosechan y adaptarse a las condiciones de hábitats que dominan sobre esta formación, especialmente para las aves, que pasa a ser la matriz del paisaje de los valles interiores de la Región Metropolitana.

En los ambientes de pradera, se encuentran principalmente aves, varias de ellas de hábitos granívoros que se alimentan en el suelo.

Índice

1. Introducción	3
2. Ideas básicas	3
3. Definición de Compostaje	4
4. Ventajas del proceso de compostaje	4
5. Proceso Biológico del Compostaje	5
6. La potenciación de la actividad microbiológica.....	6
7. Operaciones del proceso de compostaje.....	8
8. Esquema tipo de una planta de compostaje en túnel.....	8
9. Conceptos básicos.....	9
9.1. Etapa de descomposición	9
9.2. Etapa de maduración	9
9.3. Tipologías de materiales	10
10. Recepción y almacenamiento	12
10.1. Definición	12
10.2. Fases y duraciones	12
10.3. Descarga y almacenamiento temporal.	14
10.3.1. Descarga	14
10.3.2. Almacenamiento temporal	14
10.3.3. Equipos de vaciado del almacenamiento temporal.....	16
10.3.4. Descarga y de almacenamiento de la Fracción Vegetal	16
10.3.5. La losa.....	17
11. Pre-tratamiento: Mezcla y/u Homogeneización	18
11.1. Definición	18
11.2. Los Materiales Complementarios.....	18
11.2.1. Los estructurantes y sus características.....	19
11.3. Las Mezclas	19
11.4. Fases.....	20
11.4.1. Preparación del estructurante	21
11.4.2. Dosificación y preparación de las pre-mezclas.....	21
11.4.3. Separación de impropios.....	22
11.4.4. Mezcla y/u homogeneización	22
11.4.5. La incorporación de líquidos	22

11.4.6.	Momento de la incorporación de líquidos.....	23
11.5.	Criterios de selección de alternativas.....	24
11.5.1.	Criterios de diseño	25
12.	<i>Etapa de Descomposición.....</i>	25
12.1.	Definición	25
12.2.	Presentación de los residuos a tratar	26
12.3.	Fases.....	27
12.4.	Duración	28
12.5.	Aspectos de la etapa de descomposición	28
12.5.1.	Movimiento y disposición del material durante la etapa.....	29
12.5.2.	Ventilación forzada	29
12.5.3.	Ubicación del material en la etapa.....	29
12.5.4.	Aplicación de líquidos.....	29
13.	<i>Etapa de Maduración.....</i>	30
13.1.	Definición	30
13.2.	Fases.....	31
13.3.	Duración	32
13.4.	La incorporación de líquidos	32
13.5.	Aspectos de la etapa de maduración.....	32
13.5.1.	Ventilación y su control.....	33
13.5.2.	Movimiento y disposición del material durante la maduración.	33
13.5.3.	Necesidad de cubierta.....	33
13.5.4.	Solera siempre pavimentada.....	34
14.	<i>Post-tratamiento.....</i>	34
14.1.	Definición	34
14.2.	Fases y duraciones	35
14.3.	Los materiales resultantes del post-tratamiento	35
14.4.	Necesidad de confinamiento	36
14.5.	El cribado y otras operaciones	36
14.6.	Aspectos de la etapa de post-tratamiento.....	37
14.6.1.	Recuperación de estructurante.....	37
14.6.2.	Separación de impropios.....	37
14.6.3.	Acondicionamiento del recirculado	38
14.6.4.	Mezcla	38
14.6.5.	Equipos para la preparación de productos de determinadas granulometrías.....	38
14.7.	Criterios de diseño	39

15.	<i>Almacenamiento del producto terminado</i>	39
15.1.	Definición	39
15.2.	Fases.....	39
15.3.	Duración	40
15.4.	Características del almacén	40
15.5.	Criterios de diseño	41
16.	<i>Operaciones complementarias: Equipos e instalaciones</i>	41
16.1.	Edificios	41
16.2.	Báscula	42
16.3.	Balsas o depósitos de pluviales y de lixiviados.....	42
16.3.1.	Definiciones.....	42
16.3.2.	Criterios de selección de alternativas	44
16.3.3.	Criterios de diseño	44
16.4.	Sistemas de tratamiento de gases.....	44
16.4.1.	Actuaciones que reducen la emisión de olores.....	45
16.4.2.	Condicionantes.....	46
16.4.3.	Descripción de alternativas	47
16.4.4.	Criterios de selección de alternativas y de diseño	49
16.5.	Instalaciones para la eliminación de polvo	50
16.6.	Zona perimetral	51
16.7.	Depósitos de combustibles líquidos	51
16.8.	Equipos de limpieza de camiones y maquinaria.....	51
16.9.	Estación meteorológica	52

1. Introducción

En el presente anejo se presenta una explicación del proceso de compostaje, con sus distintas etapas y los problemas que nos podemos encontrar.

Cada una de las etapas está definida. Además se enumeran sus fases, duraciones, características relevantes a tener en cuenta.

La información ha sido extraída principalmente de la 'Guia de Suport per al Disseny y l'Explotació de Plantes de Compostatge' de la 'Agència de Residus de Catalunya', en su edición del año 2008. Esta guía pretende dar las pautas para el correcto dimensionado de las plantas de compostaje.

También se ha recorrido al 'Manual de Compostaje Para Municipios', de Eva RöbenDED, que nos da las pautas para el dimensionado de plantas de compostaje en América Latina.

2. Ideas básicas

El compostaje es tan antiguo como la agricultura y hasta hace pocas décadas ha estado ligado exclusivamente a la filosofía de conservación de la fertilidad del suelo. Pero hoy en día, el interés por el compostaje cae, sobre todo, en la necesidad de buscar soluciones en la gestión de los residuos orgánicos. Aún así no nos podemos olvidar que, en la mayoría de los casos, el producto que en resulta tiene como destino final el suelo.

Las dos ideas más remarcables del compostaje son que:

- i) Reduce el volumen de residuos, facilita su almacenamiento, permite un mejor y más flexible aprovechamiento agrícola –o eliminación, si no es apto para este uso-, y minimiza el riesgo sanitario inherente a todas las operaciones anteriores.
- ii) Tiene un fundamento muy simple, es muy robusto y versátil, de forma que puede aplicarse a muchos tipos de materiales y mezclas, a escalas de trabajo muy distintas y empleando equipos muy o poco sofisticados.

El compostaje se puede considerar una biotecnología en cuánto corresponde a una explotación industrial del potencial de los microorganismos. También puede considerarse una ecotecnología dado que:

- iii) Permite el regreso al suelo de la materia orgánica y de los nutrientes vegetales, introduciéndola de nuevo en los ciclos biológicos.
- iv) Facilita la eliminación de residuos.

3. Definición de Compostaje

El compostaje es un sistema de tratamiento de materiales orgánicos biodegradables basado en una actividad microbiológica compleja, realizada en condiciones controladas (siempre aerobias y mayoritariamente termófilas), y que genera un producto estable que se puede almacenar sin inconvenientes, y sanitariamente higienizado. Este producto:

- i) Es habitualmente utilizable como abono, enmienda o sustrato en agricultura o jardinería, y se lo denomina compuesto. En este caso el proceso de compostaje:
 - a. Consigue una valorización del material/residuo original.
 - b. Tiene que priorizar la máxima conservación posible de los nutrientes vegetales que contendía este material original.
- ii) Ocasionalmente puede ser inapropiado para usos agrícolas, y es el que a veces recibe el nombre de compuesto gris. En este caso, el proceso de compostaje tiene que tener por objetivo conseguir que el producto final posea todas aquellas características que faciliten su eliminación final.

Este proceso es uno de los más utilizados durante los últimos años en América Latina, principalmente por organizaciones ambientales que tiene como finalidad reducir los desechos antes de su llegada a la disposición final. En Europa es una tecnología con muchos años de experiencia.

Los residuos más utilizados para generar el compost son; los de jardín, los residuos sólidos urbanos separados, los residuos sólidos urbanos no seleccionados, los residuos de ferias, podas municipales, entre otros.

4. Ventajas del proceso de compostaje

Algunas de las ventajas del proceso de compostaje son las siguientes:

- Es un sistema de reciclaje, con una útil revalorización del residuo.
- El compost es una mezcla de material orgánico y minerales, estabilizado, que no genera olores.
- El compost es un material no contaminante.
- El compostaje es un proceso limpio, de escaso impacto ambiental, cuando se trata del manejo de residuos seleccionados.
- Los insumos requeridos para el proceso sólo consisten en agua, combustible, materia prima y el aporte propio de la naturaleza, a partir de los microorganismos degradadores.
- Constituye una interesante alternativa para el uso de mano de obra no especializada.
- Al tratarse de una tecnología sencilla, en la eventualidad de alteraciones en los fenómenos que ocurren en el proceso, su recuperación es rápida.
- Por tratarse de un proceso aerobio, no genera gases a efecto invernadero.
- Valorización de los residuos orgánicos, evitando su eliminación.
- Contribuye a disminuir la cantidad de residuos que se disponen en rellenos sanitarios.
- Mejora notoriamente las propiedades físicas, químicas y bioquímicas de los suelos.

- Si se decide dar término a la actividad, ya sea en forma temporal o definitiva, el cierre y retiro de las instalaciones puede efectuarse de forma inmediata.

5. Proceso Biológico del Compostaje

En el proceso biológico del compostaje se pueden distinguir distintas fases:

- a) Pre-fermentación.
- b) Fermentación principal.
- c) Maduración

Las dos primeras fases, pre-fermentación y fermentación principal, en una planta de compostaje se engloban en una única: la fase de descomposición (*12. Etapa de Descomposición*).

La **pre-fermentación** comienza bajo el impacto de bacterias mesófilas. En esta fase, la temperatura del material aumenta rápidamente y el proceso de biodegradación empieza. La temperatura puede subir hasta 75°. Esto es equivalente al grado 1 de madurez. La pre-fermentación se realiza durante los primeros días del compostaje.

Durante la segunda fase, la **fermentación principal**, la temperatura sigue manteniéndose en un nivel relativamente alto a causa del calor producido por la actividad microbológica. En esta fase, la biodegradación se realiza por bacterias termófilas (grado 2 - 3 de madurez). La fase principal del compostaje puede durar entre 2 a 4 semanas en plantas mecanizadas, y el doble en plantas manuales. Eso depende de la tecnología y de la definición exacta de la fermentación principal (lo que cambia según las interpretaciones de productores y científicos).

La velocidad del proceso de compostaje alcanza a su nivel más alto durante las dos primeras fases. Paralelamente, las emisiones y la necesidad de aireación y humedecimiento también se encuentran en su nivel más alto. Por esto, el control del proceso es especialmente importante durante este tiempo. En grandes plantas mecanizadas muy cercanas a habitáculos, se recomienda un edificio cerrado con buena depuración del aire contaminado. En pequeñas plantas y plantas medianas no mecanizadas, un sistema de succión del aire sería ventajoso si es económicamente factible.

La última fase del proceso de compostaje es la **maduración e higienización**. El proceso de biodegradación se desarrolla más despacio y las emisiones también se disminuyen. En general, no hay necesidad de aireación o humedecimiento durante esta fase. Sin embargo, en esta fase es ventajoso continuar la mezcla/ revuelta y el movimiento del material para obtener un producto homogéneo e higiénico. Al fin de la última fase, el compost tiene el grado 4 o 5 de madurez.

Un porcentaje de aproximadamente 50 % del material original se pierde durante la fermentación por causa de la evaporización y digestión microbológica.

6. La potenciación de la actividad microbológica

Cuando se plantee un tratamiento de residuos basado en el compostaje se tiene que procurar:

- i) Favorecer al máximo las condiciones adecuadas al desarrollo de los microorganismos.
- ii) Siempre que sea posible y cuando el compuesto tenga un destino agrícola, conservar los nutrientes de los vegetales que contienen los residuos.
- iii) Evitar problemas ambientales y molestias.

Los residuos orgánicos en el proceso de compostaje, sufren una fermentación aerobia. Un proceso biológico oxidativo controlado, en el que se desprende calor y se genera dióxido de carbono, agua, minerales y materia orgánica estabilizada (sin actividad biológica), según la siguiente reacción:

Materia Orgánica + Microorganismos + Nutrientes + Oxígeno + Agua Compost
(materia orgánica estable) + Microorganismos muertos + CO₂ + Agua + Nitratos +
Sulfatos + Calor

La reacción tiene lugar en dos etapas; en primer lugar se da la mineralización de la materia orgánica, que se descompone en dióxido de carbono y amoníaco. La segunda etapa es la oxidación de este amoníaco a óxido nitroso y la posterior nitrificación o formación de nitratos.

Los aspectos que se tienen que controlar para favorecer la actividad de los microorganismos son los siguientes:

1. El **equilibrio entre el contenido de agua y aire** del material a compostar. Dado que el compostaje es un proceso aerobio, el material o las mezclas a compostar tienen que ser porosos porque el O² acceda en todas partes. Las mezclas óptimas para la actividad microbiana son aquellas que presentan una porosidad en el entorno del 30%. Si el material es demasiado húmedo, los poros están ocupados también por el agua, cosa que hace que el material esté mal oxigenado. Pero si el material es demasiado seco, entonces la actividad microbiana también se ve afectada por la carencia de agua. En definitiva, tiene que haber un equilibrio entre el agua y el aire, si bien es difícil dar valores porque depende del material que se composte. Como valores orientadores podemos decir que la humedad del material (o de las mezclas de materiales) que se compuesta tiene que encontrarse entre un 50 y un 70%. El contenido de O² en las zonas internas del material conviene que no baje nunca del 10% si no se quiere ver afectada la actividad microbiana.
2. El **pH** inicial tiene que encontrarse entre 6 y 8 para posibilitar el desarrollo de un abanico muy amplio de microorganismos.
3. Un buen **equilibrio de nutrientes** particularmente **de Carbono y de Nitrógeno**. Los valores de la relación C/N recomendables al inicio del proceso tienen que estar entre 25 y 35 en los materiales más descompostables de la mezcla que se compuesta. Con algunos materiales estas relaciones pueden ser difíciles de conseguir. Hay que remarcar que relaciones mayores también permiten el proceso pero su velocidad es muy menor, y que las relaciones más bajas tienen que evitarse, si es posible a la

ANEJO 5: CARACTERÍSTICAS DEL COMPOSTAJE Y ETAPAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

práctica, porque favorecen las pérdidas de N por volatilización en forma de NH_3 y obligan a complejos sistemas de recogida/tratamiento de gases.

4. Asegurar una **población microbiana inicial**. En la mayoría de materiales ya existe esta población microbiana y por lo tanto la utilización de inóculos comerciales no tiene sentido casi nunca. Así, cuando el proceso no se desarrolla correctamente, casi siempre acostumbra a ser por causa de alguno de los factores anteriores que impiden el desarrollo de los microorganismos más que por la carencia de estos.
5. **La temperatura**, que es una consecuencia del proceso. La descomposición aerobia de la materia orgánica contenida en los residuos desprende una gran cantidad de energía, cosa que provoca que el propio material se caliente. A medida que varía la temperatura, cambian los tipos de microorganismos que actúan. De este modo, durante el proceso de compostaje se acontece una sucesión de microorganismos, con diferentes funciones y efectos sobre los componentes de los materiales que composten. El intervalo de temperatura más adecuado para la participación de un mayor número de microorganismos se encuentra entre 45 y 55°C, si bien es necesario que toda la masa logre durante un cierto tiempo temperaturas más elevadas para que se higienice.

En la siguiente tabla se resumen los factores anteriormente citados y sus rangos óptimos:

Tabla 1. Variables esenciales del proceso de compostaje y rango de características óptimas de los materiales o mezclas a compostar.

Variable	Rango
Porosidad*	25- 35 %
Humedad	50 - 60 %
O ₂	> 10 %
pH	6,0 - 8,5
Relación C/N	25 - 35 Tanto por uno
Relación N/P	< 10 Tanto por uno
M.O.	> 40 %
Temperatura	45 - 55 °C

FUENTE: 'Guia de Suport per al Disseny y l'Explotació de Plantes de Compostatge' 2008.

*En caso de que la etapa de descomposición se realice de manera estática, al menos en sus inicios, la porosidad tendrá que situarse a la parte superior del rango propuesto. En caso de que se realice una descomposición dinámica –con movimiento frecuente del material durante la primera parte de esta etapa -, la porosidad puede situarse en los valores inferiores del rango.

7. Operaciones del proceso de compostaje

Se distinguen las siguientes Operaciones:

1. Transporte de Producción a Compostaje, sólo por el que respeta a su incidencia sobre las vías más inmediatas de acceso a la instalación.
2. Recepción y almacenamiento a la instalación.
3. Proceso. Pre-tratamiento (mezcla y/u homogeneización).
4. Proceso. Etapa de Descomposición.
5. Proceso. Etapa de Maduración.
6. Proceso. Post-tratamiento.
7. Almacenamiento.
8. Operaciones complementarias.

8. Esquema tipo de una planta de compostaje en túnel



1. Edificio de servicios y oficinas
2. Zona de recepción de los residuos orgánicos
3. Pre-tratamiento y mezcla
4. Fase de descomposición en túneles
5. Fase de maduración en pilas volteadas

1. Post-tratamiento
2. Compost acabado para su venta a lo grande
3. Balsa de aguas pluviales
4. Balsa de lixiviados
5. Biofiltro

9. Conceptos básicos

9.1. Etapa de descomposición

Entendemos por **etapa de descomposición** todo aquel periodo en el que los materiales a compostar contienen mucha materia orgánica biodegradable y no se puede asegurar de manera espontánea un suministro de oxígeno a su interior suficiente para cubrir la demanda de los microorganismos. Por lo tanto, a efectos prácticos la etapa de descomposición será aquella en la que resulta imprescindible la ventilación forzada para no caer en anoxia. De esta manera se optimizará la actividad microbiana y se minimizará la emisión de sustancias malolientes reducidas, de gran impacto sobre el entorno.

La duración de la etapa de descomposición será variable y dependerá de:

- La riqueza en materia orgánica fácilmente biodegradable de los materiales a compostar.
- El control que se ejerza sobre el proceso desde la perspectiva de la optimización de la actividad microbiana: control de la temperatura dentro de unos márgenes adecuados y temperatura uniforme en toda la masa. Así los reactores cerrados con recirculación de aire caliente y capacidad de ventilación suficiente para controlar la temperatura requerirán menor tiempo de descomposición que un reactor abierto que utilice aire fresco o que no tenga capacidad de ventilación para controlar la temperatura.
- La calidad de mezcla, cuando se hayan de compostar diversos materiales, y la homogeneización del material a compostar, cuando éste sea grosero. Estas actuaciones facilitan el ataque microbiano y reducen en consecuencia la duración de la etapa.

La etapa de descomposición no necesariamente debe desarrollarse en toda su integridad en el mismo lugar o reactor. Puede pues estar constituida por sucesivas fases, todas ellas con ventilación forzada.

9.2. Etapa de maduración

Entender por **etapa de maduración** el periodo posterior en el que ya no queda tanta materia orgánica biodegradable (por lo tanto no hay tanto requerimiento de oxígeno) y en la que de manera espontánea ya se mantienen condiciones de aerobiosis. Por lo tanto, a efectos prácticos la etapa de maduración será aquella en la que la ventilación forzada no suele ser necesaria.

La duración de la etapa de maduración será en principio fija.

La etapa de maduración no necesariamente debe desarrollarse en toda su integridad en el mismo lugar o reactor, si bien en este caso no suele ser imprescindible la ventilación forzada.

9.3. Tipologías de materiales

A efectos de definir la etapa de recepción y almacenamiento, se distinguen dos grandes tipologías de materiales:

- i) **Residuos de Baja Degradabilidad (RBD)**, que son aquellos residuos orgánicos que individualmente se ven afectados por una actividad microbiana descomponedora muy baja, sea porque carecen o escasea algún componente esencial para el desarrollo microbiano –agua, materia orgánica fácilmente degradable, nitrógeno o alguno otro elemento esencial, etc.-, sea por una acidez o basicidad extremas. Mayoritariamente son residuos vegetales, y por una cuestión práctica, dentro de estos se distinguirá la sub-categoría de la Fracción Vegetal, que engloba todos los materiales de este origen con una importante componente leñosa –y por lo tanto de degradación lenta: madera de poda, restos forestales, palieres, cajas de verduras, corteza, etc¹.
- ii) **Residuos de Alta Degradabilidad (RAD)**, que son aquellos susceptibles de ser biodegradados con facilidad. Por una cuestión práctica, dentro de la categoría de los RAD se distinguirán dos sub-categorías:
 - a. Los RAD pre-estabilizados, cuando su materia orgánica ha sufrido ya algún tipo de tratamiento biológico previamente a su llegada a la instalación de compostaje.
 - b. Los RAD no pre-estabilizados, cuando el anterior no ha sucedido.

A la (*Tabla 2*) se recogen algunos ejemplos de estos diferentes tipos de materiales compostables.

¹ No quedan incluidos dentro de la categoría de Fracción Vegetal aquellos restos vegetales con restos de verduras o con una parte importante de césped –más del 30% en volumen-, que son RAD.

ANEJO 5: CARACTERÍSTICAS DEL COMPOSTAJE Y ETAPAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Tabla 2. Lista no exhaustiva de materiales compostables, clasificados según su degradabilidad.

Materiales		Ejemplos
Residuos de Baja Degradabilidad	Fracción Vegetal	Madera de poda con menos de un 30% en volumen de césped Restas forestales Palieres de madera natural Cajas de verdura Corteza
	Otros RBD	Restos de café Barro de papelería Paja Mazorcas Rapa de uva Serrín/copos
Residuos de Alta Degradabilidad	Pre-estabilizados	Lodos de depuradora de digestión anaerobia Lodos de depuradora de digestión aeròbia Lodos de depuradora de oxidación prolongada Digestados resultantes de la digestión anaerobia de Residuos Urbanos Domiciliarios Orgánicos Compuestos frescos Estiércoles viejos
	No pre-estabilizados	Residuos Urbanos Domiciliarios Orgánicos Restos de verduras Otras barros de depuradora no considerados anteriormente Barros de industria alimentaria Barros de matadero Estiércoles frescos Estiércol de gallina Madera de poda con más de un 30% en volumen de césped Césped

FUENTE: 'Guia de Suport per al Disseny y l'Explotació de Plantes de Compostatge' 2008.

Respecto los residuos que trataremos en nuestra planta, la NCh 2880 en el artículo 5.2.2 especifica que; se considera materia prima para el compostaje los materiales compostables tales como:

- I) residuos orgánicos domiciliarios.

Además esta norma también especifica que las materias primas para compostaje deben presentar un nivel de elementos traza, no mayor a los valores establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 3. Concentración máxima de metales pesados en materias primas para compostaje.

Elementos traza	Concentración máxima (mg/kg) base seca ¹⁾
Cadmio	10
Cobre	1.500
Cromo	1.000
Mercurio	10
Níquel	200
Plomo	800
Zinc	3.000
¹⁾ Concentraciones expresadas como contenidos totales.	

FUENTE: NCh 2880.

10. Recepción y almacenamiento

10.1. Definición

Engloba todas las operaciones que tienen lugar entre la llegada de los materiales a la planta y el inicio de su pre-tratamiento:

- La recepción del vehículo de transporte de los materiales que participarán en el compostaje.
- La descarga de estos materiales.
- La identificación y los controles de los materiales –muestreo, análisis rápido, etc.- antes, durante o después de la descarga.
- Su almacenamiento temporal, en espera de pre-tratarlos.
- La limpieza y desinfección del vehículo de transporte, en caso de que sea necesaria.
- La salida del vehículo de transporte.

Es un caso bastante habitual que el posterior pre-tratamiento de los materiales se realice inmediatamente a la descarga, de tal manera que el almacenamiento temporal resulta innecesario.

10.2. Fases y duraciones

La recepción/almacenamiento se puede considerar constituida por 2 fases:

- La Descarga de los materiales a compostar, ya sea directamente en el punto de almacenamiento temporal, ya sea en una zona intermedia desde donde se trasladará hasta aquel, habitualmente con pala mecánica.
- El Almacenamiento temporal del material, si es que la posterior etapa de pre-tratamiento no se realiza justo inmediatamente a la descarga.

y 4 operaciones complementarias, no todas ellas siempre necesarias:

ANEJO 5: CARACTERÍSTICAS DEL COMPOSTAJE Y ETAPAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- 1) La Identificación y el Control de los materiales que llegan a la planta, así como del correspondiente vehículo de transporte, desde que entra hasta que sale de la instalación.
- 2) La Pesada de los materiales recibidos² (16.2 .Báscula).
- 3)** La Preparación –trituration- de los materiales empleados como estructurantes. Esta operación será tratada conjuntamente en este apartado y en el 0.

² La pesada siempre será necesaria, pero la operación sólo será imprescindible realizarla a la propia instalación –hará falta entonces que disponga de báscula- si se tratan determinados tipo de materiales y/o a partir de una cierta capacidad.

- 4) *Pre-tratamiento: Mezcla y/u Homogeneización.*
- 5) *La Limpieza y la Desinfección de los vehículos de transporte (16.8. Equipos de limpieza de camiones y maquinaria).*

10.3. Descarga y almacenamiento temporal.

A la hora de diseñar la zona de descarga y de almacenamiento de los materiales que participarán en el compostaje, así como de los equipos de vaciado del almacenamiento temporal, es conveniente valorar los siguientes aspectos generales:

- a) Adaptación a las características (humedad, pastosidad, granulometría, etc.) de los materiales que se pretenden tratar o versatilidad ante la posibilidad de recibir de muy diversos.
- b) Capacidad adecuada a los volúmenes a manipular y tratar.
- c) Facilidad de operación y mantenimiento, con especial énfasis a la pulcritud.
- d) Protección en frente la lluvia, sea porque esta pueda alterar desfavorablemente las características de los materiales –dificultados para manipularlos o en el desarrollo del posterior proceso de compostaje-, sea porque no interese incrementar la generación de lixiviados.
- e) Posibilidad de confinar los residuos susceptibles de generar malos olores y de adaptar sistemas de extracción y tratamiento del aire.

En los siguientes apartados se relacionan los aspectos particulares a considerar en el diseño de los varios elementos.

10.3.1. Descarga

Los Residuos de Baja Degradabilidad no suelen requerir el confinamiento de las operaciones de descarga en no generar mal olor.

El confinamiento de la zona de descarga, en el caso de los Residuos de Alta Degradabilidad:

- i) Se podrá hacer al aire libre siempre que no hayan razones de salud laboral que lo desaconsejen y:
 - a. Los materiales no generen malos olores.
 - b. Los materiales generen malos olores pero no se prevé riesgo evidente de impacto odorífero sobre el vecindario.
- ii) También se podrá hacer al aire libre si se trata de instalaciones de compostaje de estiércoles con otros materiales que no generen malos olores, siempre que estén asociadas a una explotación ganadera o sean adyacentes a ella.
- iii) Se hará en nave cerrada y con extracción y tratamiento de gases en el resto de casos.

10.3.2. Almacenamiento temporal

Los Residuos de Baja Degradabilidad no suelen requerir el confinamiento de su almacenamiento temporal, en no generar mal olor.

ANEJO 5: CARACTERÍSTICAS DEL COMPOSTAJE Y ETAPAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

El almacenamiento temporal de los Residuos de Alta Degradabilidad se podrá hacer al aire libre siempre que no hayan razones de salud laboral que lo desaconsejen y:

- i) Estos materiales no huelan mal en el momento de almacenarlos ni tengan tendencia a generarla en el decurso del tiempo.
- ii) Se trate de un líquido que huela mal, pero el depósito descubierto en el que se almacene esté complementado con un equipo de aeración superficial que garantice la destrucción de las sustancias causantes del mal olor.
- iii) Se trate de instalaciones de compostaje de estiércoles con otros materiales que no generen malos olores, y que estén asociadas a una explotación ganadera o que sean adyacente a ella.

En el resto de casos el almacenamiento de los Residuos de Alta Degradabilidad será en naves, silos o depósitos cerrados, dotados de sistemas de extracción y tratamiento de gases.

La superficie destinada a esta operación dependerá de la alternativa elegida, de la metódica de trabajo prevista y, sobre todo, del tiempo máximo de almacenamiento permitido, que dependerá del tipo de residuos.

La duración del almacenamiento temporal viene determinada por:

- i) Las transformaciones microbianas que suelen sufrir la mayoría de los Residuos de Alta Degradabilidad en el decurso del almacenamiento, y que comportan la generación de malos olores o gases nocivos –con el consecuente riesgo de afectación a los trabajadores y a los vecinos- y/o la pérdida de calidad para ser compostados³.
- ii) El riesgo de incendio, sea por la elevada carga de fuego que tengan o sea por la tendencia a auto-encenderse. Este riesgo afecta esencialmente a los Residuos de Baja Degradabilidad en general, y a la Fracción Vegetal en particular.

En consecuencia:

- i) El almacenamiento de los Residuos de Baja Degradabilidad (Tabla 4):
 - a. No podrá superar los 90 días cuando, por efecto de la actividad microbiana, exista riesgo de auto-encendida –caso de la Fracción Vegetal-, o de pérdida de calidad para ser compostados.
 - b. Podrá tener una duración ilimitada si no existen estos riesgos.
- ii) El almacenamiento de los Residuos de Alta Degradabilidad (Tabla 4):
 - a. No podrá superar los 3 días en el supuesto de que más de un 80% de su peso sean RAD pre-estabilizados, y las 24 horas en el resto de casos. En esta segunda situación, pues, los materiales tendrán que ser pre-tratados el mismo día que lleguen a la instalación.
 - b. Tendrá una capacidad máxima no superior al triple de la capacidad diaria de tratamiento prevista para la instalación. Que la capacidad máxima supere en algunos casos la que se requiere de acuerdo con el tiempo máximo de almacenamiento se justifica para hacer frente a las situaciones de emergencia que se puedan producir.

³ Esencialmente acidificaciones.

ANEJO 5: CARACTERÍSTICAS DEL COMPOSTAJE Y ETAPAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- c. El tipo de almacenamiento elegido, o bien tendrá que permitir una gestión del tipo *FIFO (first in-first out) para evitar que queden restos de material acumulados durante periodos excesivos de tiempos, o bien se tendrá que establecer un protocolo de explotación que deje el almacenamiento vacío con la periodicidad definida anteriormente.

Tabla 4. Definición de la duración y la capacidad del almacenamiento de los materiales compostables.

Tipo de material	Capacidad máximo de almacenamiento	Tiempo máximo de almacenamiento
Residuos de Baja Degradabilidad con tendencia, con el tiempo, a auto-encenderse o a perder calidad para ser compostados.	Para 90 días	90 días
Residuos de Baja Degradabilidad sin estas tendencias.	A discreción	Ilimitado
Residuos de Alta Degradabilidad sin tendencia a sufrir transformaciones microbianas durante el almacenamiento.	15 días	15 días
Resto de Residuos de Alta Degradabilidad	3 días	3 días para RAD pre-estabilizado 24 horas para el resto de RAD

FUENTE: 'Guia de Suport per al Disseny y l'Explotació de Plantes de Compostatge' 2008.

Remarcar que respetar los tiempos máximos de almacenamiento no evita los riesgos –malos olores, gases nocivos para la salud de los trabajadores, pérdida de calidad del material a compostar, incendios, etc.- si en paralelo no se siguen unas cuidadosas pautas de explotación.

10.3.3. Equipos de vaciado del almacenamiento temporal

A la hora de elegir los sistemas de vaciado del almacenamiento y de transporte hasta el pre-tratamiento se tienen que tener en cuenta los siguientes aspectos particulares:

- Una capacidad de transporte que se ajuste a las necesidades del pre-tratamiento y mezcla.
- El coste de adquisición, de mantenimiento y de funcionamiento, en especial el consumo energético de estos equipos.
- Su adaptación a las características (humedad, pastosidad, granulometría, etc.) de los materiales que se pretenden tratar o la versatilidad ante la posibilidad de recibir de muy diversos.
- La posibilidad que sirva como dosificación del pre-tratamiento.

10.3.4. Descarga y de almacenamiento de la Fracción Vegetal

Las zonas destinadas a la recepción y al almacenamiento de la Fracción Vegetal empleada como estructurante suelen coincidir.

ANEJO 5: CARACTERÍSTICAS DEL COMPOSTAJE Y ETAPAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Esta zona también suele incorporar el espacio dedicado a su preparación/trituración. Por lo tanto, podemos encontrar tres espacios muy delimitados:

- La recepción y almacenamiento del material tal cual.
- La preparación/trituración.
- El almacenamiento del material triturado.

10.3.5. La losa

Las zonas destinadas a la recepción y el almacenamiento dispondrán necesariamente de losas pavimentadas – deseablemente de hormigón⁴ -, con las pendientes adecuadas⁵ para conducir los lixiviados hacia la correspondiente balsa de almacenamiento de estos.

La única excepción será la zona destinada a la recepción y preparación de la Fracción Vegetal, en la que la losa de hormigón puede ser sustituida por una de tierra compactada⁶.

⁴ Las losas de aglomerado asfáltico es mejor restringirlas en las zonas de paso porque se malogran fácilmente cuando se utilizan palas mecánicas para el movimiento del material.

⁵ Se considerarán adecuados las pendientes mínimas del 1% en sentido longitudinal y del 2% en sentido transversal.

⁶ Se considerarán valores aceptables de permeabilidad los que estén por debajo de $k = 1 \cdot 10^{-7}$ m/s en una capa de grueso de 50 cm.

11. Pre-tratamiento: Mezcla y/u Homogeneización

11.1. Definición

La etapa de Pre-tratamiento: mezcla y/u homogeneización consiste en la operación de mezclar diferentes materiales para obtener una mezcla con:

- a) Una Porosidad que permita la circulación del aire por su interior.
- b) Una Estructura que mantenga esta porosidad en el acopio en el que se tiene que desarrollar el proceso de compostaje.
- c) Una Humedad y un pH adecuados a la actividad microbiana.
- d) La Proporción de Materia Orgánica Biodegradable suficiente porque el proceso pueda iniciarse y completarse.
- e) Una Relación C/N que minimice las pérdidas de N o porque este elemento no sea un factor limitante del proceso.

- f) Unos contenidos mínimos otros Elementos Esenciales para los microorganismos porque no resulten un factor limitante⁷.

Cuando alguno de los materiales a tratar sea grosero, la operación tiene que servir también para desmenuzarlo y homogeneizarlo y aumentar así la superficie de ataque microbiano.

11.2. Los Materiales Complementarios

Se entiende por materiales complementarios todos aquellos componentes –sean o no residuos– que hay que adicionar al residuo que podemos denominar principal o mayoritario:

- a) Porque el proceso de compostaje se pueda desarrollar y/o lo haga de manera adecuada: con rapidez, sin perder nutrientes, logrando la fase termófila, etc.
- b) Para mejorar las características del producto final.

Más concretamente, los materiales complementarios se incorporan con el fin de conseguir alguno o algunos de los siguientes objetivos:

- 1) Incrementar la porosidad del residuo y/o mejorar su estructura, todo con el fin de favorecer el paso del aire y el acceso del oxígeno a toda la masa.
- 2) Corregir la relación C/N, sea a la alza para evitar pérdidas innecesarias de N, o sea a la baja, para acelerar el proceso.
- 3) Corregir el pH. El más habitual es tener que aumentar el pH porque el residuo a compostar es excesivamente ácido para permitir la actividad microbiana en general o la de los microorganismos termófilos en particular. Aunque sea menos frecuente también se da el caso de tener que rebajar el pH de residuos muy alcalinos –por ejemplo, cuando estos han recibido un tratamiento con cal.
- 4) Corregir la humedad, sea a la alza –el agua tiene que ser considerada pues un material complementario– o a la baja.

⁷ No es una situación muy habitual, sobre todo en el compostaje de residuos, pero sí que están descritas carencias de algunos elementos, en especial el P.

- 5) Incrementar la cantidad de materia orgánica degradable.

Es oportuno remarcar que muy a menudo, un material complementario actúa sobre más de un parámetro.

11.2.1. Los estructurantes y sus características

Los materiales complementarios que otorgan o mejoran la porosidad y/o la estructura del residuo a compostar se denominan estructurantes. Estos suelen ser materiales vegetales con una proporción bastante elevada de componentes leñosos -restos de podas trinchadas, astilla, corteza, etc.- y suelen identificarse con el nombre genérico de Fracción Vegetal.

Para cumplir su función, los materiales estructurantes tienen que ser utilizados en proporciones elevadas, que suelen ir desde el 0,3/1 a 5/1 en volumen respecto al residuo principal a compostar⁸, de forma que influyen mucho en el dimensionado de la instalación de compostaje. Por lo tanto, a la hora de plantearse el diseño de esta se tiene que tener muy claro:

- a) Si el residuo o residuos que se quieren compostar requieren estructurante -que es la situación más habitual- o no.
- b) En caso afirmativo, en qué proporción mínima se tendrá que utilizar este estructurante.
- c) Si se podrá disponer de él.

Los RSD al tratarse de un material que, a pesar de que se dejan apilar, la altura de su acopio disminuye notablemente por efecto de su propio peso, tendrán que ser complementados con estructurante.

11.3. Las Mezclas

Para que el compostaje sea factible y se desarrolle correctamente, hace falta que el conjunto de parámetros que afectan al proceso se mantengan dentro de los rangos de valores considerados ideales (Tabla 1). Dado que pocos residuos/materiales susceptibles de ser compostados presentan unas características con valores considerados ideales, muy a menudo hay que recurrir a la preparación de mezclas de materiales complementarios entre sí para conseguir mezclas que se aproximen el máximo posible –por arriba o por bajo- a los valores ideales.

Las relaciones volumétricas residuo/estructurando mínimas para el dimensionado de la planta de compostaje, según la Agencia de Residuos de Cataluña, tendrán que ser las de la Tabla 5. Una vez la planta esté en funcionamiento y se pueda comprobar, a escala real, la validez de los datos tomados, se podría reconsiderar la capacidad de la instalación.

Tabla 5. Proporción volumétrica mínima aceptable de estructurando para el dimensionado de la instalación.

Residuo	Proporción volumétrica residuo/estructurante (V_r/V_e)	
	Etapa de descomposición	
	Estática	Dinámica

⁸ A la práctica normalmente se tiende a superar la relación 2/1.

ANEJO 5: CARACTERÍSTICAS DEL COMPOSTAJE Y ETAPAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

FORM	2/1	3/1
Lodos o otros materiales pastosos	1/4	1/2

FUENTE: 'Guia de Suport per al Disseny y l'Explotació de Plantes de Compostatge' 2008.

Debido a la similitud de los RSD con el FORM, se optará por escoger la proporción volumétrica que nos proporcione un dimensionado por el lado de la seguridad, y que es la de 2/1.

Es importante entender que la porosidad de un material o de una mezcla es un parámetro clave del compostaje. Si esta porosidad no es suficiente, el proceso no se desarrollará correctamente y se arrastrarán problemas en todo su decurso. De hecho, a menudo se da la paradoja que proporciones elevadas de estructurante (mezcla inicial más voluminosa), que aseguran una buena porosidad, permiten a la práctica tratar un volumen superior de residuos que no cuando la proporción de estructurante es baja (mezcla inicial menos voluminosa) y la porosidad escasea.

La previsión 'a priori' y sobre el papel de las características de una determinada mezcla residuos/estructurando es muy incierta, dado que materiales englobados dentro de una misma tipología pueden tener comportamientos muy diferentes que sólo se conocerán con el día a día de funcionamiento de la explotación.

Dado que la relación V_m/M_r afecta notablemente el dimensionado de la instalación, es evidente que si su estimación 'a priori' es inexacta, la capacidad de la planta de compostaje que resulta también lo será. Por eso, la capacidad que se le atribuya a la instalación a partir del proyecto será una Capacidad Provisional. Esta capacidad será revisada cuando la instalación esté en funcionamiento para otorgarle la Capacidad Definitiva, una vez comprobado el acierto de los materiales complementarios añadidos y la validez del valor de la relación V_m/M_r usada en su dimensionado.

11.4. Fases

El pre-tratamiento se puede considerar constituido por 3 fases:

- 1) La pre-mezcla: mezcla grosera y habitualmente incompleta de los constituyentes de la mezcla que se compostará, en las proporciones necesarias. A menudo se realiza en el mismo momento de la descarga, y en otros casos es inexistente al quedar incorporada a la posterior fase de mezcla y/u homogeneización propiamente dicha.
- 2) La Mezcla y/u Homogeneización propiamente dicha: la mezcla más íntima de los constituyentes de la mezcla conseguida con equipos específicos. Esta fase puede quedar incorporada a la posterior etapa de descomposición según el tipo de equipos previstos para ella –volteadores, tambores rotativos, etc.- y cumpliendo determinadas condiciones en esta etapa (habitualmente más duración).
- 3) El Almacenamiento de la mezcla preparada, si es que no se dirige directamente o con rapidez –el mismo día de la preparación- a la zona destinada a la posterior etapa de descomposición.

y 3 operaciones complementarias:

- 1) La Preparación del material estructurante: su trituración a la medida adecuada.
- 2) La Humectación, si es que el material o mezcla a compostar no tiene la humedad adecuada, al menos para iniciar el compostaje. Los líquidos aportados procederán esencialmente de la propia instalación, y sólo en determinados casos, del exterior.
- 3) La Eliminación Previa de Impropios⁹: consiste en la eliminación –manual o mecánica- del máximo número posible de impropios para no ensuciar o contaminar el material a compostar. Hay que señalar que:
 - En esta etapa de pre-tratamiento se suelen retirar los impropios de mayor tamaño.
 - La eliminación de impropios puede continuar en posteriores etapas del proceso de compostaje¹⁰.

11.4.1. Preparación del estructurante

Los estructurantes habitualmente empleados en el proceso de compostaje se preparan a partir de materiales vegetales: madera de poda, restos forestales, palieres, cajas, corteza, etc. A la hora de elegir el equipo para preparar este tipo de estructurantes es conveniente valorar los siguientes aspectos:

- a) Capacidad de trabajo adecuada a los volúmenes a preparar y al tamaño de la fracción vegetal a manipular.
- b) Granulometría adecuada del producto que en resulta.
- c) Versatilidad en el tamaño del producto a obtener y facilidad para modificarla.
- d) Capacidad para eliminar metales en caso de que la materia primera contenga (por ejemplo, claves en paliers).
- e) Comportamiento –resistencia- ante los posibles impropios que pueda contener la materia primera.
- f) Comportamiento ante el ramaje largo y delgado, y materiales fibrosos.

La zona destinada a la preparación de los estructurantes a partir de Fracción Vegetal (madera de poda, restos forestales, palieres cajas de verduras, corteza, etc.) acostumbra a formar parte de la zona dedicada al almacenamiento de esta, sea antes o después de triturar-la. Por lo tanto, la superficie destinada a esta operación complementaria suele incluirse dentro de la zona de almacenamiento de Fracción Vegetal, mucho más extensa.

11.4.2. Dosificación y preparación de las pre-mezclas

Los residuos domiciliarios urbanos requieren una preparación antes de pasar a la siguiente fase de eliminación de impurezas o maduración.

⁹ Entendemos por impropios al conjunto de impurezas groseras (piedras, vidrios, plásticos, metales, etc.) que pueda contener el material a compostar y que pueden separarse, con más o menos fortuna, por métodos físicos en diferentes momentos del proceso. Los impropios separados formarán parte del que se denomina el rechazo de la instalación, y los que queden en el producto final son calificados de impurezas, término que también engloba los contaminantes químicos (metales pesados y microcontaminantes orgánicos).

¹⁰ Aunque interesa retirar los impropios cuando antes mejor para reducir el riesgo de contaminación del producto final, si la operación se realiza demasiado pronto hay peligro de perder una parte significativa de materia orgánica compostable. Hay que encontrar pues el momento adecuado de actuación de los distintos equipos o sistemas de eliminación de impropios.

ANEJO 5: CARACTERÍSTICAS DEL COMPOSTAJE Y ETAPAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Normalmente esta preparación consiste en la apertura de las bolsas de basura.

Siempre que no haya razones de salud laboral que lo desaconsejen, estas zonas podrán ser al aire libre sí:

- Los materiales no generan malos olores.
- Los materiales generan malos olores pero no hay riesgo de impacto odorífero hacia el vecindario.
- Se trata de instalaciones de compostaje de estiércoles con otros materiales que no generan malos olores, y que están asociadas a una explotación ganadera o sean adyacentes a ella.

En caso de no cumplir con algunos de los anteriores aspectos, la fase tendrá que ser confinada.

La superficie destinada a esta operación dependerá de los equipos elegidos y de la metódica de trabajo prevista.

11.4.3. Separación de impropios.

La zona destinada a la separación de impropios -si es que hay que realizar tal operación- deberá de cumplir los mismos requisitos exigidos para la zona de descarga del residuo que los contiene.

11.4.4. Mezcla y/u homogeneización

Si se trata de Residuos de Alta Degradabilidad heterogéneos, por lo que el material o mezcla a compostar contiene algún RAD grosero, es del todo recomendable realizar una homogeneización durante esta etapa de pre-tratamiento, con equipos específicamente diseñados.

Esta homogeneización en el pre-tratamiento podría ser sustituida por una mezcla, o por volteos (no con palas mecánicas, excepto aquellas específicamente diseñadas para voltear) durante la etapa de descomposición. Pero esto obligará a incrementar la duración de la etapa, y por lo tanto también la superficie que habrá que dedicarle.

11.4.5. La incorporación de líquidos

Cuando el grado de humedad de los materiales o mezclas a compostar es inferior a los valores deseables para el desarrollo del proceso, hay que incorporar agua o residuos acuosos, como por ejemplo los lixiviados generados por el propio compostaje.

Como pautas generales, se tendrá que tener en cuenta que la introducción de líquidos al proceso de compostaje:

ANEJO 5: CARACTERÍSTICAS DEL COMPOSTAJE Y ETAPAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- a) Puede requerir su caracterización analítica, si se trata de un residuo.
- b) No tiene que comportar la generación de más lixiviados de los que se podrían producir sin la incorporación de aquellos.
- c) Necesitan un almacenamiento específico hasta el momento de su incorporación.
- d) Requieren un material que los absorba y otro -que puede ser el mismo- que aporte la materia orgánica que al descomponerse durante el compostaje genere la energía necesaria para evaporar una parte importante del agua de los residuos líquidos.
- e) No tiene que provocar desajustes en las proporciones entre los nutrientes esenciales para la actividad microbiana, en especial la relación C/N.

11.4.6. Momento de la incorporación de líquidos

El momento de aplicación del líquido viene dado por la necesidad de cada fase. A continuación se exponen esas necesidades y el tipo de líquido a adicionar, para cada una de las fases:

11.4.6.1. Pre-mezcla y Mezcla

Necesidad

- Cuando el proceso no puede arrancar porque el material a compostar no dispone de la humedad adecuada.

Tipo de líquido y condicionantes de su aplicación

- Agua: en todas circunstancias y con todo tipos de equipo.
- Lixiviado u otro residuo líquido:
 - La aspersión no es adecuada por el riesgo sanitario.
 - No recomendable si la operación se hace al aire libre, a no ser que no haya riesgo de generar molestias por malos olores o que se pueda adaptar un sistema de aspiración de gases al equipo de pre-mezcla o mezcla.

11.4.6.2. Almacenamiento post-mezcla

Necesidad

- Cuando el proceso no puede arrancar porque el material a compostar no dispone de la humedad adecuada.

Tipo de líquido y condicionantes de su aplicación

- Agua: en todas circunstancias y con todo tipos de equipo.
- Lixiviado u otro residuo líquido:
 - La aspersión no es adecuada por el riesgo sanitario.
 - No recomendable si la operación se hace al aire libre, a no ser que no haya riesgo de generar molestias por malos olores.

11.4.6.3. Etapa de descomposición

Necesidad

- Cuando el material se seca por la propia actividad microbiana de la etapa.

Tipo de líquido y condicionantes de su aplicación

- Agua: en todas circunstancias y con todo tipos de equipo.
- Lixiviado u otro residuo líquido:
 - La aspersión no es adecuada por el riesgo sanitario, a no ser que la etapa sea en reactor cerrado.
 - Al aire libre, cuando no haya riesgo de generar molestias por malos olores.
 - Sólo antes de la fase de higienización termófila

11.4.6.4. Etapa de maduración

Necesidad

- Cuando el material se seca por la propia actividad microbiana de la etapa.

Tipo de líquido y condicionantes de su aplicación

- Agua: en todas circunstancias y con todo tipos de equipo.
- Lixiviado u otro residuo líquido: no se permite.

11.4.6.5. Almacenamiento de mezclas preparadas

El diseño de la zona destinada al Almacenamiento de la mezcla ya preparada dependerá de si es previsto conducirla con rapidez –el mismo día de la preparación- o no a la zona destinada a la posterior etapa de descomposición:

En el primer caso, la zona de almacenamiento estará formando parte de la zona de mezcla y/u homogeneización, y por lo tanto en su diseño se tendrán que seguir los mismos criterios que en esta.

En el segundo caso, la zona de almacenamiento se convierte en la arrancada de la etapa de descomposición –de hecho es el momento más crítico-, y por lo tanto en su diseño se tendrán que seguir los mismos criterios que en esta.

11.5. Criterios de selección de alternativas

Los objetivos que se pretenden lograr con los criterios de selección de alternativas para la etapa de pre-tratamiento consisten al definir:

- a) Los componentes de las mezclas a compostar y sus proporciones.

- b) Si hace falta o no eliminar impropios.
- c) Si hace falta o no realizar una pre-mezcla.
- d) Si hace falta o no mezclar.
- e) Si hace falta o no homogeneizar.
- f) Si hace falta o no realizar las operaciones en recintos cerrados y/o con aspiración y tratamiento del aire.
- g) Si hace falta o no habilitar almacenes temporales para las mezclas y, en caso afirmativo, definir sus características.

11.5.1. Criterios de diseño

Las zonas destinadas a la etapa de pre-tratamiento de los RAD y RBD dispondrán necesariamente de solera pavimentada, de la pendiente adecuada para recoger los lixiviados¹¹ y de la red de conducción de estos hasta la correspondiente balsa o depósito de almacenamiento.

Como excepción, la trituración y el almacenamiento de la Fracción Vegetal limpia, la que habitualmente se utiliza como estructurante, se podrá efectuar sobre una superficie no pavimentada, siempre que esté compactada y con las pendientes adecuadas para la recogida de pluviales¹².

Si durante la etapa de pre-tratamiento se tiene que incorporar un líquido, el diseño de la zona destinada a la operación vendrá condicionado por las características del líquido –si es un residuo o no, si huele mal o no, sanitariamente seguro o no, etc.- y la manera de aplicarlo. Pero, en todo caso, la operación se tendrá que hacer sobre una solera pavimentada dotada de red de recogida de lixiviados.

El agua de lluvia que caiga directamente sobre las zonas de pre-tratamiento –en caso de que estén descubiertas- será considerada lixiviados y también se tendrá que conducir hasta el correspondiente depósito o balsa de almacenamiento de este. La única excepción es la zona destinada a la trituración y el almacenamiento de la Fracción Vegetal limpia que habitualmente se utiliza como estructurante: las aguas de lluvia que se recojan podrán ser consideradas aguas pluviales sucias, y conducirse a la balsa o depósito destinado a ellas.

12. Etapa de Descomposición

12.1. Definición

Al inicio del compostaje, en la denominada etapa de descomposición, se consumen los componentes más degradables, mientras que los biopolímeros más complejos, como la celulosa y la lignina, se transforman parcialmente de forma que se convierten en las moléculas de base para la formación de compuestos estables semblantes a las sustancias húmicas del suelo, proceso que tiene lugar durante la posterior etapa de maduración.

¹¹ Se considerarán adecuadas las pendientes mínimas del 1% en sentido longitudinal y del 2% en sentido transversal.

¹² Se considerarán valores aceptables de permeabilidad los que estén por debajo de $k = 1 \cdot 10^{-7}$ m/s en una capa de grueso de 50 cm.

En esta etapa de descomposición hay una gran liberación de energía y un fuerte consumo de O₂. Al tratarse de la etapa biológicamente más activa, se tienen que controlar cuidadosamente las condiciones de trabajo para evitar:

- a) Temperaturas excesivas. La energía generada puede elevar excesivamente la temperatura del material, hasta inhibir o retardar la actividad microbiana. El calor también puede provocar un secado del material, con las mismas consecuencias sobre los microorganismos. Para evitar todo esto hay que ventilar, remover o regar el material convenientemente.
- b) Condiciones anaerobias. Si no se repone el O₂ consumido, aparecen las condiciones anaerobias. En esta situación:
 - i) La actividad microbiana es más lenta¹³ y genera menos energía, de forma que es posible que la temperatura no se eleve lo bastante para higienizar el material e inhibir la germinación de las semillas de malas hierbas.
 - ii) Se generan sustancias volátiles (ácidos grasos de cadena corta, aminos, sulfuro de hidrógeno, sulfuros orgánicos, etc.) de olores desagradables.
- c) Pérdidas innecesarias de Nitrógeno en forma de NH₃. Durante esta etapa, las proteínas existentes en los materiales iniciales se convierten en formas amoniacaes, las cuales pueden perderse en buena parte según como sean las condiciones de humedad y temperatura y del régimen de ventilación establecido. Se tiene que intentar minimizar estas pérdidas compostando materiales de C/N adecuadas dado que el NH₃ es un contaminante, que complica la consecución y mantenimiento de unas buenas y aceptables condiciones laborales, y que el Nitrógeno que contiene es un nutriente vegetal energéticamente y económicamente caro.

12.2. Presentación de los residuos a tratar

- i) Residuos de Alta Degradabilidad heterogéneos:
 - Si el material o mezcla a compostar contiene algún RAD grosero, es del todo recomendable realizar una homogeneización durante la precedente etapa de pre-tratamiento, con equipos específicamente diseñados.
 - Esta homogeneización en el pre-tratamiento podrá ser sustituida por una mezcla, o por volteos (no con palas mecánicas, excepto aquellas específicamente diseñadas para voltear) durante la presente etapa de descomposición. Esto obligará a incrementar la duración de la etapa, y por lo tanto también la superficie que habrá que dedicarle.
 - Tiene que quedar claro que la prolongación de la duración de la etapa es una medida de prudencia que no asegura ni mucho menos un desarrollo correcto del proceso, es decir, que en su decurso pueden generarse malos olores que obliguen, a la larga, a confinarla. Por lo tanto, recomendamos vivamente la alternativa de la homogeneización cuando los RAD a compostar sean groseros.
- ii) Residuos de Alta Degradabilidad homogéneos que forman parte de una mezcla (por ejemplo, con estructurante o con otro RAD homogéneo). En este caso se puede actuar de alguna de las siguientes maneras:
 - Realizar una mezcla con equipos adecuados durante la precedente etapa de pre-tratamiento, o voltear (no con palas mecánicas, excepto con aquellas específicamente diseñadas para voltear) en el decurso de la presente etapa de descomposición.
 - Ni mezclar ni voltear, pero entonces habrá que alargar la duración de la etapa y la superficie que hay que destinarle. Además, actuando de este modo también se

¹³ Se entiende por velocidad del proceso la cantidad de materia orgánica transformada o degradada por unidad de tiempo.

incrementa el riesgo que la etapa de descomposición no se desarrolle adecuadamente, tal como apuntábamos en el caso de los RAD heterogéneos.

- iii) Un único Residuo de Alta Degradabilidad homogéneo. En este caso no muy habitual, evidentemente es innecesario mezclar y tampoco es imprescindible voltear.

12.3. Fases

A efectos prácticos entenderemos como etapa de descomposición todo el periodo que requiere aeración forzada porque la circulación natural del aire por el interior de la masa en compostaje -el efecto chimenea- no puede cubrir las altas necesidades de oxígeno que se derivan de la actividad microbiana. Una única excepción: en el compostaje de la mayoría de Residuos de Baja Degradabilidad, la aeración forzada no es imprescindible, aunque sí recomendable, en cuánto acorta significativamente el tiempo de proceso.

Se entiende por efecto chimenea la circulación de aire que se establece de forma natural en un montón de material en compostaje por efecto del gradiente de temperatura entre su interior y el exterior. La descomposición de la materia orgánica genera energía, y una parte de esta se manifiesta en forma de calor. En consecuencia la demasiada en compostaje se calienta, el aire caliente más o menos pobre en oxígeno de su interior se eleva al ser menos denso y es sustituido por aire fresco -oxigenado- y más frío del exterior que entra a través de la superficie del hacinamiento. Este es un efecto similar a la tirada de las chimeneas, y por eso lo identificamos con este nombre (Fig 1). La combinación entre el efecto chimenea, la dimensión del acopio y la abundancia y el tamaño de poro del material en compostaje, da un caudal de aire que circula por su interior. Durante la etapa de descomposición –o al menos en su inicio-, este caudal no suele ser suficiente para conseguir que se establezcan condiciones aerobias. Por eso hay que recurrir a ventilaciones forzadas para mantenerlas.

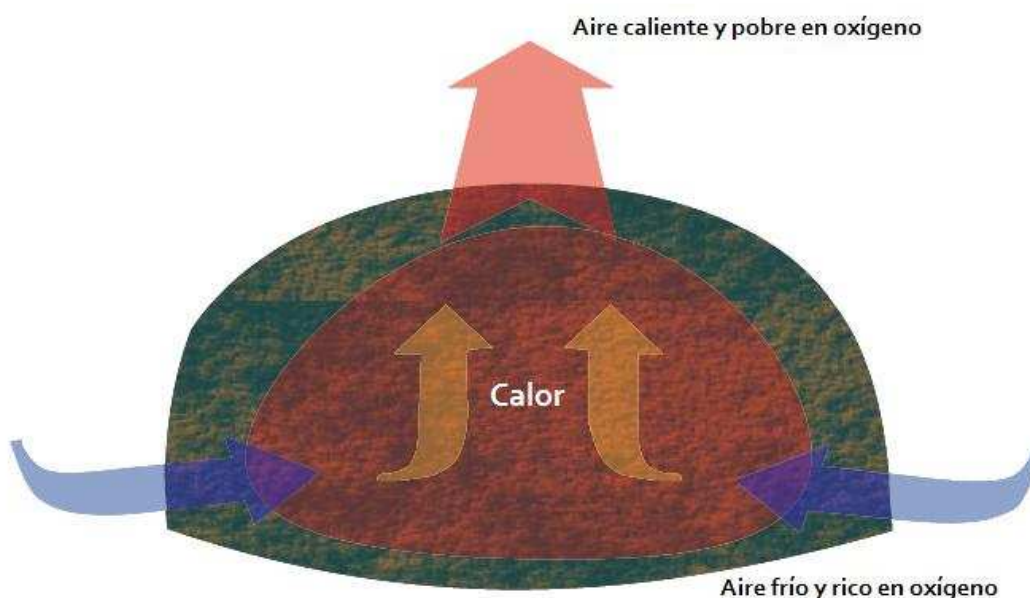


Fig 1. Representación del efecto chimenea.

La etapa de descomposición tiene que incluir obligatoriamente un periodo de higienización.

A continuación se resumen las recomendaciones americanas (EPA-1999) sobre la temperatura y duración mínima de este periodo para reactores estáticos:

- a 55°C: 3 días.
- a 60°C: 1 día.
- a 65°C: 3 horas.
- a 70°C: 1 hora.

El que tiene que quedar claro es que, para la higienización del material, toda la masa tiene que lograr durante un cierto tiempo las temperaturas prefijadas. En los reactores estáticos se consigue mediante la recirculación de aire caliente.

La etapa de descomposición puede estar constituida por sucesivas fases que no necesariamente tienen que desarrollarse en el mismo lugar ni con las mismas condiciones de control. Es de remarcar que el inicio de la etapa es la más crítica e interesa pues que las fases que alcanzan este periodo sean las de diseño más esmerado.

12.4. Duración

La duración mínima de la etapa de descomposición –el que se identificará como duración base para Residuos de Alta Degradabilidad siempre que haya control de la temperatura del proceso y recirculación de aire caliente (por ejemplo, un reactor tipo túnel) será de:

- 2 semanas si se compuesta un RAD pre-estabilizado o una mezcla donde más del 80% de la masa de los RAD estén pre-estabilizados.
- 4 semanas si se compuesta un RAD no pre-estabilizado o una mezcla en la que más del 20% de la masa de RADs son no pre-estabilizados.

La duración base de la etapa de descomposición se irá incrementando por todas las siguientes causas:

- Si la ventilación del proceso no permite asegurar el control de la temperatura y no se recircula el aire caliente.
- Si se realiza bajo cubierta de geo-textil impermeable y transpirable.
- Si no se ha querido incorporar mezcladora u homogeneizador en el pre-tratamiento, a pesar de las características de los materiales a compostar lo hacían recomendable.

La duración preestablecida según los criterios anteriores podrá revisarse si, una vez en funcionamiento la instalación, se constata que, a partir de un determinado momento el nivel de estabilidad logrado por el pre-compost es superior o igual a los umbrales que establezca la normativa vigente. En todo caso, y con independencia estos umbrales de madurez, el material obtenido al finalizar la etapa no tiene que hacer olores desagradables y tiene que presentar una cierta homogeneidad, en el sentido que no se tienen que identificar sus componentes originales, con la excepción de los estructurantes.

En caso de que no se llegara a los objetivos mínimos de calidad, habría que alargar la duración de la etapa para evitar problemas en las etapas posteriores, pero también haría falta que los responsables de la instalación evaluaran las causas –de diseño o de explotación- que han impedido lograrlos.

12.5. Aspectos de la etapa de descomposición

A continuación se enumeran los diferentes aspectos de la etapa de descomposición:

12.5.1. Movimiento y disposición del material durante la etapa

- a) Sistemas estáticos: pilas, trincheras o canales (con paredes laterales que contienen el material), pilas extendidas (sin estas paredes), **reactores tipos túnel**.
- b) Sistemas dinámicos: pilas, trincheras, pilas extendidas o canales volteados periódicamente, reactores rotativos.

12.5.2. Ventilación forzada

- a) Impulsión, aspiración o con alternancia.
- b) Continua (con o sin variación del caudal) o discontinua.

Aunque es difícil dar valores más precisos, como referencia podemos indicar que:

- o Asegurar la oxigenación en la etapa de descomposición requiere una potencia instalada para la ventilación de unos pocos W por tonelada tratada de RAD;
- o Controlar también la temperatura del proceso requiere unas decenas de W/t;
- o Hacen falta unas centésimas de W/t en caso de que haya recirculación de aire caliente.

12.5.3. Ubicación del material en la etapa

- a) Al aire libre sin ningún tipo de protección para la lluvia.
- b) Al aire libre con cubierta:
 - o Clásica (chapa, plástico rígido o lámina, etc.).
 - o De Geotèxtil impermeable y transpirable.
 - o De lámina plástica en contacto directo con el material pero con respiraderos para evacuar el aire gastado.
- c) Nave cerrada.
- d) Reactores (túneles, boxes, tambores rotativos, reactores verticales, etc.).
- e) Otros.

12.5.4. Aplicación de líquidos

La incorporación de líquidos a la etapa de descomposición puede ser necesaria porqué:

- a) El material o mezcla a compostar están por debajo de los niveles de humedad necesarios porque el compostaje arranque o se desarrolle con normalidad, pero no es posible u oportuno aplicar agua o residuos líquidos a la precedente etapa de pretratamiento.
- b) La actividad microbiana durante la etapa de descomposición es tan enérgica y la generación de calor tan elevado que la masa en compostaje se llega a secar hasta retardar o casi parar el proceso microbiano.

Para estas situaciones hay que tener prevista la instalación de equipos que permitan la aportación de agua, lixiviados u otros residuos líquidos. Al hablar de lixiviados nos referiremos a los generados en la propia instalación de compostaje. Pero también puede darse una situación, no muy habitual, en la que se aproveche una instalación de compostaje para tratar residuos líquidos procedentes del exterior, siempre que sus características sean compatibles con los materiales a compostar y con el destino de los productos finales.

13. Etapa de Maduración

13.1. Definición

A la parte final del proceso de compostaje, en la denominada etapa de maduración, mayoritariamente se generan compuestos estables, de características parecidas a las sustancias húmicas del suelo, a partir de los compuestos producidos en la anterior etapa de descomposición. En esta etapa de maduración, la descomposición de materia orgánica, aunque existe, tiene mucha menos importancia, de forma que no hay ni un elevado consumo de O² ni una gran liberación de energía¹⁴. Por eso, la temperatura de la masa durante la etapa tendría que ir disminuyendo gradualmente hasta igualarse con la temperatura ambiente¹⁵.

Habitualmente esta etapa se realiza en pilas, pilas extendidas o silos, sin o con volteos. Si no se dispone de equipos específicos, los volteos en esta etapa pueden hacerse con pala mecánica, y a veces consisten simplemente en un movimiento del material, como por ejemplo desmontar una pila y montar otra al lado.

Así mismo, durante las etapas anteriores o justo antes de emprender esta de maduración, ya se ha retirado una parte más o menos sustancial de los impropios que pueda contener la mezcla en compostaje, para optimizar el espacio y reducir el riesgo de contaminación del producto final.

También en determinados casos, antes o en el decurso de esta etapa se retira una parte más o menos sustancial de la estructurante, con el fin de reducir los costes de explotación derivados de este y también disminuir el espacio que hay que destinar a la etapa. Esta actuación sólo será posible realizarla cuando se cumplan las dos siguientes condiciones:

- a) La principal función que tenía la estructurante dentro la mezcla original era darle porosidad¹⁶.
- b) El material que quede después de retirar el estructurante, presente unas características (porosidad, estructura, etc.) que posibiliten el paso del aire, cosa que permitirá continuar de manera correcta el proceso de compostaje¹⁷.

Debido a la menor actividad microbiana, esta etapa es mucho menos crítica que la precedente y no requiere un control tan exhaustivo de las condiciones de trabajo. Pero de todos modos, a la práctica hay que estar atento y actuar para evitar las siguientes situaciones:

- a) Temperaturas demasiado elevadas, que pueden retardar o inhibir la actividad microbiana, y también en circunstancias muy concretas, conducir al incendio del compuesto. Las elevadas temperaturas que se logran se deben a que en este estadio el precompost es un mal transmisor del calor, sobre todo si se le ha retirado una parte importante del material estructurante o de los impropios, si está excesivamente seco y si, como es habitual, ya no se dispone de ventilación forzada. Entonces el poco calor generado por la exigua actividad microbiana descomponedora no se evacua correctamente y la temperatura se eleva, inhibe la actuación de los microorganismos pero potencia en contrapartida las reacciones químicas oxidativas que, al ser

¹⁴ Evidentemente esto sucede siempre que la precedente etapa de descomposición se haya desarrollado de manera adecuada.

¹⁵ Aunque a la práctica, a veces esto no se logra, porque resulta difícil evacuar el calor de la masa, sea por la gran cantidad de material acumulado, sea por la mala transmisión de calor de este.

¹⁶ Recordamos que a veces el material que hace de estructurando también cumple otras funciones dentro del proceso, como por ejemplo corregir la humedad, la relación C/N, la cantidad de materia orgánica degradable, etc.

¹⁷ La importante desaparición de materia orgánica que tiene lugar durante la precedente etapa de descomposición hace que, a veces, se genere un material bastante poroso como para permitir el paso del aire sin una parte más o menos sustancial de estructurante. Cuando esto sucede, y sólo entonces, se puede valorar la conveniencia práctica de recuperar estructurante antes de finalizar la etapa de maduración.

exotérmicas, elevan todavía más la temperatura de la masa. Para controlar este fenómeno desfavorable hace falta:

- Una gestión correcta de la circulación del precompost, para evitar que parte de él se acumule durante largo tiempo a la zona destinada a maduración mientras que otro más joven se traslade antes a la zona de almacenamiento o se venda.
 - Voltear o trasladar el compuesto cuando se detecte una elevación excesiva de la temperatura, para disipar el calor acumulado.
 - Ventilación forzada. Será obligatorio que la instalación disponga de esta alternativa cuando se retire una parte sustancial de la estructurante antes de que haya transcurrido la mitad de la duración de la etapa de maduración.
 - Aportar agua para evitar sequedades excesivas. El agua tiene una elevada capacidad calorífica, cosa que retarda la subida de la temperatura.
- b) Sequedad excesiva. Además de potenciar el fenómeno del calentamiento excesivo del material antes descrito, retarda o para la actividad microbiana, de forma que al final de la etapa se obtienen materiales menos maduros del que sería de esperar y desear. Estos compuestos poco maduros por carencia de humedad pueden causar problemas en el posterior almacenamiento o una vez ya comercializados, al reiniciarse la actividad microbiana cuando, por causas fortuitas, se vuelvan a humedecer.

13.2. Fases

A efectos prácticos entenderemos como etapa de maduración todo el periodo posterior a la descomposición que no requiere necesariamente una aeración forzada porque la circulación natural del aire por el interior de la masa -el efecto chimenea- resulta suficiente para cubrir las necesidades de oxígeno que se derivan de una pequeña actividad microbiana descomponedora.

Hay dos excepciones a este criterio práctico:

- 1) Cuando la disposición del material en pilas extendidas, trincheras o silos, impide que el efecto chimenea llegue a toda la masa. En este caso hay que recurrir a frecuentes volteos o movimientos del material, o bien a aeración forzada.
- 2) Cuando las características del material a compostar han permitido eliminar una parte sustancial del estructurante antes de haber llegado en mitad de la duración de la etapa de maduración. Esta actuación suele generar un material poroso pero de poro pequeño que restringe mucho la circulación espontánea del aire por su interior. En este caso hay que instalar obligatoriamente un sistema de ventilación forzada. Esto es lo que sucede habitualmente en el compostaje de lodos de depuradora.

A pesar de que en otras situaciones no sean imprescindibles los equipos de ventilación forzada, es muy recomendable que la etapa de maduración disponga de ellos porque otorgan mucha flexibilidad y seguridad a la instalación: por ejemplo, cuando la precedente etapa de descomposición ha sufrido algún contratiempo y el material no llega a la maduración con la calidad -estabilidad de la materia orgánica- requerida o deseable.

En principio la etapa de maduración consta de una única fase. Ahora bien, a veces a la práctica puede quedar dividida en sub-fases porque a medio desarrollo se realice:

- 1) Un reagrupamiento del material para optimizar el espacio ocupado.
- 2) Un cribado para recuperar parte de la estructurante que contenga la mezcla. Evidentemente este cribado también puede realizarse antes de iniciar la maduración.

La etapa de maduración no necesariamente tiene que desarrollarse en un lugar específico. Su espacio incluso puede:

- a) Coincidir en parte o totalmente con el destinado a la precedente etapa de descomposición.
- b) Compartirse con el reservado a almacén. Esta última situación queda restringida a aquellos materiales que no tienen que someterse a ningún posterior post-tratamiento. En este caso, las condiciones del espacio común serán las que se exigen para la etapa de maduración.

13.3. Duración

Para los Residuos de Alta Degradabilidad (RAD), la duración mínima de la etapa de maduración será de 6 semanas.

La duración preestablecida en el criterio anterior podrá revisarse, tanto a la alza como a la baja, una vez la instalación esté en funcionamiento y se pueda comprobar el tiempo real que requiere el compuesto para lograr los valores mínimos de aptitud del compost.

En todo caso es muy recomendable sobre-dimensionar ligeramente la duración de la etapa de maduración -y por lo tanto la superficie que se dedique- para aquellas situaciones en las que el proceso haya sufrido alguna incidencia y el material no logre la estabilidad necesaria al final del periodo habitual de maduración.

13.4. La incorporación de líquidos

La incorporación de líquidos durante la etapa de maduración puede ser necesaria porque el pre-compost:

- a) Ya de inicio sea demasiado seco para permitir una actividad microbiana adecuada.
- b) Se seque demasiado por la propia actividad microbiana de la etapa de maduración.

Para estas situaciones hay que tener previstos equipos que permitan la aportación de agua. Aquí destacamos algunos aspectos importantes desde la perspectiva de la presente etapa:

- i) Es del todo recomendable emplear aguas limpias.
- ii) No es permitido emplear lixiviados para el riego en la maduración.
- iii) En cambio, sí que se permite el uso de aguas pluviales sucias, siempre que se gestionen aparte de los lixiviados.

13.5. Aspectos de la etapa de maduración

Las alternativas tecnológicas para la etapa de maduración son las mismas que las de la precedente etapa de descomposición. Pero dado que la etapa de maduración no requiere un control tan exhaustivo de las condiciones de trabajo, se acostumbran a emplear las alternativas más simples, que son las que aquí se describirán.

13.5.1. Ventilación y su control.

Por la propia definición de la etapa, la maduración tendría que tener asegurada la oxigenación de manera espontánea. Pero ya se ha comentado que, sea por la disposición que se le dé al acopio, o sea porque se ha retirado una parte de la estructurante y el pre-compost presenta poros muy pequeños, a veces hay que recurrir a la aeración forzada o a los volteos para conseguir niveles suficientes de oxígeno o también, para evitar elevaciones excesivas de la temperatura de la masa. En otras ocasiones, la etapa de maduración ya dispone de equipos de aeración porque se realiza en el mismo espacio que la precedente etapa de descomposición. Las características de la ventilación propia de la etapa de maduración son las siguientes:

- No tiene recirculación de aire caliente.
- Es temporizada, para asegurar la oxigenación. Esta suele ser la situación más habitual, y requiere un consumo energético mínimo. En contadas veces es termoestada porque el control de la temperatura ya acostumbra a conseguirse asegurando la oxigenación.
- La red de ventilación de la solera no tiene que ser tan densa –número de puntos de impulsión o aspiración por unidad de superficie- como en el caso de la etapa de descomposición.

13.5.2. Movimiento y disposición del material durante la maduración.

Las más habituales son las siguientes:

- Sistemas estáticos:
 - o Pilas: si su anchura y altura son razonables, son adecuadas a todo tipo de situaciones.
 - o Silos (con paredes laterales que contienen el material) o pilas extendidas (sin estas paredes): el efecto chimenea tiene dificultades para hacer llegar el oxígeno a toda la masa. Por lo tanto, si no disponen de aeración forzada, sólo son recomendables en la maduración de materiales de poros muy grandes –por ejemplo, con una proporción importante de estructurando-.
- Sistemas dinámicos: pilas o pilas extendidas volteadas. Son recomendables:
 - o En aquellos casos en los que la circulación de aire está dificultada, ya sea por impedimentos físicos como por ejemplo paredes laterales, ya sea porque el material ocupa una grande y continua extensión.
 - o Cuando hay que aprovechar las ventajas propias de menear el material (homogeneización, distribución del agua aportada, etc.)

13.5.3. Necesidad de cubierta

Al ser el pre-compost un material habitualmente más seco y poroso que las mezclas iniciales a compostar, la maduración no es tan sensible a los efectos negativos de las lluvias intensas - pérdida total o significativa de la porosidad en empararse-.

Aún así no hay que descartar de entrada desarrollar la etapa bajo cubierta. Las más típicas son las clásicas de chapa –o plástico rígido-. No se suele realizar la maduración en nave cerrada por su coste más elevado.

13.5.4. Solera siempre pavimentada

La etapa de maduración se tiene que desarrollar sobre un pavimento que asegure la recogida y la conducción de las aguas de escorrentía.

El agua de lluvia que caiga directamente sobre las zonas de maduración y los viales que les dan servicio –en caso de que no estén protegidos- será considerada lixiviado, y tendrá que ser conducida hasta la correspondiente balsa o depósito de almacenamiento de este y se tendrá que gestionar como tal.

Las aguas de lluvia serán consideradas aguas pluviales sucias y tendrán que ser conducidas a la correspondiente balsa o depósito de almacenamiento de estas.

La pendiente será la adecuada para recoger los lixiviados y las aguas pluviales sucias¹⁸ y dispondrá de sistema de conducción hasta las correspondientes balsas de almacenamiento.

14. Post-tratamiento

14.1. Definición

Después de la etapa de maduración se obtiene un material estabilizado que ya se puede calificar de compost, pero que no siempre posee las características adecuadas para su destino. Se denomina etapa de post-tratamiento al conjunto de operaciones que opcionalmente o necesariamente tienen que llevarse a cabo una vez finalizada la etapa de maduración con el objetivo de:

- a) Recuperar el estructurante en caso de que la mezcla compostada aún lo contenga e interese recuperarlo.
- b) Separar los impropios que el compost generado pueda contener, porque no se hayan eliminado anteriormente.
- c) Mejorar las características físicas del estructurante recuperado (fundamentalmente, eliminar impropios) para poderlo reutilizar en nuevos ciclos de compostaje.
- d) Obtener un compost de una determinada granulometría.
- e) Obtener unos productos a comercializar con unas determinadas características químicas o físicas, ya sea mezclando diferentes compuestos, ya sea mezclándolos con adobos minerales, arenas, tierras vegetales, etc.
- f) Ofrecer unas determinadas presentaciones del producto.

Todas estas operaciones se tienen que intentar realizar minimizando sobre todo la generación de polvo, y sus efectos sobre el entorno.

La minimización de la generación de polvo en el post-tratamiento se consigue con humedades superiores al 30%.

En caso de tener que cribar el material, la humedad ideal se sitúa entre el 30 y el 45%. Y si el cribado se hace mediante una mesa densimétrica, la humedad ideal se sitúa entre el 30 y el 35%.

En esta etapa lo que se quiere es obtener unos productos con unas características físicas y químicas, con una presentación y con un contenido de impropios que se ajusten a la normativa vigente en cada momento que regule el uso a que se los destina.

¹⁸ Se considerarán adecuados las pendientes mínimas del 1% en sentido longitudinal y del 2% en sentido transversal.

A la vez que recuperar y condicionar el estructurante que se pueda haber adicionado al inicio del proceso de compostaje cuando este estructurante:

- o Tiene un coste significativo; o
- o No aporta ninguna característica de interés al producto final, o incluso desmerece su calidad.

14.2. Fases y duraciones

El post-tratamiento puede estar constituido por las siguientes operaciones, dependiendo de los materiales compostados:

- a) La Recuperación de la estructurante, mediante un cribado.
- b) La Eliminación de impropios del compuesto, en caso de que este contenga.
- c) El Acondicionamiento del estructurante recuperado o recirculado, que tanto puede consistir en:
 - La eliminación de impropios, que ensuciarían el siguiente ciclo de compostaje en el que se utilizara el recirculado.
 - Su fraccionamiento mediante un cribado, para poder reutilizar exclusivamente las granulometrías más adecuadas para la función estructurante.
- d) La Preparación de mezclas para comercializar.
- e) La Preparación de unos productos a comercializar con unas determinadas granulometrías.
- f) El Envasado.

La duración de estas operaciones depende evidentemente de los volúmenes de material a manipular y de la capacidad de los equipos elegidos.

14.3. Los materiales resultantes del post-tratamiento

Como resultado de las diferentes operaciones que configuran la etapa de post-tratamiento se obtiene toda una serie de materiales que hay que tratar y almacenar adecuadamente. Estos materiales son:

- a) El compuesto y los productos que de él se derivan: compuestos de diferentes granulometrías y fertilizantes, y enmiendas obtenidos al mezclar el compuesto con otros materiales ajenos al proceso de compostaje. Todos estos productos, a granel o ya envasados, serán almacenados hasta su comercialización o su destino final.
- b) El estructurante:
 - El recirculando, es decir, la totalidad o la fracción de la estructurando recuperado que será reutilizado en nuevos ciclos de compostaje. Hará falta almacenarlo hasta emprender nuevos procesos, operación que es recomendable ubicar en lugares cercanos en las zonas donde se realizarán las pre-mezclas o las mezclas iniciales.
 - La fracción o las fracciones de la estructurante que no presentan las características adecuadas para ser reutilizadas como tal serán habitualmente consideradas rechazo y tratadas como tal.

- c) Los rechazos. Dado que estos habitualmente serán enviados fuera de la instalación, puede pensarse en la conveniencia de almacenarlos en los mismos contenedores en los que serán trasladados.

14.4. Necesidad de confinamiento

En principio, los materiales que se manipulan en la etapa de post-tratamiento no tienen que generar malos olores. Por lo que, en general, su confinamiento no es necesario.

Las operaciones que conforman el post-tratamiento:

- Se realizarán bajo cubierto en caso de que se trate de equipos fijos.
- Se deja a criterio del Promotor realizarlas bajo cubierto o al aire libre si los equipos son móviles. En todo caso:
 - o Estos equipos se tendrán que guardar bajo cubierto, para garantizar su correcto funcionamiento después de un periodo de lluvias.
 - o A la hora de tomar la decisión, el Promotor tendrá que tener en cuenta no sólo el coste de la cubierta, sino el sobre-dimensionado de las balsas de recogida de aguas pluviales sucias, dado que las aguas de lluvia desaguadas de las zonas ocupadas en estas operaciones y los viales que se los dan servicio tendrán esta calificación.

Otro aspecto a tener en cuenta es el hecho que algunos de los materiales manipulados en esta etapa, como el compuesto, presentan una granulometría muy fina y son fácilmente arrastrados por el viento. Por lo tanto, conviene valorar la conveniencia de incorporar medidas correctoras, como por ejemplo:

- Disponer barreras físicas, como muros, mallas de plástico, pantallas vegetales, microaspersión localizada, etc.
- Cubrir los elementos de cribado y transporte (trommels, cribas vibradoras, transportadoras de banda, etc.).
- Posponer aquellas operaciones (cribados, descargas, etc.) que, en condiciones meteorológicas adversas, incrementan de forma apreciable la emisión de polvo.

14.5. El cribado y otras operaciones

Como ya se ha ido comentando, es bastante habitual en el compostaje de algunos materiales realizar un cribado en el decurso o al final de las etapas de descomposición o de maduración para eliminar parte de los impropios de medida grosera que puedan ser presentes y/o para recuperar parte de la estructurante de la mezcla que se está compostando.

Esta operación de cribado se detalla en el presente apartado y las razones para llevarla o no a término, cuando sea factible realizarla, son las siguientes:

- 1) Impropios. Si el material a compostar contiene, interesa separar el máximo posible cuanto antes mejor porque así se reduce:
 - La superficie que hay que destinar a las posteriores etapas de proceso.
 - El desgaste de equipos, instalaciones, pavimentos, etc.
 - El riesgo de obtener un producto final con una elevada concentración de contaminantes o de impurezas.
- 2) Estructurante. El interés de su recuperación reside en la incidencia que pueda tener este material en los costes de explotación, en el volumen que sea factible recuperar y

también evidentemente en la reducción de la superficie que hay que destinar a las etapas posteriores al cribado. El volumen recuperable es función de:

- La degradación que sufre el estructurante utilizado (astilla, madera de poda, etc.) en el decurso del proceso. Por lo tanto la duración que requiere este proceso también será un factor a tener en cuenta.
- El tamaño del estructurante y su relación con el paso de malla de la criba utilizada.
- Si se trata de procesos dinámicos o estáticos, en cuánto los primeros tienen más tendencia a desmenuzarse el estructurante.

Las características de los materiales separados -reciclado o impropios- dependen del momento en que se realiza la operación. Así, los factores diferenciales de los materiales recuperados a medio proceso de compostaje respecto los recuperados al final de la etapa de maduración son los siguientes:

- a) Una humedad superior, cosa que minimiza la problemática del polvo, pero que, cuando es excesiva, puede causar frecuentes atascamientos en las cribas.
- b) El estructurante recuperado o los impropios separados pueden contener restos adheridos del material/residuo a compostar, todavía no completamente estabilizado y, por lo tanto, existe la posibilidad que hagan mal olor si no se los almacena convenientemente. En este caso pues, y dependiendo de si la situación de la instalación hace prever –o no– un riesgo evidente de molestias al vecindario, puede ser necesario:
 - Confinar en una nave cerrada, tanto la operación de cribado como los productos que resultan, y recoger y tratar el aire de la nave.
 - Evacuar inmediatamente los rechazos de la instalación.

14.6. Aspectos de la etapa de post-tratamiento

14.6.1. Recuperación de estructurante

Los equipos utilizados en la recuperación de la estructurante son cribas de diferentes tipos: estáticos inclinados, rotativos, vibrantes, de estrella, etc. A la hora de elegir el equipo apropiado es conveniente valorar los siguientes aspectos:

- a) Capacidad de trabajo adecuada a los volúmenes a manipular.
- b) Facilidad para cambiar la luz de la criba, si esto lo requiere el proceso industrial.
- c) Eficacia con materiales de humedades variables.
- d) Facilidad para su limpieza.
- e) Capacidad para acoplar sistemas, pasivos o activos, de retención o eliminación de polvo.

Casi todos los equipos más habituales de cribado requieren una alimentación regular y constante para lograr una eficiencia adecuada, cosa que obliga a complementarlos con equipos de alimentación.

14.6.2. Separación de impropios

Los equipos de separación de impropios se basan en aprovechar una o varias de las características de estos: granulometría, densidad, humedad, superficie específica, características electro-magnéticas, etc.

ANEJO 5: CARACTERÍSTICAS DEL COMPOSTAJE Y ETAPAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

A la hora de escoger el equipo adecuado es conveniente valorar los siguientes aspectos:

- a) Capacidad de trabajo apropiada a los volúmenes a manipular.
- b) Eficacia en un abanico el más amplio posible de humedad de los materiales a tratar.
- c) Facilidad para su limpieza.
- d) Capacidad para acoplar sistemas, pasivos o activos, de retención o eliminación de polvo.

14.6.3. Acondicionamiento del recirculado

El acondicionamiento del estructurante recuperado –recirculado– puede consistir en:

- a) La eliminación de impropios, que ensuciarían los materiales del siguiente ciclo de compostaje en el que se utilizara el estructurante. Para esta función se utilizan separadores de plásticos y pesados basados en sistemas neumáticos y balísticos.
- b) Su fraccionamiento granulométrico, para reutilizar las fracciones más adecuadas como estructurante. Los equipos utilizados son cribas.

14.6.4. Mezcla

A la hora de elegir el equipo de mezcla, ya sea para mezclar diferentes compuestos, ya sea para mezclar estos con fertilizantes minerales, arenas, tierras vegetales, etc., es conveniente valorar los siguientes aspectos:

- a) La capacidad de tratamiento, que se ajuste al diseño de la instalación.
- b) Su versatilidad, en caso de que sea prevista la preparación de una gama amplia de productos.
- c) La facilidad para limpiarlo, en caso de que haya que manipular alternativamente materiales distintos.

14.6.5. Equipos para la preparación de productos de determinadas granulometrías

El compost listo se clasifica con ayuda de unos tamices en 2 o 3 fracciones. Las dimensiones estándar de las fracciones se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 6. Fracciones estándar del compost.

Fracción	Diámetro de las partículas	Aplicaciones del compost
Compost fino	< 12 mm	Abono, mejoramiento del suelo
Compost mediano	12 – 25 mm	Abono, mejoramiento del suelo, material de filtros biológicos.
Compost grueso	> 25 mm	Material de estructura para mejoramiento del suelo, material de estructura para compostaje, material de cobertura del relleno sanitario, material de relleno para trabajo de construcción o de arquitectura del paisaje.

FUENTE: Manual de Compostaje Para Municipios.

La fracción fina y mediana se puede utilizar como abono, para aumentar la calidad o estabilidad del suelo. La fracción mediana también se puede utilizar como material de filtro biológico. La

fracción gruesa; como cobertura del relleno sanitario, como material de relleno en la arquitectura del paisaje o como material de estructura dentro de la planta de compostaje.

14.7. Criterios de diseño

- a) El agua de lluvia que se recoja de las zonas de post-tratamiento y los viales que le dan servicio -en caso de que no estén bajo cubierta- será considerada agua pluvial sucia y se tendrá que conducir hasta la correspondiente balsa de almacenamiento de esta. Excepto para el agua de lluvia que se recoja de las zonas de almacenamiento temporal del estructurante recuperado (recirculado), que será considerada lixiviado y se tendrá que conducir hasta la correspondiente balsa de almacenamiento de estos
- b) Las zonas destinadas a la etapa de post-tratamiento tendrán que disponer de solera pavimentada (hormigón, asfalto, etc.) con la pendiente adecuada para recoger las aguas pluviales sucias, y del sistema de conducción hasta la correspondiente balsa o depósito de almacenamiento.
- c) Toda instalación de compostaje que recupere el estructurante tendrá que disponer obligatoriamente de un espacio de reserva donde poder acumular el recirculado generado en una semana de proceso.

15. Almacenamiento del producto terminado

15.1. Definición

Las operaciones que configuran el post-tratamiento generan uno o varios productos listos para ser comercializados o enviados a su destino final. Se denomina etapa de almacenamiento al periodo comprendido entre el final de las etapas productivas y su salida de la instalación.

Las características que tiene que tener la zona de almacenamiento deben cumplir con los siguientes objetivos:

- a) Disponer de un tiempo mínimo de almacenamiento que permita cubrir:
 - i) La estacionalidad en la demanda que se suele dar en los productos destinados a la agricultura o la jardinería.
 - ii) Cualquier contingencia logística que impida evacuar el producto con el ritmo habitual, cuando este producto:
 - o Es un pre-compost que tiene que continuar su maduración en otra instalación.
 - o Se tiene que aplicar rápidamente al suelo, con criterios de residuo, porque tiene la calificación de compuesto fresco.
 - o No es apto para la agricultura y se tiene que enviar a su destino final.
- b) Permitir una gestión que iguale, dentro del posible, el tiempo de estancia de un determinado tipo de producto en el almacén.
- c) Permitir la trazabilidad de los productos producidos y evitar mezclas involuntarias de productos de características diferentes.
- d) Controlar o reducir el impacto de la etapa sobre el medio ambiente, con especial atención a la generación de polvo y a su dispersión.
- e) Facilitar la carga de los camiones que tengan que transportar los materiales.

15.2. Fases

El almacenamiento se puede considerar constituido por las siguientes operaciones:

ANEJO 5: CARACTERÍSTICAS DEL COMPOSTAJE Y ETAPAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- 1) Los Transporte de los materiales desde el Post-tratamiento.
- 2) El Almacenamiento propiamente dicho.
- 3) La Expedición de los Productos.

A veces, y siempre que no haya que someter el compuesto a ningún post-tratamiento, se puede llevar a cabo el almacenamiento en el mismo lugar donde se realiza la maduración del producto, como una continuación natural de esta etapa: esta situación se da sobre todo en el compostaje de barros o de estiércoles. Entonces los criterios que tienen que aplicarse en el diseño del almacenamiento son los que definen la etapa de maduración.

15.3. Duración

- a) La capacidad de almacenamiento para un compuesto maduro destinado a usos agrícolas o a la jardinería tendrá que ser suficiente para albergar la producción de, como mínimo, 2 meses.
- b) La capacidad de almacenamiento para un compuesto fresco también apto para la agricultura, será de 2 semanas para poder cubrir cualquier contingencia logística que impida expedirlo. Este producto, por sus características, no puede ser almacenado durante un periodo de tiempo más largo por el riesgo de generar malos olores. Por eso, toda instalación de compostaje que pretenda producirlo, tendrá que estar coordinada con otra instalación que puntualmente pueda completar su maduración en aquellos periodos en que no existe demanda agrícola.
- c) La capacidad de almacenamiento de un compuesto no apto para usos agrícolas será de 2 semanas, para poder cubrir cualquier contingencia logística que impida expedirlo.
- d) En aquellos casos en los que se hagan coincidir sobre el mismo espacio las etapas de maduración y de almacenamiento, la duración será evidentemente la suma de las duraciones de cada una de ellas.

15.4. Características del almacén

No es necesario confinar la etapa de almacenamiento porque los productos que llegan tienen que estar estabilizados y no tienen que generar malos olores¹⁹.

La losa del almacén puede ser de tierra compactada, siempre que esto no malogre la calidad de los productos almacenados.

El almacén puede estar cubierto o no. A la hora de tomar la decisión se tendrá que tener en cuenta:

- Si la lluvia puede malograr o no la calidad del producto final: si está envasado o no, si se comercializa en peso o en volumen, si está destinado a depósito controlado -donde tendrá un precio por unidad de masa- o a aprovechamiento energético -donde se pagará según su poder calorífico-, etc.
- El dimensionado y el coste de las balsas o depósitos de recogida de aguas pluviales sucias, dado que las aguas de lluvia desaguadas del almacén y de los viales que se los dan servicio tendrán esta calificación.

Otro aspecto a tener en cuenta es el hecho que los productos almacenados acostumbran a ser bastante secos y la mayoría con una granulometría muy fina. Por lo tanto, si no están envasados pueden ser fácilmente arrastrados por el viento. Por eso conviene valorar la conveniencia de establecer medidas correctoras, como por ejemplo barreras físicas y/o evitar el movimiento del material cuando haga viento.

¹⁹ Teniendo en cuenta que en la etapa de maduración tiene que disponer de un excedente de superficie para poder prolongar el proceso cuando este no haya sido exitoso.

15.5. Criterios de diseño

- a) Las zonas destinadas al almacenamiento dispondrán de una losa con la pendiente adecuada para recoger las aguas de lluvia desaguadas y del sistema de conducción hasta la correspondiente balsa de almacenamiento.
- b) La losa puede ser de tierra compactada, siempre que esta no dificulte el manejo del producto acabado o lo malogre.
- c) El almacenamiento estará cubierto o no en función que el agua de lluvia pueda malograr la calidad del producto o que complique la gestión en su destino final.
- d) El agua de lluvia que caída directamente sobre las zonas de almacenamiento -en caso de que estén descubiertos- será considerada agua pluvial sucia y se tendrá que conducir hasta la correspondiente balsa o depósito de almacenamiento de este.
- e) En caso de que los productos almacenados estén en envases impermeables, las aguas desaguadas podrán ser consideradas aguas limpias.
- f) Dado que algunos de los productos almacenados pueden ser secos y polvorientos, es muy conveniente plantear medidas correctoras, como por ejemplo barreras.
- g) Por el mismo motivo, el diseño de la etapa tendrá que evitar que la concentración de polvo a la atmósfera de la zona de trabajo sea excesiva y que se creen atmósferas explosivas debidas a ella.

16. Operaciones complementarias: Equipos e instalaciones

Cuando nos referimos a operaciones complementarias, nos referimos al conjunto de operaciones, con los equipos e instalaciones asociados, que no están relacionadas directamente con el proceso de compostaje propiamente dicho, pero que son necesarios para el correcto funcionamiento y la seguridad de la planta de compostaje

Las plantas de compostaje, según su capacidad, tendrán que disponer de todos o de parte de los siguientes equipos e instalaciones complementarias:

- 1) Edificios de servicio.
- 2) Báscula.
- 3) Balsas o depósitos de recogida de lixiviados, de pluviales limpias y de pluviales sucias.
- 4) Sistemas de tratamiento de los aires exhaustos.
- 5) Sistemas de eliminación de polvo.
- 6) Zona perimetral de seguridad.
- 7) Depósitos de combustibles.
- 8) Equipos de limpieza de camiones, maquinaria e instalaciones.
- 9) Equipos e instalaciones contra-incendios.
- 10) Estación meteorológica automática.

16.1. Edificios

Las instalaciones de compostaje requieren habitualmente las siguientes edificaciones y equipamientos:

- a) De servicio a los trabajadores (vestuarios, comedor, lavabos, etc.).
- b) Para albergar los sistemas de control del proceso, el laboratorio y las oficinas.
- c) Para controlar las entradas y salidas de materiales.
- d) Aparcamiento de la maquinaria móvil.
- e) Taller de mantenimiento.

f) Aparcamiento de vehículos privados.

Como en la planta de compostaje del presente proyecto se pretende tratar más de 6.000 toneladas/año de Residuos de Alta Degradabilidad, es indispensable la disposición de un pequeño laboratorio con el utillaje que permita determinar:

- a) Los parámetros mínimos que requiere el control de calidad de los materiales a compostar y de los productos obtenidos:
- pH (pH-metro).
 - Salinidad (conductímetro).
 - Contenido en materia seca (estufa y balanza).
 - Contenido en materia orgánica –opcional, pero deseable- (horno de mufla y balanza).
 - Grado de madurez, recomendando por su simplicidad el método Rottegrade (vasos Dewar y termómetros).
- b) La Densidad aparente y la porosidad (báscula), si es previsto que la instalación trate mezclas de materiales (por ejemplo, residuo + estructurando).

Así mismo, con independencia que los sistemas de control de las etapas de descomposición y de maduración ya posean, el laboratorio tendrá que disponer de sondas portátiles de temperatura y de determinación de oxígeno en la atmósfera interna de los materiales.

16.2. Báscula

Según la Agencia de Residuos de Cataluña, las instalaciones con capacidad nominal de más de 6.000 toneladas/año de RSD, deberán disponer de báscula para pesar los equipos de transporte de los materiales. Si en el proyecto queda plenamente justificado, se puede realizar la operación en básculas externas y después se acredita el ticket de pesaje.

16.3. Balsas o depósitos de pluviales y de lixiviados

16.3.1. Definiciones

Los lixiviados:

Son todos aquellos líquidos que generan los RAD y RBD (excepto las fracciones vegetales que pueden ser empleadas como estructurante) que se pretenda compostar, ya sea en la recepción, en su almacenamiento, en las operaciones de pre-mezcla y mezcla, o durante las etapas de descomposición o de maduración.

También serán consideradas lixiviados las aguas de lluvia que se recojan de los siguientes puntos, siempre que estos estén descubiertos:

- o De las zonas de almacenamiento temporal del estructurante recuperado (recirculado).
- o De las zonas de descarga de los RAD y RBD (excepto las fracciones vegetales nuevas), de su pre-mezcla y de la su mezcla/homogeneización.
- o De las zonas destinadas a las etapas de descomposición y de maduración de los materiales anteriores.
- o De las zonas destinadas a las etapas de descomposición y de maduración de las fracciones vegetales, cuando a estas se les ha incorporado algún RAD, RBD o solución nitrogenada para favorecer el desarrollo del compostaje.

ANEJO 5: CARACTERÍSTICAS DEL COMPOSTAJE Y ETAPAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- De los viales que dan el servicio más inmediato a todas estas zonas, es decir, cuando las ruedas de los vehículos puedan tener contacto directo con el material (residuo, mezcla, pre-compost, etc.).
- De los biofiltros descubiertos.

Los lixiviados se tendrán que recoger y almacenar, y ser gestionados con alguna de las siguientes alternativas:

- Utilizarlos en el riego de la etapa de descomposición, pero siempre antes de una fase termófila de higienización.
- Ser tratados en una depuradora de la propia instalación.
- Ser transportados a instalaciones externas que estén autorizadas para el tratamiento de estos residuos.

También serán gestionadas como lixiviados las aguas de lavado de camiones.

Así mismo, los efluentes de la instalación de tratamiento de las aguas sanitarias de la instalación podrán ser gestionadas como lixiviados.

Las aguas pluviales sucias:

Son las procedentes de todas las zonas de trabajo descubiertas de la instalación, incluidas las de los viales, y que no han sido enunciadas expresamente en el punto anterior.

En concreto, tendrán esta calificación las aguas recogidas de las zonas de post-tratamiento que estén descubiertos.

También serán consideradas así las recogidas en las zonas destinadas a la recepción, trituración y almacenamiento de las fracciones vegetales que pueden ser empleadas como estructurantes.

Así mismo serán consideradas aguas pluviales sucias las procedentes de las etapas de descomposición, maduración y post-tratamiento de las fracciones vegetales con características para ser empleadas como estructurantes, siempre que NO se los haya añadido ningún RAD, RBD o solución nitrogenada para favorecer el proceso de compostaje.

En principio, las aguas pluviales sucias se tendrán que gestionar igual que los lixiviados. Ahora bien, si se recogen separadamente las aguas pluviales sucias se podrán utilizar para el riego:

- En cualquier momento de las etapas de descomposición o de maduración, si bien es muy recomendable hacerlo antes de una fase termófila que permita higienizar-las.
- Del biofiltro, siempre que las aguas no huelan mal.

Cuando el riego no pueda consumir todas las aguas pluviales sucias:

- Tendrán que ser exportadas de la instalación a través de un gestor autorizado.
- Podrán utilizarse para el riego de suelos agrícolas.

Las aguas pluviales limpias:

Son todas aquellas que no han estado en contacto directo con residuos ni con pavimentos sucios: aguas de cubiertas o de viales fuera de las zonas de trabajo.

Pueden abocarse directamente al cauce público o recogerse para uso de la propia instalación,

en especial para el riego de la etapa de maduración –si es que el proceso lo requiere-, del biofiltro o del ajardinado, o para mantener las reservas contra-incendios.

16.3.2. Criterios de selección de alternativas

- a) El almacenamiento puede realizarse indistintamente en balsas o depósitos, siempre estancos.
- b) Los depósitos cerrados son preferibles para la contención de lixiviados, en cuanto es más fácil el control de los malos olores: por aspiración de los gases de su atmósfera interior y conducción hacia un sistema de tratamiento del aire.
- c) A pesar de todo, las balsas abiertas también pueden adaptarse para la recogida de lixiviados que huelen mal sí:
 - Se complementan con equipos de aireo superficial del líquido.
 - Se cubren con una cúpula y se aspiran los gases del interior de esta para conducirlos al sistema de tratamiento.
 - Si se complementan con sistemas naturales de depuración –plantas acuáticas, cañizas, etc.-.
- d) El almacenamiento de los lixiviados y las aguas pluviales sucias se hará por separado o conjuntamente según el sistema de tratamiento o reutilización previsto para estas aguas sea respectivamente individual o conjunto.
- e) Sólo habrá que recoger las aguas pluviales limpias cuando tengan una utilidad dentro de la instalación, como por ejemplo la reserva contra-incendios o el riego de la zona de maduración, el biofiltro o el ajardinado.

16.3.3. Criterios de diseño

- a) Las balsas o depósitos dispondrán de una arqueta decantadora previa con reja.
- b) Las balsas abiertas o los depósitos también abiertos y de poca altura -menos de 2 m a partir del nivel del tierra- dispondrán obligatoriamente de valla perimetral de 2 m de altura mínima con puerta de acceso cerrada con llave.
- c) Estos almacenamientos abiertos dispondrán de sistema de seguridad: cuerda anudada, salvavidas, etc.
- d) Los registros de acceso a los depósitos cerrados también dispondrán de un sistema que impida la entrada libre o fácil.
- e) Las balsas o depósitos para aguas pluviales limpias tienen que disponer de rebosadero hacia el cauce público.
- f) A la entrada de las balsas de aguas pluviales sucias se podrá instalar un rebosadero limitador de caudal, para el caso de lluvias de alta intensidad. Este rebosadero tendrá que disponer de reja para retener los materiales groseros que se arrastren -plásticos, papeles, etc.-

16.4. Sistemas de tratamiento de gases

En la mayoría de las operaciones que configuran el compostaje se pueden emitir gases malolientes, nocivos o ambas cosas a la vez. Cuando esto suceda se tiene que disponer de sistemas para recoger y/o tratar estos gases antes de que lleguen a la nave de trabajo o a su

ANEJO 5: CARACTERÍSTICAS DEL COMPOSTAJE Y ETAPAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

exterior, tanto por cuestiones de seguridad, salud laboral o medio-ambientales, como para evitar molestias al vecindario.

Se pueden distinguir tres tipos de emisiones en forma de gas que se producen en una planta de compostaje:

- 1) Emisiones olfatorias provenientes de la basura cruda
- 2) Emisiones olfatorias biógenas
 - Productos gaseiformes de la fermentación
 - Productos del metabolismo de la fermentación (ellos dependen de la tecnología que se utiliza)
 - Productos de la transición anaeróbico - aeróbico (no es técnicamente posible impedir la generación de esas emisiones)
- 3) Emisiones olfatorias abiógenas
 - Productos de pirólisis, productos Maillard y productos de auto-oxidación

Los gases más importantes para el impacto olfatorio son limonen, pentan, campher, alcanes y pentilfuran. Las emisiones olfatorias no son peligrosas, patógenas o contaminantes en la concentración emitida, que es muy baja, pero estos gases ya se sienten en una concentración de unos ppm. El impacto de estas emisiones es una molestia para la población de habitaciones vecinas. Este impacto se aumenta con la capacidad de la planta de compostaje. Además, las emisiones olfatorias de las plantas mecanizadas son más elevadas que las de las plantas manuales (por causa de la mezcla/ revuelta más intensa y del aireación artificial).

La contaminación más elevada se encuentra en el área donde se realiza la fermentación principal. También se tiene que tener en cuenta que la aireación artificial acelera el proceso de biodegradación pero produce una contaminación olfatoria mucho más elevada que la contaminación generada en plantas sin aireación artificial.

16.4.1. Actuaciones que reducen la emisión de olores

En caso de que se prevé un impacto odorífero excesivo sobre los núcleos habitados cercanos, este se puede reducir con alguna de las siguientes actuaciones:

- a) La reducción del volumen de residuos a tratar.
- b) El aumento de la proporción de los residuos de baja degradabilidad a expensas de los de alta.
- c) La progresiva complicación de la instalación –confinamiento de determinadas etapas u operaciones con la correspondiente recogida de los gases y su posterior tratamiento, cubiertas geo-textiles, etc.-:
 - o A la Tabla 7 se presentan los porcentajes de reducción de emisiones que se pueden atribuir a estas actuaciones.
 - o Las actuaciones de control de los olores se introducirán empezando por aquellas operaciones o etapas que generen más impacte odorífero y que no hayan sido todavía modificadas. A la
 - o Tabla 8 se recogen unos valores de referencia de las aportaciones porcentuales de olores de las diferentes operaciones que configuran el compostaje, en condiciones reales de funcionamiento. Tiene que remarcar que estos valores pueden variar mucho de unas instalaciones a otras, según qué sean los materiales a tratar y las condiciones de explotación. Por eso sólo se los hay de dar un carácter orientador y tienen que servir exclusivamente porque el Promotor de la nueva instalación tenga conciencia de cuáles son las

ANEJO 5: CARACTERÍSTICAS DEL COMPOSTAJE Y ETAPAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

operaciones críticas sobre las cuales le habrá que incidir para minimizar o reducir la problemática de los olores²⁰.

Tabla 7. Reducción de las emisiones que se obtienen con varias actuaciones en etapas u operaciones del compostaje.

Operaciones/Actuaciones	Porcentaje de las emisiones con la actuación
Geo-textil	10 % del calculado (emisiones fugitivas)
Cerramiento y/o aspiración, con tratamiento de gases	25 % del calculado

FUENTE: 'Guia de Suport per al Disseny y l'Explotació de Plantes de Compostatge' 2008.

Tabla 8. Aportación sobre el total de emisiones de olores de cada una de las operaciones que configuran un compostaje.

OPERACIÓN	% sobre el total de emisiones
Descarga	1,0
Almacenamiento Residuos Baja Degradabilidad	0,9
Almacenamiento Residuos Alta Degradabilidad	3,3
Pre-tratamiento (pre- mezcla y mezcla)	9,0
Etapas de Descomposición	46,7
Etapas de Maduración	17,8
Post-tratamientos	4,2
Almacenaje productos finales	7,6
Balsas de lixiviados	4,1
Biofiltros	4,7
Viales /superficies susceptibles de ensuciarse	0,7

FUENTE: 'Guia de Suport per al Disseny y l'Explotació de Plantes de Compostatge' 2008.

En la mayor medida del posible se intentará reducir las emisiones mediante la confinación de las distintas etapas, siempre evaluando si justificaría el sobrecoste que esto supondría.

16.4.2. Condicionantes

A la hora de elegir un sistema de tratamiento/eliminación de los gases malolientes generados a las instalaciones de compostaje se tienen que tener en cuenta los siguientes condicionantes:

- a) Las características químicas de los gases contenidos en la atmósfera a tratar. Aunque la composición de los aires a tratar suele ser muy compleja, a partir de los materiales a compostar y las condiciones en que se desarrollará el proceso, es fácil prever si existirán o abundarán algún de estos tipos de compuestos:
 - o Amoníaco, que se genera en el compostaje de materiales o mezclas con bajas relaciones C/N, como por ejemplo los lodos de depuradora.

²⁰ A menudo nos encontraremos con operaciones o etapas, como la de maduración, que no se pueden mejorar sustancialmente en este aspecto, al menos de manera fácil. En estos casos es mejor concentrar los esfuerzos en las siguientes etapas y operaciones conflictivas.

ANEJO 5: CARACTERÍSTICAS DEL COMPOSTAJE Y ETAPAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Ácidos orgánicos, sulfuro de hidrógeno y sulfuros orgánicos, que aparecen cuando en alguna parte del proceso no se ha conseguido mantener las condiciones aerobias propias del compostaje.
 - Otros compuestos orgánicos volátiles (compuestos del sulfuro, compuestos aromáticos, terpenos, aldehídos, cetonas, alcoholes, esterres, etc.).
- b) El caudal y concentración de olor del aire a tratar. Habitualmente se presentan dos situaciones:
- Caudales bajos con elevada concentración, que corresponden a gases de proceso (tolvas de almacenamiento, operación de mezcla, gases procedentes de la etapa de descomposición, etc.).
 - Caudales elevados de baja concentración, que suelen proceder de la renovación de la atmósfera de las naves de trabajo.

Acostumbra a ser muy favorable -económicamente y por eficiencia en la eliminación de olores- tratar por separado este dos tipo de aires.

- c) La generación de subproductos o residuos por parte del sistema de tratamiento de gases, que posteriormente se tienen que eliminar o tratar, cosa no siempre posible, fácil o económica: agua de limpieza de los gases, soluciones ácidas o básicas, carbón activo gastado, relleno de biofiltro degradado, etc.
- d) El tiempo de arrancada. Los sistemas de tratamiento biológico requieren un periodo de tiempo antes de lograr su máxima efectividad.
- e) La fiabilidad ante los cambios de calidad del aire a tratar. En general, los sistemas químicos suelen presentar una robustez superior.
- f) La necesidad de mantenimiento. Todos los sistemas requieren mantenimiento, con más o menos frecuencia. Por lo tanto hay que tener previstos sistemas alternativos para continuar tratando el aire durante estas operaciones, para cuando falle el suministro de reactivos o por averías.
- g) La complejidad del sistema. Algunos sistemas de tratamiento requieren personal especializado para su funcionamiento y mantenimiento, mientras otros son muy simples.

16.4.3. Descripción de alternativas

Los sistemas más comunes de tratamiento/eliminación de los gases nocivos o malolientos generados a las plantas de compostaje se describen a continuación. Hay que remarcar que habitualmente la máxima efectividad se consigue con la actuación de diferentes sistemas dispuestos en serie o bien tratando por separado los aires de diferentes concentraciones y caudales.

16.4.3.1. Lavadores húmedos ('scrubbers')

Estos equipos ponen en contacto el aire a tratar con agua sola o con sustancias químicas disueltas. Así tenemos:

- a) Lavadores con agua, donde esta disuelve los compuestos malolientos presentes al aire a tratar.

b) Lavadores químicos, donde la sustancia química disuelta en el agua reacciona con estos compuestos, los convierte en no volátiles o no olorosos. Según las características del reactivo empleado en el lavado tenemos:

- Lavadores ácidos. que habitualmente utilizan H_2SO_4 .
- Lavadores básicos, con NaOH como reactivo más común.
- Lavadores oxidantes, que utilizan NaClO, Cl_2O con NaOH, $KMnO_4$ o H_2O_2 .

16.4.3.2. Lavadores secos

El aire a tratar circula por una cámara que contiene un relleno inorgánico impregnado de productos químicos que reaccionan con las sustancias olorosas, inactivando-las.

Alternativamente el relleno puede está impregnado por un catalizador que favorezca la oxidación con el oxígeno del propio aire circulante de las sustancias reducidas malolientes. Son los llamados Filtros catalizadores.

16.4.3.3. Biofiltro

Consiste en un reactor con dos cámaras:

- a) La primera actúa como distribuidora del aire a tratar; y
- b) La segunda está rellena de un material poroso, sobre el que se instala una población variada de microorganismos, la actividad de los cuales destruye los compuestos malolientes contenidos en el aire a tratar y que se hace circular a través del relleno. Este puede ser:

- Biodegradable. El más habitual son los materiales forestales (corteza, madera de poda, astilla, etc.) pre-compostados o inoculados –normalmente con compuesto maduro-. Son baratos, aunque tienen el inconveniente que se degradan con el tiempo y tienen que ser repuestos o sustituidos, si bien con la ventaja que, una vez agotados, acostumbran a poderse reutilizar a la propia instalación.
- Inerte (sintético o inorgánico), con inculo. Es más caro, pero su vida útil es mucho más larga.

16.4.3.4. Biofiltro percolador

Lo biofiltro percolador actúa de manera similar al biofiltro convencional, pero se diferencia de este en que el relleno es siempre de un material no biodegradable y en que a través suyo se recircula continuamente una solución acuosa. Con la solución recirculada se puede aportar al biofiltro sustancias químicas que eliminen compuestos inhibidores de la actividad microbiana que contenga el aire a tratar, o controlar el pH del medio.

16.4.3.5. Oxidación térmica

Consiste en la oxidación en hornos a altas temperaturas -entre 350 y 400°C con la ayuda de catalizadores y entre 650 y 800°C sin estos- de los compuestos orgánicos presentes en el aire a tratar, los cuales se convierten en CO₂, H₂O, SO₂ y N_xO.

Fue concebido para el tratamiento de gases auto-combustibles o casi, propiedad que no tienen los aires procedentes de las instalaciones de compostaje.

Así, esta última aplicación requiere un consumo de combustible muy importante. Esto hace que sólo se implante en situaciones muy comprometidas.

16.4.3.6. Adsorción

Consiste en hacer circular el aire a tratar a través de un material sólido adsorbente -carbón activo, sílica hiel, zeolitas, óxidos metálicos- que retiene en su superficie las sustancias olorosas.

16.4.3.7. Modificadores de olores

Son sustancias que, al ser dispersadas al aire a tratar utilizando agua o aire como vehículo, anulan por diferentes vías los efectos de los compuestos malolientes que están presentes:

- a) Por absorción. La sustancia desodorizante es una partícula sólida de gran superficie activa -tamaño coloidal- que retiene los compuestos malolientes.
- b) Por reacción química entre la sustancia desodorizante y los compuestos malolientes.
- c) Por enmascaramiento del efecto de la sustancia maloliente, con otra u otras de olor agradable.

16.4.3.8. Condensación

La condensación elimina las sustancias malolientes contenidas en el aire a tratar enfriándolas, mediante un intercambiador de calor, por debajo de su temperatura de condensación. Según qué sea el refrigerante, tenemos:

- a) Condensación refrigerante, cuando el refrigerante es agua.
- b) Condensación criogénica, cuando el refrigerante es nitrógeno líquido.

Su aplicación en las instalaciones de compostaje es muy limitada.

16.4.4. Criterios de selección de alternativas y de diseño

El mejor sistema de tratamiento de malos olores es no producirlas. Los compuestos malolientes que pueden generarse durante el proceso de compostaje suelen ser muy diversos y

pertenecen a familias químicas distintas. Esta diversidad hace que los sistemas de tratamiento de los olores no sean nunca eficientes al cien por ciento. Es pues recomendable no fiar la eliminación de las molestias exclusivamente a ellos sino intentar minimizar la generación de compuestos malolientes con un correcto diseño de las diferentes etapas del proceso y una todavía mejor gestión de la explotación.

Los sistemas de tratamiento de gases son más simples, efectivos y con un inferior coste de funcionamiento cuánto menor es el volumen de aire a tratar. Por lo tanto es preferible captar los gases malolientes en el lugar u operación donde se generan, es decir, establecer puntos de captación localizados.

A la hora de elegir un sistema de tratamiento de gases, no hay que pensar sólo en su teórica efectividad sino también en si este sistema genera algún tipo de residuo o subproducto, y en caso afirmativo, si existe o no alguna manera fácil y económicamente asequible de deshacerse.

Las aguas o soluciones nitrogenadas que se producen en los lavadores húmedos no se pueden eliminar utilizándolas para el riego de otro ciclo del mismo proceso de compostaje que las ha generado, dado que su N-amoniaco se volvería a emitir. El que si sería factible es utilizarlas en el riego del proceso de compostaje de otro material con una relación C/N elevada. Ahora bien, entonces probablemente sería mejor compostar directamente una mezcla del material que ha generado la solución amoniaco con el que posee una relación C/N elevada: quizás de este modo ni haría falta lavador de gases.

Los sistemas de tratamiento del aire requieren de mantenimientos más o menos frecuentes y son susceptibles de averiarse. Por lo tanto es esencial diseñarlos teniendo en cuenta que, en estas situaciones, no se pierda totalmente la capacidad de tratamiento, cosa que puede obligar a parar la instalación.

Así, y como ejemplo, es muy conveniente:

- Que los equipos estén constituidos por pequeñas unidades que trabajen en paralelo –por ejemplo, un biofiltro compartimentado en dos o más cuerpos independientes- o por unidades en línea, pero con posibilidad de 'by-pass'.
- Diseñar un acceso fácil, tanto a su exterior como interior para las operaciones de limpieza, de mantenimiento o para reparaciones.

16.5. Instalaciones para la eliminación de polvo

A fin y efecto de asegurar buenas condiciones de seguridad y salud laboral, hay que extremar las precauciones para evitar la generación de polvo.

A tal efecto, habrá que considerar: (1) el control de la humedad en los diferentes productos y procesos; (2) la utilización de equipos carenados; (3) la construcción de protecciones contra el viento, etc.

No obstante, hay equipos que casi siempre generan: cribas, mesas densimétricas,...

En estos casos, se recomienda la aspiración y recogida del aire a través de ciclones o filtros de mangas.

Así mismo, es recomendable que estos sistemas de recogida tengan vaciados en continuo - tornillos, transportadores de banda-, que incorporen el polvo separado a los materiales con características similares -habitualmente el compuesto-.

16.6. Zona perimetral

Las plantas de compostaje tienen que disponer de una valla perimetral que delimite toda la instalación, incluyendo los almacenamientos de todo tipos de residuos y de los productos finales obtenidos. Esta valla tiene por finalidad:

- Evitar la entrada no controlada de personas y animales.
- Facilitar el control de entradas y salidas de material.
- Evitar la entrada de vehículos fuera de horas de trabajo.

La valla perimetral tendrá una altura mínima de 2 m, contados desde la cota del pavimento.

16.7. Depósitos de combustibles líquidos

Aunque la normativa varía con una cierta frecuencia, las pautas de diseño esenciales no se modifican:

- i) Los depósitos tienen que ser homologados y montados por instaladores autorizados.
- ii) Los depósitos tienen que disponer de doble camisa o, en su defecto, de una cubeta de seguridad con capacidad suficiente para recoger todo el volumen del depósito.
- iii) Se tienen que localizar lejos de cualquier actividad -al menos 10 m-.
- iv) Situarlos en zonas donde los posibles derramamientos accidentales no supongan efectos indeseables para las personas o el medio ambiente.
- v) Disponer de un extintor de polvo de al menos 6 kg.

16.8. Equipos de limpieza de camiones y maquinaria

En caso de que esté previsto compostar Residuos de Alta Degradabilidad, habrá que disponer de una zona pavimentada donde se pueda realizar la operación de limpieza y desinfección de vehículos, contenedores o cajas.

Si entre los Residuos de Alta Degradabilidad a compostar pueden haber subproductos de origen animal, se dispondrá de una zona de limpieza diferenciada del resto de las instalaciones.

Las características de la zona de limpieza –aire libre, cubierta, confinamiento, etc.- serán las mismas que sean necesarias para la zona de descarga.

Las aguas de lavado se tendrán que recoger y gestionar conjuntamente con el resto de lixiviados generados a la planta. Por lo tanto, interesa utilizar equipos de lavado de alta presión con bajo consumo de agua.

16.9. Estación meteorológica

Para plantas de tratamiento de más de 6.000 toneladas/año de residuos urbanos domiciliarios es obligatorio disponer de una estación meteorológica automática que recoja y grabe datos de, como mínimo:

- Temperatura
- Humedad relativa
- Dirección del viento
- Velocidad del viento
- Presión
- Lluvia

La función de esta estación es:

- a) Relacionar los posibles episodios de malos olores que puedan aparecer durante la explotación con determinadas condiciones atmosféricas.
- b) Adaptar las operaciones más críticas a las condiciones atmosféricas más favorables.

Índice

1. Introducción	3
2. Recepción y almacenamiento.....	3
2.1. Descarga y almacenamiento temporal.....	3
2.1.1. Muelle	4
2.1.2. Directamente a un foso	4
2.1.3. Alternativa escogida	5
2.2. Descarga y de almacenamiento de la Fracción Vegetal	5
2.2.1. Playa.....	6
2.3. Equipos de vaciado del almacenamiento temporal	6
2.3.1. Muelle en la zona de recepción del material	7
2.3.2. Foso de recepción	7
2.4. Pavimentación	8
3. Pre-tratamiento: Mezcla y/u Homogeneización.....	8
3.1. Equipos de preparación del estructurante	8
3.1.1. Pala mecánica	9
3.1.2. Trituradoras/desfibradoras de alta velocidad de rotación	9
3.2. Equipos para la dosificación y preparación de las pre-mezclas.....	10
3.2.1. Trituradoras de baja velocidad de rotación	10
3.3. Equipos destinados a la separación de impropios.	11
3.3.1. Manual negativa	13
3.3.2. Separador electro-magnético	13
3.3.3. Separador de inducción.....	14
3.3.4. Separador balístico.....	14
3.3.5. Trommel con malla	16
3.3.6. Alternativa escogida	16
3.4. Impropios separados	17
3.5. Equipos de mezcla y/u homogeneización.....	17
3.5.1. Homogeneizador de ejes horizontales	17
3.5.2. Mezcladora	18
3.5.3. Alternativa escogida	18
3.6. La incorporación de líquidos	19
3.6.1. Momento de la incorporación	19
3.6.2. Forma de aplicación del líquido.....	19
3.7. Almacenamiento de mezclas preparadas	20
3.8. Criterios de diseño	20
4. Etapa de Descomposición	21

4.1.	Duración	21
4.2.	Aspectos de la etapa de descomposición	21
4.2.1.	Movimiento y disposición del material durante la etapa:.....	21
4.2.2.	Combinaciones más habituales	22
4.2.3.	Ventilación forzada	26
4.2.4.	Tipo de control de la ventilación	27
4.2.5.	Solera pavimentada:.....	27
4.2.6.	Aplicación de líquidos.....	29
5.	Etapa de Maduración	29
5.1.	Duración	29
5.2.	Aspectos de la etapa de maduración	29
5.2.1.	Movimiento y disposición del material durante la maduración.....	29
5.2.2.	Ventilación y su control.....	30
5.2.3.	Necesidad de cubierta.....	30
5.2.4.	Solera	30
5.2.5.	Aplicación de líquidos:.....	30
6.	Post-tratamiento	31
6.1.	Necesidad de confinamiento	31
6.2.	Aspectos de la etapa de post-tratamiento	31
6.2.1.	Equipos de recuperación de estructurante.....	31
6.2.2.	Equipos para la separación de impropios	32
6.2.3.	Equipos para el acondicionamiento del recirculado.....	33
6.3.	Criterios de diseño	35
7.	Almacenamiento del producto terminado	35
7.1.	Duración	35
7.2.	Características del almacén	35
7.3.	Criterios de diseño	35
8.	Operaciones complementarias: Equipos e instalaciones	36
8.1.	Edificios	36
8.2.	Báscula	36
8.3.	Balsas o depósitos de pluviales y de lixiviados	36
8.3.1.	Criterios de selección de alternativas.....	37
8.3.2.	Criterios de diseño.....	37
8.4.	Sistemas de tratamiento de gases	37
8.4.1.	Actuaciones para reducir la emisión de olores	37
8.4.2.	Condicionantes.....	38
8.4.3.	Descripción de alternativas	38
8.5.	Instalaciones para la eliminación de polvo	42
8.5.1.	Alternativas tecnológicas.....	42
8.5.2.	Puntos de emisión de polvo	43

ANEJO 6: SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

8.6. Zona perimetral.....	44
8.7. Depósitos de combustibles líquidos.....	44
8.8. Equipos de limpieza de camiones y maquinaria	44
8.9. Estación meteorológica	44
9. Esquema de proceso con alternativas adoptadas.....	45

1. Introducción

El análisis de alternativas y el diseño de esta planta de compostaje se ha hecho siguiendo las pautas establecidas en la 'Guia de Suport per al Disseny y l'Explotació de Plantes de Compostatge' de la 'Agència de Residus de Catalunya', en su edición del año 2008.

También se utilizaron las experiencias recogidas en el documento "Compostatge de residus municipals. Control del procés, rendiment y qualitat del producte." de O. Huerta, M. López, M. Soliva y M. Zaloña del año 2008, y en el que se especifican los distintos tratamientos, características y equipamientos, de las plantas de compostaje que actualmente existen en Catalunya.

En el presente documento se detallan las distintas alternativas tecnológicas de cada etapa y fase de la planta de compostaje del presente proyecto, y se discute su adecuación al proyecto.

Tenemos que remarcar que el objetivo de esta planta de compostaje es la de producir un compost estabilizado que cumpla con la Norma NCh2880.Of2004: "Compost – Clasificación y requisitos". Esta norma clasifica el compost y establece una serie de requisitos de calidad del compost para uso agrícola.

Si una vez en funcionamiento se comprueba que en la planta de compostaje diseñada no se alcanzan los requisitos mínimos para un compost de calidad (debido al alto porcentaje de impropios existente en la basura), esta se utilizaría para la reducción en volumen de los residuos, para posteriormente ser destinados a un relleno sanitario. En el momento en que se dispusiera de una buena clasificación domiciliaria, los residuos obtenidos serían tratados con el objetivo inicial de producir compost de calidad.

2. Recepción y almacenamiento

Al tratar-se de Residuos de Alta Degradabilidad (RAD), la zona de recepción y almacenamiento tendrá que situarse en una nave cerrada y con extracción y tratamiento de gases. En esta nave, también se ubicarán las zonas de pre-tratamiento, post-tratamiento y las entradas de los túneles de maduración.

La zona de recepción y almacenamiento de la nave estará distribuida en distintas sub-zonas:

2.1. Descarga y almacenamiento temporal

La descarga y almacenamiento temporal coincidirán en el mismo espacio.

La superficie destinada a esta operación dependerá de la alternativa elegida, de la metodología de trabajo prevista y, sobre todo, del tiempo máximo de almacenamiento permitido, que dependerá del tipo de residuos.

El almacenamiento de estos Residuos de Alta Degradabilidad (RAD) no podrá superar las 24 horas. Por lo que los materiales tendrán que ser pre-tratados el mismo día que lleguen a la instalación.

A continuación se presentan las distintas superficies que más se adaptan al presente proyecto, y sus ventajas e inconvenientes:

2.1.1. Muelle

Indicaciones/Descripción

- La zona donde se deposita el material se encuentra a un nivel inferior al de su medio de transporte.
- La maquinaria tiene acceso a la zona donde se deposita el material.

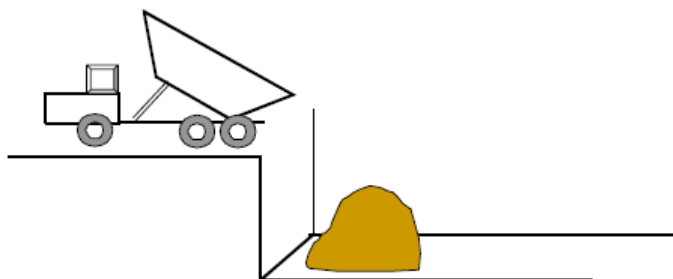


Fig 1. Esquema muelle.

Ventajas

- Sirve para todo tipo de materiales sólidos, con independencia de sus características granulométricas.
- La descarga es limpia, dado que las ruedas del camión no están en contacto con la superficie de recepción del residuo.
- Apto para materiales pastosos, si la trinchera es en pendiente hacia la pared del muelle (aconsejables pendientes del 2%).
- Es útil y práctico cuando la topografía del terreno presenta superficies naturales a diferentes cotas.

Inconvenientes

- No permite el confinamiento del residuo (para hacerlo hace falta una nave cerrada).
- El traslado en la zona de pre-tratamiento y mezcla requiere el uso de pala mecánica.
- Este traslado es sucio dado que las ruedas de la pala están en contacto con la superficie donde se almacena el residuo.
- Para aumentar la capacidad de recepción se requiere el uso frecuente de la pala mecánica para dejar libre la zona más cercana al muelle.

2.1.2. Directamente a un foso

Indicaciones/Descripción

- La maquinaria móvil no tiene acceso en la zona donde se deposita el material.

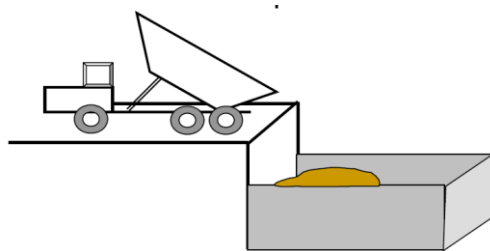


Fig 2. Esquema foso.

Ventajas

- La circulación del material se ajusta a una gestión FIFO (First in, First out).
- La zona de recepción requiere equipos de vaciado (pulpos, tornillos, bombas, etc.).
- Apto para materiales pastosos.
- La descarga es limpia, dado que las ruedas del camión no están en contacto con la zona de recepción del residuo.

Inconvenientes

- Los mismos que el muelle
- Más adecuado a materiales pastosos, gracias a las paredes.
- Los residuos no quedan confinados.

2.1.3. Alternativa escogida

La descarga de los residuos se hará a un foso. Es un sistema limpio que permitirá instaurar un sistema FIFO mediante los equipos de vaciado escogidos. En caso de existir problemas significativos por la generación de gases malolientes existiría la posibilidad de cubrirlo. En todo caso, la gestión tiene que ser rápida y el almacenamiento nunca sobrepasar las 24 horas.

El foso se diseñara de tal forma que pueda contener el 50% de los residuos a tratar diariamente.

2.2. Descarga y de almacenamiento de la Fracción Vegetal

Las zonas destinadas a la recepción, la preparación y el almacenamiento de la Fracción Vegetal (FV) empleada como estructurante coinciden.

Esta zona también suele incorporar el espacio dedicado a su preparación/trituración. Por lo tanto, podemos encontrar tres espacios muy delimitados:

- La recepción y almacenamiento del material tal cual.
- La preparación/trituración.
- El almacenamiento del material triturado.

El pavimento en la zona de descarga y almacenamiento de la FV podrá ser de tierra compactada¹.

El volumen para el que se tiene que diseñar la zona de almacenamiento de la FV, será del 20% de las necesidades de la planta para todo el año.

La fase de descarga y almacenamiento se puede llevar a término mediante una zona de playa. A continuación se detallan sus características, ventajas e inconvenientes:

2.2.1. Playa

Indicaciones/Descripción

- La zona donde se deposita el material y su medio de transporte están al mismo nivel.
- La maquinaria móvil tiene acceso en la zona donde se deposita el material.

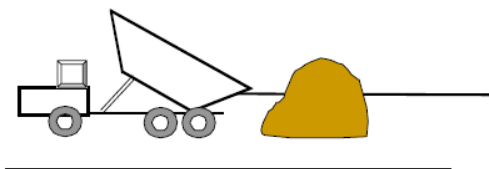


Fig 3. Esquema playa.

Ventajas

- Sirve para todo tipo de materiales sólidos, con independencia de sus características granulométricas.
- Económico (sólo requiere la solera y la recogida de lixiviados).

Inconvenientes

- No permite el confinamiento del residuo (para hacerlo hace falta una nave cerrada).
- No apto para líquidos.
- Poco adecuado para sólidos pastosos.
- La descarga es sucia, dado que las ruedas del camión están en contacto con la superficie de recepción del material.
- El traslado en la zona de pre-tratamiento y mezcla requiere el uso de pala mecánica.
- Este traslado es sucio dado que las ruedas de la pala están en contacto con la superficie donde se almacena el residuo.

Para su distribución se podrá utilizar la pala mecánica. El próximo punto se detallan sus características.

2.3. Equipos de vaciado del almacenamiento temporal

¹ Se considerarán valores aceptables de permeabilidad los que estén por debajo de $k = 1 \cdot 10^{-7}$ m/s en una capa de grueso de 50 cm.

2.3.1. Muelle en la zona de recepción del material

Para el muelle en la zona de recepción del material, la pala mecánica es el sistema más adecuado:

2.3.1.1. Pala mecánica

Ventajas

- Apto para todo tipo de materiales sólidos, con independencia de sus características granulométricas.
- Es un equipo básico que se puede utilizar en otras etapas del proceso.
- Adaptable a la mayoría de sistemas de almacenamiento.

Inconvenientes

- No es un equipo limpio, dado que puede perder material por el camino y las ruedas lo esparcen.
- Sólo permite cubicajes aproximados, y siempre referidos a la capacidad de la cuchara.

2.3.2. Foso de recepción

Para el foso tenemos las dos alternativas siguientes:

2.3.2.1. Transportadores de tornillo

Ventajas

- Transportan los materiales confinados.
- Permiten dosificaciones muy cuidadosas.
- Superan cualquier pendiente.
- Muy limpio.

Inconvenientes

- No son aptos para materiales demasiado húmedos o demasiado secos.
- No son aptos a todos los tipos de granulometría.
- La manera de transportar el residuo favorece la emisión de gases maolientes o tóxicos en el punto de descarga.

2.3.2.2. Transportadores de banda

Ventajas

- Adecuado a los materiales sólidos, pero no para cualquier tipo.
- Aptos para granulometrías muy diversas.

Inconvenientes

- Sensibles a la presencia de impropios.
- No aceptan inclinaciones elevadas (máximo recomendable: 15°).
- Para inclinaciones superiores, se requieren cintas nervadas, con los problemas de limpieza que traen asociadas cuando los materiales son pastosos.

ANEJO 6: SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- No aptos para materiales muy pastosos.
- Por él mismo, no permite la dosificación del residuo.
- El regreso de la banda suele ensuciar.

2.3.2.3. Alternativa escogida

El vaciado de los fosos se hará mediante transportadores de tornillo.

El resto del transporte automatizado se hará mediante transportadores de banda. En el caso de sobrepasar los 15º, se les incorporaran las cintas nervadas.

2.4. Pavimentación

Las zonas destinadas a la recepción y el almacenamiento dispondrán necesariamente de losas pavimentadas – deseablemente de hormigón² -, con las pendientes adecuadas³ para conducir los lixiviados hacia la correspondiente balsa de almacenamiento de estos.

3. Pre-tratamiento: Mezcla y/u Homogeneización

3.1. Equipos de preparación del estructurante

Los estructurantes habitualmente empleados en el proceso de compostaje se preparan a partir de materiales vegetales: madera de poda, restos forestales, palieres, cajas, corteza, etc.

La zona destinada a la preparación de los estructurantes forma parte de la zona dedicada al almacenamiento de esta, sea antes o después de triturar-la.

Esta zona estará ubicada al aire libre, con una cubierta para proteger la maquinaria necesaria para llevar a cabo el proceso de pre-mezcla.

La superficie destinada a esta operación dependerá de los equipos elegidos y de la metodología de trabajo prevista.

Para esta fase será necesaria la utilización de una trituradora/desfibriladora de restos vegetales y una pala mecánica para su alimentación:

² Las losas de aglomerado asfáltico es mejor restringirlas en las zonas de paso porque se malogran fácilmente cuando se utilizan palas mecánicas para el movimiento del material.

³ Se considerarán adecuados las pendientes mínimas del 1% en sentido longitudinal y del 2% en sentido transversal.

3.1.1. Pala mecánica

Indicaciones/Descripción



Fig 4. Pala mecánica.

Ventajas

- Rápida
- Móvil
- Adecuada a alimentaciones en discontinuo.
- Además puede manipular todo tipo de (residuos) sólidos, con independencia de su granulometría o textura (excepto líquidos).
- No es un equipo específico de esta operación e interviene en muchas etapas de un proceso de compostaje -imprescindible-.
- Puede actuar como sistema de alimentación otros equipos de preparación de pre-mezclas.

Inconvenientes

- Hace proporciones aproximadas (para la fase de mezcla de preparación de estructurante no es un factor determinante).
- Requiere la utilización de personal (no es automatizable).

3.1.2. Trituradoras/desfibradoras de alta velocidad de rotación

Indicaciones/Descripción

- Sistema de martillos situados en el rotor que trituran y desfibran los restos vegetales



Fig 5. Trituradora/desfibriladora de alta velocidad de rotación.

Ventajas

- Se consigue un tamaño y un desfibrado que permiten en una misma operación disponer de un triturado vegetal que cumple la doble función de equilibrar los nutrientes (intervención en el proceso) y hacer de estructurante para mejorar la aireación de la masa a compostar
- Coste de inversión inferior a las trituradoras de rotación lenta

Inconvenientes

- No admiten ramas y troncos de tamaño mediano o grande
- Trabajo lento (en relación a las trituradoras de baja velocidad)
- Determinados materiales de los restos de jardinería (palmeras o elementos fibrosos) producen obturaciones y problemas en la máquina

3.2. Equipos para la dosificación y preparación de las pre-mezclas

Los residuos domiciliarios urbanos requieren una preparación antes de pasar a la siguiente fase de eliminación de impurezas o maduración.

Esta preparación consiste en la apertura de las bolsas de basura. Se puede conseguir mediante una trituradora de baja velocidad de rotación, y a la vez nos permitirá obtener un residuo de granulometría más homogenizada:

3.2.1. Trituradoras de baja velocidad de rotación

Indicaciones/Descripción

- Cilindros de marcha contraria (o un solo cilindro) que presionan los materiales contra las herramientas de corte con la función de triturarlos
- Según el tamaño de los elementos introducidos se consigue un cierto desfibrado del material triturado



Fig 6. Trituradora de baja velocidad de rotación.

Ventajas

- Elevado rendimiento
- Posibilidad de triturar troncos, tocones y materiales fibrosos
- Se puede usar para abrir bolsas y reducir el tamaño de la FORM (Fracción Orgánica de los Residuos Municipales).

Inconvenientes

- El tamaño del triturado no es adecuado para permitir su degradación en el proceso aunque pueda estructurar bien la FORM o los lodos de EDAR (Estación Depuradora de Aguas Residuales)
- Pérdidas de material vegetal triturado porque su tamaño puede llevar a que se pierda como rechazo en la separación de impropios (habitualmente el diámetro de los orificios del trommel es de 80 mm)
- Está concebida para tratar cantidades elevadas de material

3.3. Equipos destinados a la separación de impropios.

La zona destinada a la separación de impropios se ubicará dentro de la misma nave dónde se llevaran a cabo las etapas de recepción y maduración.

Los impropios se pueden separar en varios momentos del proceso de compostaje. En la Tabla 1 se enumeran las ventajas de hacerlo antes o después del inicio de la descomposición.

Teniendo en cuenta que los residuos domiciliarios urbanos que nos van a llegar tienen una carga muy elevada de impropios, parece lógico eliminarlos en su mayor medida cuanto antes posible. Aunque esto suponga una mayor complicación en la etapa inicial de clasificación de estos y con la pérdida de materia orgánica compostable que ello conlleva.

De esta forma conseguiremos un proceso de compostaje más efectivo y con menos complicaciones, con una reducción importante del volumen a gestionar y, finalmente, la obtención de un compost de mayor calidad.

ANEJO 6: SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Tabla 1. Comparación de las repercusiones del momento del pre-tratamiento.

	Clasificación antes del inicio de descomposición		Clasificación un vez iniciado el proceso	
	Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
Clasificación: extracción de impropios		<ul style="list-style-type: none"> -Más pérdida de MO -Rechazo más húmedo -Más cantidad de material para selección -Más toneladas de rechazo de pre-tratamiento -Más requerimiento de limpieza de equipos de pre-tratamiento 	<ul style="list-style-type: none"> -Menos pérdida de MO por la mejor separación *MO/impropios -Rechazo más seco -Menos cantidad a procesar en la selección (ha reducido vol.) -Menos toneladas de rechazo de pre-tratamiento -Menos requerimiento de limpieza de equipos 	<ul style="list-style-type: none"> -Disminución del tamaño de las partículas de impropios que se pasan a las fases siguientes del proceso -Diferente en función de si el sistema es dinámico (más riesgo) o estático y en el dinámico de la intensidad de volteo
Afectación a las condiciones del proceso	<ul style="list-style-type: none"> -Menos riesgo de anaerobiosis si la mezcla es limpia -Menos tiempo de contacto con contaminantes -Mejor proceso y mejor reducción de volumen -Mejor calidad de material a maduración 			<ul style="list-style-type: none"> -Riesgo anaerobiosis -Más tiempo de contacto con contaminantes -Riesgo de peor proceso y peor reducción volumétrica -Riesgo traer material problemático a maduración
Ocupación espacio de descomposición	<ul style="list-style-type: none"> -Optimización para poner material limpio (sin impropios) 			<ul style="list-style-type: none"> -Ocupación del espacio por impropios Muy importante en túneles: espacio más caro y se hace gasto energético inútil
Proceso de maduración	<ul style="list-style-type: none"> -Beneficiado por buena descomposición 			<ul style="list-style-type: none"> -Si hay un mal funcionamiento del proceso en la etapa previa hay que alargar su duración
Emisiones de olores	<ul style="list-style-type: none"> -Hacer la clasificación sobre material fresco disminuye el riesgo de olores -La formación de la pila de maduración (en plantas de pilas) se hace con una material más maduro que si la clasificación se hace a los quince días -Si el material ha entrado elegido a túnel, el vaciado de este y la formación de la pila se hace muy rápidamente y el riesgo de emisiones se limita 			<ul style="list-style-type: none"> -Se elige material a medio proceso (si se hace a los 15 días) que puede hacer más olor si se ha producido anaerobiosis, sobre todo en túneles -La formación de una nueva pila es mucho más lenta porque hay que hacer la clasificación y por lo tanto se pasa más tiempo en operación potencialmente de riesgo -La lentitud de la clasificación limita la disponibilidad del túnel u obliga a disponer de espacio adicional para vaciarlo y almacenarlo hasta hacer la clasificación

Fuente: O. Huerta, 2008.

Hay distintas alternativas para la separación de impropios, y muchas veces se tienen que combinar entre sí para obtener un buen resultado.

A continuación se enumeran las tecnologías más apropiadas para la instalación que estamos diseñando:

3.3.1. Manual negativa

Indicaciones/Descripción

- Se separa el rechazo.

Ventajas

- Apto en cualquier fase del proceso de compostaje.
- Se adecúa a todo tipo de impropio de medida gruesa.
- Adecuado a la FORM si el porcentaje de impropios es inferior al 3-5% (con valores superiores es ineficiente y caro).

Inconvenientes

- Problemas higiénicos y sanitarios.

3.3.2. Separador electro-magnético

Indicaciones/Descripción

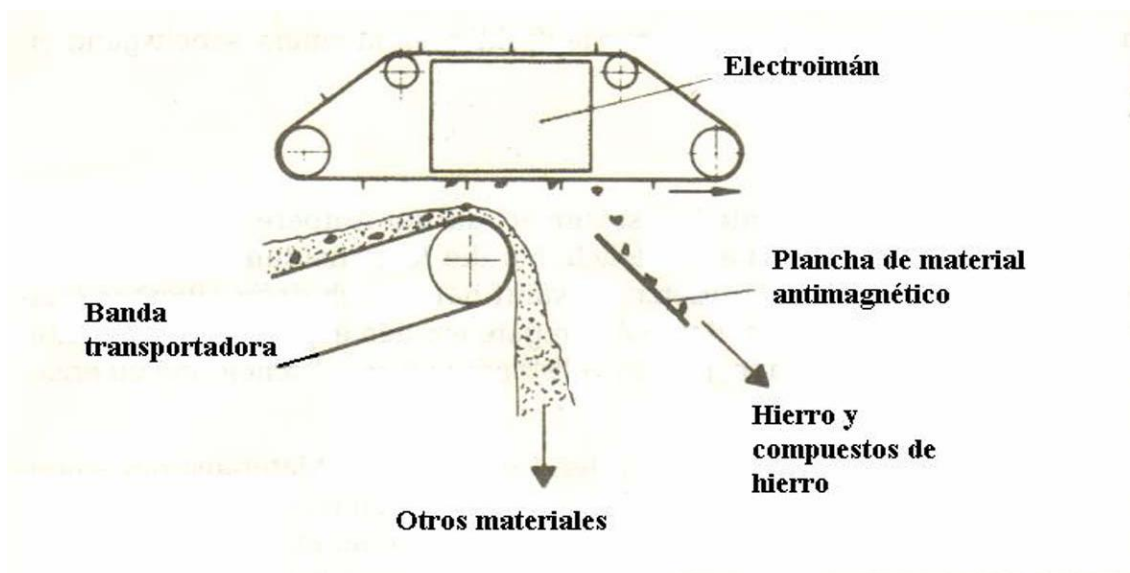


Fig 7. Esquema funcionamiento separador electro-magnético.

Ventajas

- Apto exclusivamente para materiales férricos.
- Apto en cualquier fase del proceso de compostaje.
- Sin problemas de limpieza.

Inconvenientes

- Limitación a un tipo concreto de impropio.

3.3.3. Separador de inducción

Indicaciones/Descripción

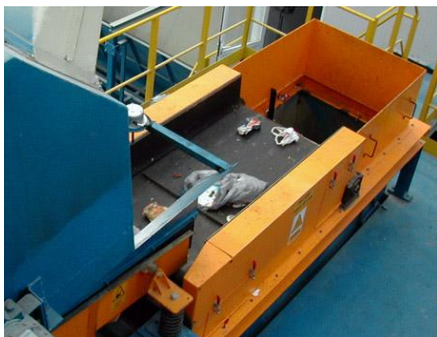


Fig 8. Separador de inducción.

Ventajas

- Apto para materiales no metálicos.
- Apto en cualquier etapa del proceso de compostaje.
- Sin problemas de limpieza.

Inconvenientes

- Limitación a un tipo concreto de impropio.

3.3.4. Separador balístico

Indicaciones/Descripción

Los elementos muy ligeros (papel, plástico) se separan con ayuda de tamices aireados o separadores con corriente de aire. Algunas tamices se pueden ajustar para fracciones diferentes (1. Ajuste: Fracción pesada: vidrio, piedras etc./ fracción ligera: compost; 2. Ajuste: Fracción pesada: compost/ fracción ligera: plástico, papel). Además, se recomienda utilizar una vez más un imán para asegurar que se separen todos materiales ferrosos del abono. Se puede conseguir una eficiencia de separación de 98 % con este equipo.

ANEJO 6: SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

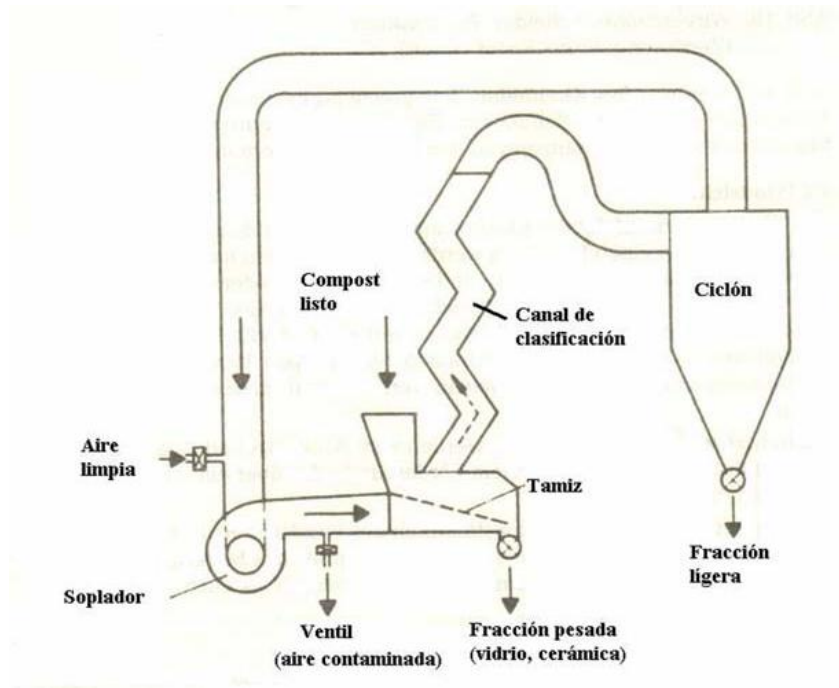


Fig 9. Separador balístico.

Ventajas

- Muy eficiente.
- Apto en cualquier etapa del proceso de compostaje.
- Separa tres fracciones: los rodantes pesados, la fina que pasa a través de la criba y los materiales planos/ligeros (papel y plástico film).
- No acostumbra a presentar problemas de embozos cuando se utiliza en el post-tratamiento.

Inconvenientes

- Puede requerir un tratamiento del aire para eliminar el polvo, si los materiales a tratar son secos.
- Requiere una limpieza muy frecuente cuando se utiliza en el pre-tratamiento (con materiales muy húmedos).
- Poca experiencia en el uso de estos equipos

3.3.5. Trommel con malla

Indicaciones/Descripción



Fig 10. Trommel con malla.

Ventajas

- Muy rápido.
- Está pensado para la alimentación en continuo.
- Puede ser móvil.
- Acepta materiales muy groseros, pero su sistema de alimentación no siempre lo permite.
- Puede cerrarse y adaptarle sistemas de aspiración de gases.
- Puede incorporar púas para abrir bolsas, en caso de que se tenga que tratar FORM.
- Permite diferenciar por granulometría las fracciones a compostar o no, y eliminar los impropios más groseros, en caso de que se tenga que compostar FORM.
- Aumentando la luz de paso de la malla del trommel se adapta a las distintas necesidades de cribado.

Inconvenientes

- Los equipos de alimentación en continuo que lo complementan no siempre aceptan todo tipo de materiales.
- No trincha. Necesidad de acoplar una trituradora antes.
- Su comportamiento es malo con materiales pastosos.

3.3.6. Alternativa escogida

Una vez triturados los residuos pasaremos a retirar en la medida de lo posible los residuos. Para ello utilizaremos un trommel con una malla de 90 mm, para separar la fracción orgánica del resto. La fracción que pase por la malla, la 'hundida', se hará pasar por un separador electromagnético, con el que obtendremos los impropios férricos.

Este sistema es el más común en las plantas de compostaje actual y permiten una buena clasificación.

No debemos olvidar que una vez obtenido el pre-compost, éste será cribado de nueva para acabar de eliminar los impropios.

3.4. Impropios separados

Los impropios separados, más grandes de 90 mm, serán depositados en un silo con capacidad para el almacenamiento de estos residuos durante 2 días. Después serán compactados y embalados mediante maquinaria específica, para reducir el volumen y evitar la generación de malos olores. Una vez compactados, serán almacenados como máximo durante 6 días (1 semana). Este sistema de compactación, podrá ser utilizado, si se cree oportuno, para el embalado del compostaje listo.

Los impropios serán destinados a reciclaje o relleno sanitario, en función la tipología y calidad.

Los materiales férricos separados por el sistema electromagnético, serán depositados en contenedores especiales.

En muchas instalaciones existe un pos-tratamiento de estos impropios, en el que mediante separación manual, se fraccionan los residuos. Como actualmente en Chile no existen una política potente respecto al reciclaje y no existen plantas importantes de tratamiento específico de cada uno de los materiales fraccionados, no se diseña este subproceso. En el futuro se podría implementarse el fraccionamiento.

3.5. Equipos de mezcla y/u homogeneización

Al tratar-se de Residuos de Alta Degradabilidad heterogéneos, en los que el material o mezcla a compostar contiene algún RAD grosero, es del todo recomendable realizar una homogeneización durante esta etapa de pre-tratamiento, con equipos específicamente diseñados.

Las distintas alternativas tecnológicas más apropiadas para la planta que se está diseñando se exponen a continuación:

3.5.1. Homogeneizador de ejes horizontales

Indicaciones/Descripción

- Ideal para mezclas de residuos heterogéneos –tipo FORM- o de estos con estructurante.
- Diseñado para instalaciones de gran capacidad.

Ventajas

- Muy rápido.
- Mezclas muy homogéneas.
- Acepta materiales muy groseros.
- Importante efecto de contracción de la mezcla cuando se mezclan materiales porosos (ej. FORM-estructurante), cosa que reduce la superficie que requiere la etapa de descomposición.
- Permite tanto el trabajo en continuo como el discontinuo.
- Algunos ya traen incorporados sistemas de pesado, cosa que facilita la dosificación de los constituyentes.
- Puede ser móvil.

Inconvenientes

- En caso de trabajo en continuo, requiere acoplarle un sistema alimentación de los constituyentes de la mezcla.
- Equipo específico para la operación de mezcla.
- Los costes de adquisición y el consumo eléctrico o de combustible son muy elevados.

3.5.2. Mezcladora

Indicaciones/Descripción

- Ideal para mezclas de residuos homogéneos o de estos con estructurante.

Ventajas

- Muy rápida.
- Mezclas muy homogéneas.
- Al ser un equipo cerrado, se le pueden adaptar sistemas de aspiración de gases.
- Pensado para el trabajo en continuo.

Inconvenientes

- Requiere acoplarle un sistema de alimentación de los constituyentes de la mezcla.
- Equipo específico para la operación de mezcla.

3.5.3. Alternativa escogida

Para esta fase se utilizará la mezcladora, ya que nos proporcionará una buena mezcla a partir de estructurante y residuo ya homogenizado (el trommel, aparte de eliminar las impurezas, también nos proporciona una buena homogeneidad). Y además tiene unos costes de adquisición y energéticos menores que el homogeneizador de ejes horizontales.

3.6. La incorporación de líquidos

3.6.1. Momento de la incorporación

La incorporación de agua o de residuos líquidos acuosos a una mezcla se hará, en caso necesario, en las posteriores etapas de descomposición o de maduración, ya que el residuo a tratar ya contiene un elevado contenido en agua.

3.6.2. Forma de aplicación del líquido

Dependerá del sistema que hayamos elegido para las fases de descomposición y maduración, y del tipo de líquido a adicionar (agua o lixiviado).

A continuación se presentan los sistemas más adecuados para nuestro caso:

3.6.2.1. Aspersión

Ventajas

- La distribución es bastante homogénea y no resulta imprescindible realizar una posterior mezcla.
- Se puede automatizar.
- El caudal aplicado puede ser bajo, cosa que facilita la absorción del líquido por el sólido y minimiza la generación de lixiviados.
- Puede constituir un equipo fijo o semi-fijo de la instalación.
- Buena visualización del resultado de la aplicación.

Inconvenientes

- Si el líquido a aplicar tiene sustancias en suspensión, son frecuentes los atascamientos (al menos requiere sistemas de filtraje).
- Dado que genera aerosoles, no es aconsejable si el líquido a aplicar presenta riesgo sanitario. Pero si se utiliza, hacerlo sin presencia de personal.
- No recomendado cuando el líquido a incorporar es maloliente -por ejemplo, lixiviados- y la aplicación se hace al aire libre o en un recinto cerrado sin extracción y tratamiento del aire.

3.6.2.2. Aplicación con manguera sobre el material estático

Ventajas

- Gran amplitud del caudal aplicado, que puede controlarse.

- Bastante adecuado a líquidos que huelen mal o sanitariamente peligrosos al acortar mucho la operación y generar menos aerosoles.
- Buena visualización del resultado de la aplicación.

Inconvenientes

- No se puede automatizar (requiere operario).
- Distribución heterogénea que requiere mezcla posterior.
- Importante generación de lixiviado (o líquido no absorbido).

3.6.2.3. Alternativa escogida

Tal y como se justificara más adelante, la etapa de descomposición se llevara a cabo mediante túneles de descomposición. Para esta fase es apropiada la utilización de aspersores, ya sea para la aplicación de agua o de lixiviados (con filtro previo), ya que la fase se lleva a cabo en un recinto completamente confinado, por lo que no se generan males olores al aplicarlos.

En la fase de maduración el sistema de aplicación de aguas también será básicamente mediante aspersión.

Aún así, en la planta se distribuirán distintos puntos de agua para la limpieza de la nave, y también con la pretensión de dar apoyo a los sistemas instalados.

3.7. Almacenamiento de mezclas preparadas

Está previsto que la mezcla ya preparada será conducida con rapidez a la posterior etapa de descomposición –el mismo día de la preparación- con lo que la zona de almacenamiento estará formando parte de la zona de mezcla y/u homogeneización.

Mientras se espera a la disposición en los túneles de descomposición, la mezcla será almacenada en silos con paredes laterales hechas de hormigón. Mediante una pala mecánica el residuo será conducido a la zona de descomposición.

3.8. Criterios de diseño

Las zonas destinadas a la etapa de pre-tratamiento de los RAD y RBD (Residuos de Baja Degradabilidad) dispondrán necesariamente de solera pavimentada, de la pendiente adecuada para recoger los lixiviados⁴ y de la red de conducción de estos hasta la correspondiente balsa o depósito de almacenamiento.

Como excepción, la trituración y el almacenamiento de la Fracción Vegetal limpia, la que habitualmente se utiliza como estructurante, se podrá efectuar sobre una superficie no pavimentada, siempre que esté compactada y con las pendientes adecuadas para la recogida de pluviales⁵.

⁴ Se considerarán adecuados las pendientes mínimas del 1% en sentido longitudinal y del 2% en sentido transversal.

⁵ Se considerarán valores aceptables de permeabilidad los que estén por debajo de $k = 1 \cdot 10^{-7}$ m/s en una capa de grueso de 50 cm.

El agua de lluvia que caiga directamente sobre las zonas de pre-tratamiento –en caso de que estén descubiertos- será considerada lixiviados y también se tendrá que conducir hasta el correspondiente depósito o balsa de almacenamiento de este. La única excepción es la zona destinada a la trituración y el almacenamiento de la Fracción Vegetal limpia que habitualmente se utiliza como estructurante: las aguas de lluvia que se recojan podrán ser consideradas aguas pluviales sucias, y conducirse a la balsa o depósito destinado a ellas.

4. Etapa de Descomposición

4.1. Duración

La duración mínima de la etapa de descomposición será de 4 semanas, ya que se descompone un RAD no pre-estabilizado, con un control de la temperatura del proceso y recirculación de aire caliente.

Aún así, diversos estudios⁶ concretan, que con una duración de 15 días en túneles, el compost ya se ha descompuesto en su mayor medida y queda bien saneado. Con la posterior etapa de maduración, será suficiente para conseguir un compost de calidad.

La duración preestablecida será revisada una vez entre en funcionamiento la instalación. Ya se reajustará para conseguir que, en un determinado momento, el nivel de estabilidad logrado por el pre-compost sea superior o igual a los umbrales que establezca la normativa vigente. En todo caso, y con independencia de los umbrales de madurez que se establezcan, el material obtenido al finalizar la etapa no tiene que hacer olores desagradables y tiene que presentar una cierta homogeneidad, en el sentido que no se tienen que identificar sus componentes originales, con la excepción de los estructurantes.

En caso de que no se llegara a los objetivos mínimos de calidad, habría que alargar la duración de la etapa para evitar problemas en las etapas posteriores, pero también haría falta que los responsables de la instalación evaluaran las causas –de diseño o de explotación- que han impedido lograrlos.

El periodo de higienización estará incluido en la duración de la etapa de descomposición, y no será menor a 1 día.

4.2. Aspectos de la etapa de descomposición

A continuación se enumeran los diferentes aspectos de la etapa de descomposición y las alternativas tecnológicas:

4.2.1. Movimiento y disposición del material durante la etapa:

Respecto al tipo de movimiento podemos distinguir entre el sistema estático (sin movimiento) o el dinámico (con movimiento):

⁶ O. Huerta. 2008

4.2.1.1. Sistema estático

Ventajas

- Costes de mantenimiento y funcionamiento inferiores

Inconvenientes

- El material o mezcla a compostar requiere una porosidad superior, cosa que obliga a jugar con mayores proporciones de estructurante.
- La mezcla o la homogeneización (pre-tratamiento) tienen que hacerse muy acuradamente (operación crítica).

4.2.1.2. Sistema dinámico

Ventajas

- Reducción de las proporciones de estructurante al requerirse menos porosidad en el material o mezcla a compostar.
- Puede substituir o complementar la etapa precedente de pre-tratamiento (mezcla y homogeneización).
- Favorece la homogeneidad de la masa.
- Favorece la distribución homogénea de los líquidos aportados, si es el caso.
- Determinados sistemas dinámicos desplazan el material, cosa que puede simplificar o ahorrar su traslado a las zonas destinadas a las operaciones posteriores.

Inconvenientes

- La altura de los apilamientos se ve limitada por los equipos de volteo.
- Consumo superior de energía.
- En caso de que se utilice volteadora, es difícil ajustar la sección o altura real de la pila a la sección o altura teórica (prescripciones técnicas de la volteadora). En la práctica eso implica un menor aprovechamiento de la superficie.
- Desmenuzan los impropios, cosa que dificulta su posterior eliminación y repercute negativamente en la calidad del compost final (mayor presencia de impurezas y mayor contenido en metales pesados).
- El volteo puede reducir el tamaño de poro, dificultando el paso del aire, hasta con aireación forzada.
- Normalmente no permiten la instalación de equipos fijos de riego.

4.2.2. Combinaciones más habituales

A continuación se exponen las combinaciones tecnológicas más habituales para la etapa de maduración:

4.2.2.1. En pilas, pilas extendidas o trincheras estáticas

Ventajas

- Construcción barata.
- Óptimo control visual del proceso.

ANEJO 6: SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Costes de ventilación reducidos, sobre todo si es por impulsión al aprovecharse el efecto chimenea.
- Ideal para plantas de pequeñas dimensiones y/o alejadas de núcleos habitados.

Inconvenientes

- Higienización incompleta en la parte externa de la pila y en los puntos de entrada de aire, a no ser que se realice como mínimo un volteo o bien la posterior etapa de maduración pase por alguna fase termófila.
- En el caso de pilas, menos capacidad de tratamiento por unidad de superficie por su sección triangular.
- Menos capacidad por la elevada proporción de material estructurante.
- Difícil control de los olores, excepto si la aeración es por aspiración.
- La mezcla es una operación clave.

4.2.2.2. En pilas volteadas, simples o extendidas.

Ventajas

- Construcción barata si bien con el sobrecoste de la máquina volteadora.
- Necesita menos material de apoyo y por lo tanto incrementa la capacidad de tratamiento por unidad de superficie respecto las estáticas.
- Menor importancia de la homogeneidad de la mezcla inicial en el desarrollo del proceso. Por lo tanto pueden emplearse mezcladoras más pequeñas o incluso prescindir de ellas.
- Las mismas que las pilas estáticas.

Inconvenientes

- Requiere el uso de una máquina volteadora, habitualmente con un alto coste de amortización y mantenimiento.
- Mal control de los olores, a no ser que sea ventilación por aspiración.
- La capacidad de tratamiento por unidad de superficie depende del tipo de volteadora.

4.2.2.3. En trincheras abiertas y volteadas

Ventajas

- Magnífico control visual del proceso.
- Menor importancia de la homogeneidad de la mezcla inicial en el desarrollo del proceso. Por lo tanto pueden emplearse mezcladoras más pequeñas o incluso prescindir de ellas.
- La existencia de paredes laterales incrementa la capacidad de tratamiento por unidad de superficie.
- Necesita menos material apoyo y por lo tanto incrementa la capacidad de tratamiento por unidad de superficie, si bien la utilización de la volteadora limita la altura del material.
- Facilidad de carga y descarga del material.

Inconvenientes

- Coste de amortización y mantenimiento de la máquina volteadora.
- Tendencia a formar costras a la parte inferior de los canales.

ANEJO 6: SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Dificultades a la hora de hacer el mantenimiento de la losa de aeración.
- Sólo es fácil adaptar un control automatizado de la ventilación cuando la aeración se hace por aspiración.
- Mal control de los olores, a no ser que sea una aeración por aspiración.

4.2.2.4. En pilas o silos con cubiertas de geo-textil

Ventajas

- Buen control de los olores (sin necesidad de tratamiento del aire).
- Sustituto de las cubiertas clásicas.
- Cuando son pilas, no requiere obra civil.
- Buena capacidad por unidad de superficie (sobre todo en trincheras).
- Costes de ventilación reducidos al poderse aprovechar el efecto chimenea que se produce en las pilas.

Inconvenientes

- Material caro y que se degrada, si bien a menudo con un coste inferior al de las cubiertas clásicas.
- No permite el control visual del proceso.
- Hay que poner y sacar la cubierta.
- No permite el volteo.
- Al impedir parcialmente la evaporación, se alarga la etapa o se obtiene un pre-compost más húmedo.
- Difícil control de la temperatura, al retener muy bien el calor.
- La mezcla es una operación clave.
- Sólo acepta la ventilación por impulsión.

4.2.2.5. En reactores

Indicaciones/Descripción.

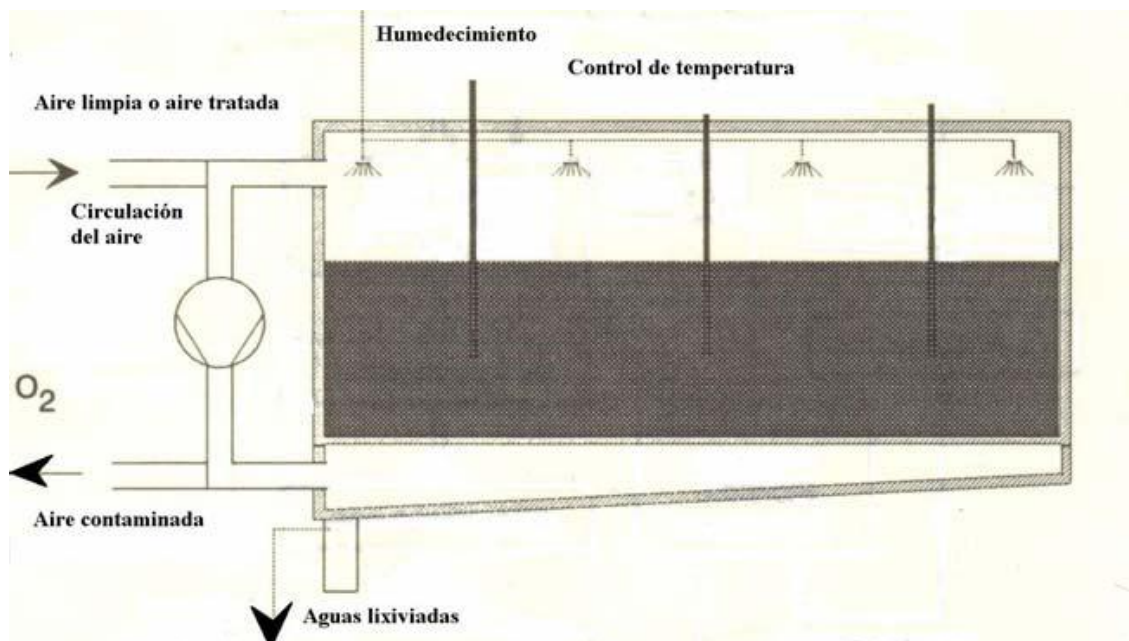


Fig 11. Reactor de compostaje. Parámetros técnicos a controlar.

Ventajas

- El control automatizado que requieren ya es una tecnología muy contrastada.
- Arrancada más rápida del proceso en condiciones invernales puesto que puede reciclar aire pre-calentado.
- Control de humedad bueno.
- Excelente control de malos olores.

Inconvenientes

- Coste muy elevado de obra civil, instrumentación y control.
- No permite el control visual del proceso.
- Elevada proporción de material apoyo.
- Costes de ventilación elevados.
- Incomodidad a la hora de llenar y/o vaciar los reactores.
- Hay que coordinar la ventilación de los reactores y la renovación de la atmósfera de la nave de proceso.
- La mezcla es una operación clave.

4.2.2.6. Alternativa escogida

Para realizar un buen control de olores de esta etapa disponemos de dos alternativas tecnológicas claras: Mediante pilas o silos con cubiertas de geo-textil, o mediante el uso de reactores. Los dos requieren una alta proporción de estructurante, debido que son sistemas estáticos⁷, y la preparación previa es muy importante. No aprovechan el efecto chimenea, por lo que requieren ventilaciones forzadas.

⁷ Existen reactores dinámicos, pero aún tienen un coste de construcción y funcionamiento más elevados que los estáticos.

La primera es una tecnología más económica que los reactores, y además no es necesario el tratamiento de los aires, pero en contrapartida el control del proceso es complicado y genera bastantes problemas. La carga y descarga del material es compleja, ya que cada vez se tienen que quitar y poner las cubiertas geo-textiles.

En el segundo caso, los reactores, son sistemas muy utilizados con los que se puede hacer un muy buen control del proceso y sobretodo de los olores. Y tiene una elevada capacidad de tratamiento. En contrapartida utiliza sistemas tecnológicos que no son sencillos y su coste, de construcción y tecnología, es elevado. Los requerimientos tecnológicos para el control de los olores son elevados.

Aunque los costes son más elevados, por cuestiones de control del proceso, nos resultará más óptimo escoger la tecnología de reactores estáticos. Además son sistemas muy utilizados en muchas de las plantas de compostaje de tamaño medio-grande.

Las variables de proceso, tales como contenido de humedad, composición de nutrientes, temperatura, pH, cantidad de gas, tiempo de retención, etc., pueden ser controladas, dirigidas y optimizadas. Esto conlleva una degradación más rápida y completa con una mínima contaminación de los alrededores.

4.2.3. Ventilación forzada

4.2.3.1. Ventilación por impulsión

Ventajas

- No necesita funcionar siempre (se puede temporizar y aprovechar el efecto chimenea).
- Costes de ventilación inferiores.
- No requiere ni ventiladores y ni cañerías de aire de entrada resistentes a la corrosión.
- Se adapta a todo tipo de losa.

Inconvenientes

- Si no hay recirculación de aire caliente, la zona por donde entra el aire se mantiene más fría (el interior).
- Si no hay volteo o traslado del material no se asegura la higienización de todo el material con sólo esta etapa.
- No puede haber control de emisiones si el material no está confinado.

4.2.3.2. Ventilación por aspiración

Ventajas

- Permite conducir el aire aspirado a un sistema de tratamiento de gases, de forma que un proceso abierto se puede comportar como uno de cerrado por lo que se refiere al tratamiento de olores.

Inconvenientes

- Si no hay recirculación de aire caliente, la zona por donde entra el aire se mantiene más fría (el exterior).
- Cuando se utiliza también para recoger y tratar los gases de procesos en reactores abiertos, tiene que funcionar siempre para contrarrestar el efecto chimenea (costes de ventilación superiores).
- Requiere ventiladores y cañerías resistentes a la corrosión.

ANEJO 6: SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Si no hay volteo o traslado del material, no asegura la higienización de todo el material con sólo esta etapa.
- No todos los tipos de losa se adecúan.
- En pilas o reactores abiertos, los sistemas de control de la ventilación resultan más complejos (variadores de frecuencia).
- Muy susceptible a las vías preferenciales de entrada de aire. Esto obliga a veces a subdividir la ventilación de la losa.

4.2.3.3. Alternativa escogida

Dentro del reactor, tendremos una losa perforada por donde se impulse aire desde la parte inferior, mientras que a la parte superior habrá de un sistema de aspiración. Los gases aspirados serán tratados.

4.2.4. Tipo de control de la ventilación

El control de la ventilación del reactor será de tipo caudal variable, ya que nos permite el control de la temperatura (con el adecuado dimensionado de los ventiladores) y del oxígeno. Éste sistema, más complejo, requiere instrumentación complementaria para regular el caudal: variadores de frecuencia, sondas de O² y/o de temperatura.

4.2.5. Solera pavimentada:

4.2.5.1. Perforada tipo 'spigot' o similar

Ventajas

- El sistema más duradero.
- Limpieza y mantenimiento muy fácil (si los spigots son a un nivel inferior que la solera).
- Permite distribuciones de aire muy regulares.
- Permite la recogida de lixiviados.
- No complica las operaciones de carga y descarga.
- No se ve afectado por el paso de la maquinaria.
- Apto tanto para la aspiración como para la impulsión.
- Es difícil que se tapen los agujeros de los spigots.

Inconvenientes

- Cara.
- Requiere una ejecución cuidadosa.

4.2.5.2. Perforada tipo 'plenum'

Ventajas

- Apto para la aspiración.
- No complica las operaciones de carga y descarga.
- Más económica que el sistema de spigots.
- Permite la recogida de lixiviados.

Inconvenientes

- No siempre es fácil la limpieza y el mantenimiento de los agujeros o rendijas del paso de aire, si estos están al mismo nivel que la solera.
- La construcción tiene que ser muy cuidadosa cuando se construye con placas prefabricadas, puesto que se puede ver afectada por el paso de la maquinaria.
- Alto mantenimiento cuando está construida con placas prefabricadas y la maquinaria entra en contacto directo con la solera.
- A menudo hay que levantar placas prefabricadas para limpiar el plenum.

4.2.5.3. Tubos pre-fabricados colocados en el momento de hacer el pavimento



Fig 12. Tubo pre-fabricado para ventilación.

Ventajas

- Sistema muy simple y de rápida ejecución.
- Permite distribuciones de aire muy regulares.
- Permite recoger los lixiviados.
- No se ve afectado por la maquinaria.
- No complica las operaciones de carga y descarga.
- Limpieza y mantenimiento fácil.

Inconvenientes

- Caro, pero menos que la alternativa de spigots.
- Requiere una ejecución cuidadosa, pero menos que la de spigots.

4.2.5.4. Alternativa escogida

La alternativa tecnológica escogida para la realización de la solera aireada será la de los tubos pre-fabricados, ya que presentan unas ventajas iguales a los de tipo "spigot", pero con un coste inferior.

4.2.6. Aplicación de líquidos

La aplicación de los líquidos en esta fase, ya sea agua o lixiviados, se hará mediante aspersión, tal y como se ha detallado en el apartado 3.6. *La incorporación de líquidos*, de este anejo.

5. Etapa de Maduración

Una vez concluida la etapa de descomposición de los residuos, el pre-compost será transportado a la zona de maduración.

5.1. Duración

Para los Residuos de Alta Degradabilidad (RAD), la duración mínima de la etapa de maduración será de 6 semanas.

La duración preestablecida en el criterio anterior será revisada, tanto a la alza como a la baja, una vez la instalación esté en funcionamiento y se pueda comprobar el tiempo real que requiere el compuesto para lograr los valores mínimos de aptitud del compost.

5.2. Aspectos de la etapa de maduración

Las alternativas tecnológicas para la etapa de maduración son las mismas que las de la precedente etapa de descomposición. Pero dado que la etapa de maduración no requiere un control tan exhaustivo de las condiciones de trabajo, se acostumbran a emplear las alternativas más simples, que son las que aquí se describirán.

5.2.1. Movimiento y disposición del material durante la maduración.

Al tratarse de un pre-compost con una porosidad elevada, debido a la relación elevada entre estructurante y residuo (necesaria en la etapa de descomposición), los sistemas estáticos son una buena solución para la etapa de maduración. Además son más económicos que los sistemas dinámicos.

Las más habituales son las siguientes:

- Pilas: si su anchura y altura son razonables, son adecuadas a todo tipo de situaciones.
- Silos (con paredes laterales que contienen el material) o pilas extendidas (sin estas paredes): el efecto chimenea tiene dificultades para hacer llegar el oxígeno a toda la masa. Por lo tanto, si no disponen de aeración forzada, sólo son recomendables en la maduración de materiales de poros muy grandes –por ejemplo, con una proporción importante de estructurante-.

Aunque la maduración en este caso se podría hacer mediante silos, por la ya descrita, alta relación entre estructurante y residuo, se tendría que aplicar ventilación forzada para prevenir situaciones excepcionales de falta de aireación.

Así la disposición mediante pilas, aunque será necesaria más superficie, nos evitará la colocación de algún sistema de ventilación forzada. Cosa que nos reducirá el coste de inversión. Aún así los cálculos se harán de tal forma, que si fuera necesaria la incorporación de una volteadora, no faltara superficie.

5.2.2. Ventilación y su control.

Debido a que el pre-compost tiene una alta proporción de estructurante, entenderemos que no será necesaria la ventilación en esta fase. El efecto chimenea será suficiente para conseguir la aireación.

5.2.3. Necesidad de cubierta.

El pre-compost es un material habitualmente más seco y poroso que las mezclas iniciales a compostar y la maduración no es tan sensible a los efectos negativos de las lluvias intensas (además estas se dan pocas veces en la región), la etapa no se desarrollará bajo cubierta.

5.2.4. Solera

La zona de maduración tendrá un pavimento de hormigón que asegurara la recogida y la conducción de las aguas de escorrentía.

El agua de lluvia que caiga directamente sobre las zonas de maduración y los viales que les dan servicio será considerada lixiviado, y se tendrá que conducir hasta la correspondiente balsa o depósito de almacenamiento de este y se tendrá que gestionar como tal.

La pendiente será la adecuada para recoger los lixiviados y las aguas pluviales sucias⁸ y dispondrá de sistema de conducción hasta las correspondientes balsas de almacenamiento.

5.2.5. Aplicación de líquidos:

La aplicación de agua en esta fase se hará mediante aspersión, tal y como se ha detallado en el apartado 3.6. *La incorporación de líquidos* de este anejo.

⁸ Se considerarán adecuados las pendientes mínimas del 1% en sentido longitudinal y del 2% en sentido transversal.

6. Post-tratamiento

6.1. Necesidad de confinamiento

Los materiales que se manipulan en la etapa de post-tratamiento no tienen que generar malos olores, por lo que su confinamiento no será necesario.

Las únicas zonas que irán cubiertas serán las que se realicen con equipos fijos.

Los materiales manipulados en esta etapa, como el compuesto, presentan una granulometría muy fina y son fácilmente arrastrados por el viento.

Convendrá incorporar medidas correctoras, como por ejemplo:

- Disponer barreras físicas, como muros, mallas de plástico, pantallas vegetales, microaspersión localizada, etc.
- Cubrir los elementos de cribado y transporte (trommels, cribas vibradoras, transportadoras de banda, etc.).
- Posponer aquellas operaciones (cribados, descargas, etc.) que, en condiciones meteorológicas adversas, incrementan de forma apreciable la emisión de polvo.

La solución que se ha adoptado es la de incorporar la línea de post-tratamiento en el interior de la nave de pre-tratamiento y recepción. De esta forma evitamos la generación de polvo y las posibles emisiones olfatorias.

6.2. Aspectos de la etapa de post-tratamiento

6.2.1. Equipos de recuperación de estructurante

Los equipos utilizados en la recuperación del estructurante son cribas de diferentes tipos:

6.2.1.1. Criba estática inclinada

Indicaciones/Descripción

- El material se deja deslizar sobre la criba. La fracción fina lo traspasa, y la grosera se acumula al pie de la criba.

Ventajas

- Muy simple.
- Se alimenta con pala.

Inconvenientes

- Eficiencia discutible.

6.2.1.2. Trommel con malla

Indicaciones/Descripción



Fig 13. Trommel con malla.

Ventajas

- Muy robusto.
- Razonablemente cómodo de limpiar y desatascar.
- Puede complementarse con carenados o lonas para reducir la emisión de polvo.

Inconvenientes

- Ocupa mucho espacio.
- Requiere equipo de alimentación.

6.2.1.3. Alternativa escogida

La mayoría de las instalaciones de compostaje utiliza el trommel para la fase de recuperación de estructurante. Con luz de paso de 10 mm.

La alimentación del trommel se hará mediante pala mecánica.

6.2.2. Equipos para la separación de impropios

Una vez realizada la separación del estructurante, se procede a la separación de impropios del compost. Como en la etapa de pre-tratamiento ya se hizo una buena criba del residuo, en esta fase la mejor alternativa tecnológica es la utilización de una mesa densimétrica, para lograr un compost con un reducido porcentaje de impropios:

6.2.2.1. Mesa densimétrica

Descripción/Indicaciones



Fig 14. Mesa densimétrica.

Ventajas

- Separa tanto impropios de elevada densidad (piedras, vidrios, cerámica, etc.) cómo de baja (plástico film).
- Gran eficiencia cuando las condiciones del material son las adecuadas.

Inconvenientes

- Sólo aplicable con posterioridad a la etapa de maduración.
- Funcionamiento restringido a un intervalo limitado de humedad del material a tratar.
- Requiere un buen ajuste y una correcta dosificación.
- Requiere un tratamiento del aire para eliminar el polvo (es más habitual el filtro de mangueras que el ciclón).
- Difícil de limpiar si se ha ensuciado por un exceso de humedad del material a tratar.

Los impropios extraídos en esta fase serán depositados en el silo de impropios de la etapa de pre-tratamiento y tratados como estos (3.4. Impropios separados).

6.2.3. Equipos para el acondicionamiento del recirculado

El acondicionamiento del recirculado, una vez cribado mediante el trommel, consistirá en una aspiración de los plásticos:

6.2.3.1. Separador neumático (por aspiración o por impulsión/aspiración)

Descripción/Indicaciones

- Aspiración de plásticos film, papeles, etc. mediante sistemas neumáticos.

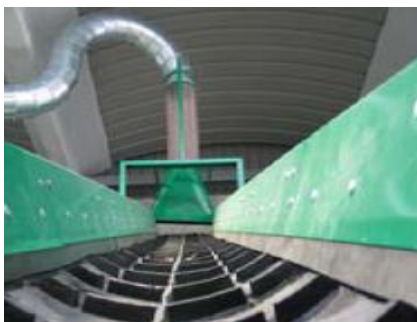


Fig 15. Aspirador neumático.

Ventajas

- Apto para la separación de plástico film.
- En el pos-tratamiento ayudan a extraer algunos elementos que no han sido separados en la tría de pre-tratamiento y aumentan las posibilidades de recircular la fracción vegetal.
- Razonable dificultad de limpieza.

Inconvenientes

- Eficiencia limitada por el tamaño, humedad y peso del material a separar.
- Pérdidas frecuentes de materia orgánica aspirada con otros materiales.
- Atascos en los conductos y codos.
- Limitación a un tipo concreto de impropio.
- Requiere un tratamiento del aire para eliminar el polvo.

6.2.3.2. Equipos para la preparación de determinadas granulometrías

En el presente proyecto se prevé hacer una criba para diferenciar los recirculados medianos (de 10 a 25 mm) de los grandes (>25 mm).

Los recirculados medianos se utilizarán como masa filtrante para el biofiltro. Este material orgánico y poroso retiene los componentes fétidos, que también son orgánicos, por ayuda de microorganismos que se encuentran dentro del recirculado grueso.

La criba se realizará mediante una criba vibrante.

El recirculado obtenido será almacenado a la espera de ser utilizado. Este almacenamiento se hará en el interior de la nave, de esta forma evitaremos los problemas derivados del hecho de que el recirculante contenga restos adheridos del material/residuo a compostar todavía no completamente estabilizado (que pueden generar mal olor), ya que la nave está confinada.

Este almacenamiento será en un silo. Una pala mecánica alimentará el foso de alimentación de la mezcladora.

6.3. Criterios de diseño

Los criterios de diseño de esta fase serán los mismos que los del apartado 3.8. *Criterios de diseño de la zona de pre-tratamiento* del presente anejo.

7. Almacenamiento del producto terminado

El almacenamiento será el acopio del compuesto orgánico en pilas, mediante pala mecánica. No se prevé el ensacado de este, ya que la intención es la de vender el producto al engrande.

Aún así, si fuera necesario este proceso, se podría hacer mediante la máquina de embalar de los impropios.

7.1. Duración

El presente proyecto pretende obtener un compuesto de calidad y maduro, destinado a usos agrícolas o a la jardinería, por lo que la zona de almacenamiento del compost tendrá que ser suficiente para albergar la producción de, como mínimo, 2 meses.

7.2. Características del almacén

La zona de almacenamiento será al aire libre, con una solera de hormigón.

Se preverán medidas correctoras para evitar el polvo, ya que los productos almacenados acostumbran a ser bastante secos y la mayoría con una granulometría muy fina, como aplicar barreras físicas y/o evitar el movimiento del material cuando haga viento.

7.3. Criterios de diseño

Las zonas destinadas al almacenamiento dispondrán de una losa con la pendiente adecuada para recoger las aguas de lluvia desaguadas y del sistema de conducción hasta la correspondiente balsa de almacenamiento.

El agua de lluvia que caiga directamente sobre las zonas de almacenamiento -en caso de que estén descubiertos- será considerada agua pluvial sucia y se tendrá que conducir hasta la correspondiente balsa o depósito de almacenamiento de este.

8. Operaciones complementarias: Equipos e instalaciones

8.1. Edificios

Las instalaciones de compostaje dispondrán de las siguientes edificaciones y equipamientos:

- i) De servicio a los trabajadores (vestuarios, comedor, lavabos, etc.).
- ii) Para albergar los sistemas de control del proceso, el laboratorio y las oficinas.
- iii) Para controlar las entradas y salidas de materiales.
- iv) Aparcamiento de la maquinaria móvil.
- v) Taller de mantenimiento.
- vi) Aparcamiento de vehículos privados.

Como en la planta de compostaje del presente proyecto se pretende tratar más de 6.000 toneladas/año de Residuos de Alta Degradabilidad, es indispensable la disposición de un pequeño laboratorio con el utillaje que permita determinar:

- i) Los parámetros mínimos que requiere el control de calidad de los materiales a compostar y de los productos obtenidos:
 - pH (pH-metro).
 - Salinidad (conductímetro).
 - Contenido en materia seca (estufa y balanza).
 - Contenido en materia orgánica –opcional, pero deseable- (horno de mufla y balanza).
 - Grado de madurez, recomendando por su simplicidad el método Rottegrade (vasos Dewar y termómetros).
- ii) La Densidad aparente y la porosidad (báscula), si está previsto que la instalación trate mezclas de materiales (por ejemplo, residuo + estructurante).

Así mismo, con independencia que los sistemas de control de las etapas de descomposición y de maduración ya posean, el laboratorio tendrá que disponer de sondas portátiles de temperatura y de determinación de oxígeno en la atmósfera interna de los materiales.

8.2. Báscula

Tomando en consideración la recomendación de la Agencia de Residuos de Cataluña, se instalará una báscula para pesar los equipos de transporte de los materiales, ya que la instalación tiene una capacidad nominal de más de 6.000 toneladas/año de RSD (Residuos Sólidos Domiciliarios).

8.3. Balsas o depósitos de pluviales y de lixiviados

Debido a la poca pluviometría de la zona, los lixiviados y aguas sucias no serán considerados para ser utilizados en las fases del proceso de compostaje. Por lo que tendrán que ser tratados debidamente.

Lixiviados

Los lixiviados serán transportados a instalaciones externas que estén autorizadas para el tratamiento de estos residuos. Prever el dimensionado de una instalación de depuración no tiene sentido, debido a la proximidad con la planta de tratamiento de aguas servidas próxima a la planta de compostaje.

Las aguas pluviales sucias:

Las aguas pluviales sucias se gestionaran igual que los lixiviados, y se recogerán de forma conjunta. Ya que prever el uso de estas aguas para el riego significaría un sobrecoste, debido al tratamiento que tienen que sufrir para ser utilizadas para esta función.

Las aguas pluviales limpias:

Serán abocadas directamente al cauce público.

8.3.1. Criterios de selección de alternativas

El almacenamiento será mediante un depósito de hormigón de planta rectangular.

En caso de producir problemas por olores malolientes, será cerrado mediante cubierta geotextil impermeable y dispondrá de un sistema de aspiración de los gases de su atmósfera interior. Estos serán conducidos hacia un sistema de tratamiento del aire.

8.3.2. Criterios de diseño

Se dispondrá de una arqueta decantadora previa con reja.

Al tratarse de un depósito de poca altura -menos de 2 m a partir del nivel del tierra- dispondrá de valla perimetral de 2 m de altura mínima con puerta de acceso cerrada con llave.

8.4. Sistemas de tratamiento de gases

8.4.1. Actuaciones para reducir la emisión de olores

Se priorizará el confinamiento mediante el cerramiento y la aspiración de gases (con el tratamiento más adecuado), de las etapas de pre-tratamiento (genera el 9,0% de los males olores), descomposición (genera el 46,7%) y post-tratamiento (4,2%).

Destacar que si una vez que se empieza a trabajar en la planta, se detecta una contaminación olfativa demasiado elevada, se puede proceder al confinamiento de forma relativamente sencilla de distintas fases. Por ejemplo tapar con lona geo-textil el compost ya maduro (7,6%) y/o los depósitos de lixiviados (4,1%).

8.4.2. Condicionantes

Tendremos que diferenciar entre dos tipos de tratamientos en función del caudal y la concentración de olor del aire a tratar:

- Caudales bajos con elevada concentración, que corresponden a gases de proceso. Estos serán los provenientes principalmente de la etapa de maduración y de las distintas maquinarias para el pre-tratamiento y post-tratamiento.
- Caudales elevados de baja concentración, procedentes de la renovación de la atmósfera de la nave de trabajo.

Los primeros tendrán que ser acondicionados, ya que tienen una alta carga contaminante.

8.4.3. Descripción de alternativas

Los sistemas más idóneos de tratamiento/eliminación de los gases nocivos o malolientes generados a las plantas de compostaje se describen a continuación:

8.4.3.1. Lavador con agua

Ventajas

- Apto para todo tipo de caudales.
- Se adapta a concentraciones fluctuantes del aire a tratar.
- No requiere de periodo de encendido.
- Sistema compacto.
- Coste razonable.
- Mantenimiento simple.

Inconvenientes

- Requieren una gran disponibilidad de agua.
- Menos eficiente que el lavado químico.
- Hay que tratar o eliminar el agua de lavado sucia.
- Frecuencia de mantenimiento relacionada con la calidad del agua empleada en el lavado.

8.4.3.2. Lavador químico con soluciones ácidas o básicas

Ventajas

- Apto para todo tipo de caudales.
- Muy eficiente, siempre que la elección del reactivo esté de acuerdo con los compuestos olorosos a eliminar.
- Se adapta a concentraciones fluctuantes del aire a tratar.
- No requiere de periodo de encendido.
- Mantenimiento simple.

Inconvenientes

- Hay que eliminar la solución de lavado agotada.
- Manejo complejo, con riesgo para la salud al manipularse productos químicos.
- Sistema poco compacto al requerir depósitos para los reactivos y los productos generados, y también porque habitualmente hay que montar equipos en serie con diferentes soluciones de lavado.

8.4.3.3. Lavador seco

Ventajas

- Apto para caudales pequeños (de la orden de 103 m³/h).
- Muy eficiente.
- Sistema compacto.
- Se adapta a concentraciones fluctuantes del aire a tratar.
- No requiere de periodo de encendido.
- Mantenimiento casi nulo.
- Consumo energético bajo.

Inconvenientes

- Duración incierta de la efectividad del relleno.
- Necesidad de sustituir periódicamente el relleno gastado.
- Hay que eliminar el relleno gastado.

8.4.3.4. Filtro catalizador

Ventajas

- Apto para caudales pequeños (de la orden de 103 m³/h).
- Sistema compacto.
- No requiere de periodo de encendido.
- No requiere reactivos.
- Consumo energético bajo.

Inconvenientes

- Posibilidad de formación de azufre elemental, que tiene que eliminarse, cuando el aire tratado contiene H₂S.
- Necesidad de sustituir el relleno gastado.
- Hay que eliminar el relleno gastado.

8.4.3.5. Biofiltro

Ventajas

- Apto para todo tipo de caudales (incluso del orden de 105 m³/h).
- Bajos costes de instalación y mantenimiento.
- Instalación muy simple.
- Consumo energético muy bajo.
- Eficiencias elevadas, si bien muy variables según las circunstancias ambientales y de mantenimiento.
- No suele requerir adiciones de reactivos, excepto agua para mantener su humedad o saturar el aire a tratar.

Inconvenientes

- Elevado requerimiento de superficie.
- Necesidad de eliminar o regenerar el relleno, una vez gastado (esencialmente es una operación lenta).
- Requiere un periodo de encendido (semanas).
- No acepta concentraciones fluctuantes en el aire a tratar, sobre todo picos.
- Su actividad se inhibe en presencia de concentraciones elevadas de determinadas sustancias (NH₃, *NaClO procedente de un lavador químico, etc.).
- Requiere un mantenimiento cuidadoso (riego para mantener la humedad, para eliminar sales o para enfriar el aire a tratar, control del pH, etc.).
- La actividad microbiana –y por lo tanto la efectividad del biofiltro- es sensible a los cambios de temperatura ambiente.

8.4.3.6. Alternativa escogida

Como se ha podido ver hay muchas instalaciones capaces de eliminar los malos olores del proceso de compostaje.

La tecnología escogida será la misma que la que se utiliza en muchas de las plantas actualmente existentes. La eliminación de olores se hará mediante un biofiltro. Sin embargo, el gas procedente de los túneles, puede presentar polvo, altas temperaturas y amoníaco, que hacen que no pueda ser introducido directamente en el biofiltro sin ser previamente acondicionado.

Este acondicionamiento se realizará con un lavador que, además de separar el polvo, permitirá eliminar amoníaco y disminuir la temperatura.

A continuación se detallan los aspectos más relevantes de los dos sistemas:

Lavador de gases

Dentro de las técnicas de absorción, la depuración húmeda, vía lavado, es eficaz y sencilla.

En el interior del lavador, el aire pasa a través del difusor, donde las partículas más finas de polvo son humedecidas, aglomeradas y separadas de la corriente de aire.

La tecnología de los sistemas de contacto gas-líquido consiguen un alto rendimiento y eficacia, apoyada en anillos y placas que favorezcan la separación de gotas.

También el aire contiene pequeñas cantidades de productos solubles en agua, entre ellos algunos responsables de generar ligeros olores. El efecto conjunto de limpieza e higienización en los ciclones junto con la acción del lavador permite alcanzar la óptima calidad del aire de salida. Al agua del lavador se le pueden añadir aditivos de tipo bactericida, inhibidores, etc., con fines específicos.

La vía húmeda es una instalación sencilla y económica de operar, a la vez que evita crear sustratos propicios para el crecimiento descontrolado de bacterias. El espacio necesario es reducido y es muy bajo el mantenimiento y reposición de elementos.

El gas limpio sale del lavador hacia un tramo de tubería donde está conectado el ventilador centrífugo que lo impulsa hacia el biofiltro.

Biofiltro

El sistema se apoya en el establecimiento de comunidades de bacterias que degraden la materia orgánica contenida en el efluente gaseoso, en presencia de oxígeno y nutrientes.

Algunos organismos se alimentan de sustancias complejas produciendo nuevo material celular y sustancias más simples. Otros usan estas sustancias menos complejas como fuente de alimentación y producen sustancias simples. El proceso continúa hasta obtener un efluente gaseoso respetuoso con el medio ambiente.

Esta transformación a productos más simples conlleva la reducción de olor y, por ello, son importantes su fauna biológica y los parámetros de funcionamiento.

El equipo de biofiltración consiste en un recinto rectangular, abierto por su parte superior, fabricado en hormigón y provisto, como los túneles, de un falso suelo poroso, construido con losas prefabricadas de hormigón, perforadas con ranuras rectangulares para permitir el paso del aire. Su misión es eliminar los elementos generadores de mal olor y decantar las partículas sólidas que aún pudiera llevar el gas.

Para realizar la operación, el biofiltro incorpora una masa filtrante formada por material bioactivo, como tierra, madera, hojas etc. El gas sale del lavador a través de un conducto que comunica con la aspiración del ventilador centrífugo del biofiltro. La boca de impulsión de este ventilador, como en los túneles, va directamente acoplada al plenum del biofiltro.

El ventilador tiene un variador de frecuencia que permite ajustar su caudal en función de las necesidades de cada momento. El plenum del biofiltro, es un recinto cerrado situado en un lateral, construido en hormigón, cuya función es repartir uniformemente el gas en todos los canales delimitados por los tabiques separadores del fondo. El plenum incorpora una tapa de registro para su inspección.

El gas impulsado por el ventilador se distribuye por el fondo del biofiltro, pasa a través del suelo de losas ranuradas y después de atravesar el material bioactivo, es devuelto a la atmósfera, libre de partículas y malos olores.

ANEJO 6: SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

La losas se apoyan longitudinalmente en los tabiques separadores que delimitan los canales de recogida de lixiviados, los cuales, incorporan aberturas de comunicación que permiten una distribución homogénea y uniforme del aire a filtrar. Las dimensiones del biofiltro y el volumen de material bioactivo, están calculadas para asegurar un tiempo mínimo de contacto.

Los lixiviados procedentes del biofiltro, son recogidos en un colector y conducidos, conjuntamente con los de los túneles, al depósito de lixiviados. En la masa de material bioactivo van instaladas sondas, para el control continuo de la temperatura del mismo.

La masa filtrante de material bioactivo del biofiltro puede provenir del material mismo que sobre de la producción del compost: con compost grueso. Este material orgánico y poroso retiene los componentes fétidos, que también son orgánicas, por ayuda de microorganismos que se encuentran dentro del compost grueso.

La densidad de los filtros biológicos debe ser entre 0.4 - 0.5 t/m³; la dimensión de las partículas tiene que ser más que 4 mm.

8.5. Instalaciones para la eliminación de polvo

En la medida de lo posible se instalaran en cada una de las maquinas de la instalación sistemas de aspiración de polvo para evitar la generación de este.

8.5.1. Alternativas tecnológicas

A continuación se enumeran las ventajas e inconvenientes de los equipos de separación de polvo más empleados en instalaciones de compostaje.

8.5.1.1. Ciclones

Ventajas

- Bajo coste de inversión
- Mantenimiento reducido
- Bajo coste de operación
- Facilidad de operación
- Buen funcionamiento para altas cargas de polvo
- Pocas pérdidas de carga
- Requerimiento de espacio relativamente pequeño

Inconvenientes

- Desgaste por abrasión
- Eficacia de captación relativamente baja, sobre todo para partículas inferiores a 10 µm
- Mal funcionamiento con materiales húmedos

8.5.1.2. Filtros de Mangas

Ventajas

- Alta eficacia para un ancho rango de tamaño de partículas
- Versatilidad de diseño –diferentes medios filtrantes y sistemas de limpieza-
- Pérdidas de carga y requerimientos de potencia razonables

Inconvenientes

- Alto coste de inversión
- Requerimientos de mantenimiento elevados
- Requerimientos de espacio elevados
- Mal funcionamiento con materiales húmedos

8.5.2. Puntos de emisión de polvo

A continuación se detallan los puntos de emisión de polvo y su tratamiento:

Viales

Serán pavimentados.

Nave de recepción, pre-tratamiento, maduración y post-tratamiento.

Al ser una nave confinada con aspiración de aires no se prevé la emisión de polvo hacia el exterior. De todas formas, la maquinaria que emita dispondrá de sistemas de aspiración de este.

Zona de maduración

Se controlará, mediante la aspersion, que la humedad sea la adecuada para evitar la generación de polvo.

Zona de almacenaje

El material se cubrirá con telas anti polvo y se rociaran mediante manguera cuando las condiciones sean extremas.

Zona de almacenaje de Restos Vegetales

No se prevé la generación de polvo. Aún así, si se diera pos situaciones adversas se ruciaría mediante manguera.

Perímetro

Al perímetro de la planta se instalará un malla tipo rachel para atrapar el polvo residual que se genere.

8.6. Zona perimetral

El perímetro será delimitado mediante una valla perimetral. Tendrá una altura mínima de 2 m, contados desde la cota del pavimento.

8.7. Depósitos de combustibles líquidos

En caso de necesitar algún depósito de combustible líquido, este tendrá que cumplir con las siguientes pautas de diseño:

- i) Los depósitos tienen que ser homologados y montados por instaladores autorizados.
- ii) Los depósitos tienen que disponer de doble camisa o, en su defecto, de una cubeta de seguridad con capacidad suficiente para recoger todo el volumen del depósito.
- iii) Se tienen que localizar lejos de cualquier actividad -al menos 10 m-.
- iv) Situarlos en zonas donde los posibles derramamientos accidentales no supongan efectos indeseables para las personas o el medio ambiente.
- v) Disponer de un extintor de polvo de al menos 6 kg.

8.8. Equipos de limpieza de camiones y maquinaria

Será necesaria la construcción de una nave confinada y pavimentada donde se realizará la operación de limpieza y desinfección de vehículos, contenedores o cajas.

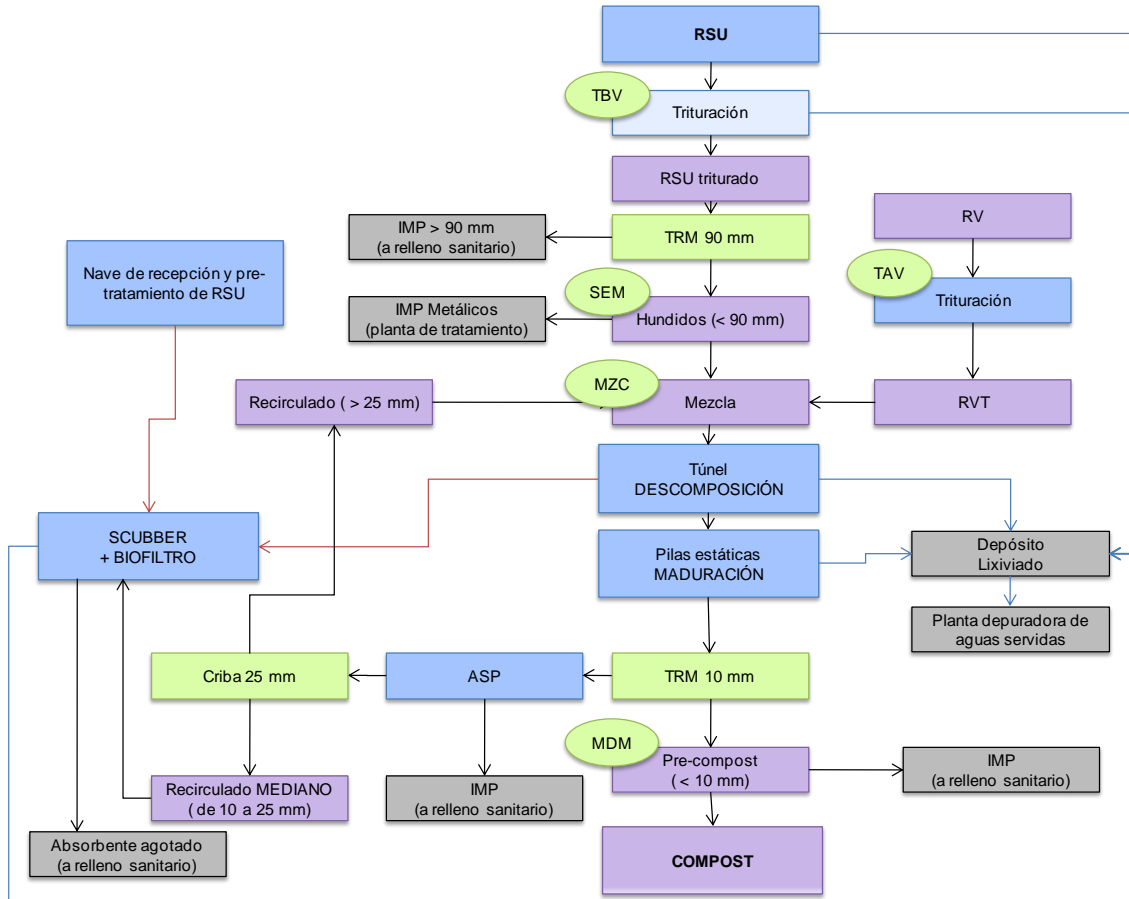
Los equipos de limpieza serán equipos de agua a alta presión.

8.9. Estación meteorológica

Debido a que la planta 'el Trebal' ya dispone de una estación meteorológica, no hará falta su dimensionamiento en la planta de compostaje que estamos diseñando.

Los datos necesarios para el buen funcionamiento de la planta se obtendrán de la estación de la planta 'el Trebal'.

9. Esquema de proceso con alternativas adoptadas



Abreviaturas del esquema:

ASP:	Aspiración de plásticos
IMP:	Impropios
MDM:	Mesa Densimétrica
MZC:	Mezcladora
RSU:	Residuo Sólido Urbano
RV:	Restos Vegetales
RVT:	Restos Vegetales Triturados
SEM:	Separadora Electromagnético
TAV:	Trituradora Alta Velocidad
TBV:	Trituradora Baja Velocidad
TRM:	Trommel

	Equipo utilizado
	Proceso o instalación.
	Productos de rechazo
	Material obtenido

	Flujo de material sólido
	Flujo de material líquido
	Flujo de gases

Índice

1. Introducción	3
2. Características y volumen a tratar	3
3. Zonificación	4
4. Zona de recepción, tratamiento y acondicionamiento de residuo.....	5
4.1. Descarga y almacenamiento temporal.....	5
4.1.1. Equipo de vaciado del foso	6
4.2. Preparación de las pre-mezclas	6
4.2.1. Equipo de alimentación de la trituradora	8
4.3. Separación de impropios.....	8
4.4. Impropios separados.....	11
4.5. Mezcla y/u homogeneización	14
4.5.1. Bandas alimentación mezcladora.	15
4.5.2. Almacenado de pre-compost.	15
5. Zona de almacenamiento y acondicionamiento de la Fracción Vegetal.....	16
5.1. Descarga y de almacenamiento de la Fracción Vegetal.....	16
5.2. Preparación de estructurante.....	16
5.2.1. Equipo de movimiento de la Fracción Vegetal.....	16
5.2.2. Equipos de preparación del estructurante.....	18
6. Zona de Descomposición.....	19
6.1. Túneles de descomposición.....	19
6.2. Sistema de aplicación de líquidos	19
6.3. Sistema de ventilación y aspiración de gases	20
6.4. Equipos de control	21
7. Zona de Maduración.....	22
7.1. Pilas estáticas	22
7.1.1. Aplicación de líquidos:	23
8. Zona de post-tratamiento.....	24
8.1. Recuperación de estructurante	25
8.1.1. Alimentación trommel	25
8.2. Eliminación de impropios del compost	25
8.2.1. Alimentación mesa densimétrica	26

8.3.	Acondicionamiento del estructurante.....	26
8.3.1.	Separación neumática.....	26
8.3.2.	Criba vibrante.....	27
8.4.	Materiales obtenidos.....	28
8.5.	Impropios separados.....	28
8.6.	Esquema nave zona de recepción, pre-tratamiento y post-tratamiento del residuo.	29
9.	Zona almacenamiento del compost.....	29
10.	<i>Zona de limpieza de vehículos.</i>	31
11.	<i>Zona de báscula</i>	33
11.1.	Báscula	33
11.2.	Caseta para el control de entradas y salidas de materiales.	34
12.	<i>Zona de servicios y laboratorio</i>.....	34
12.1.	Mano de obra necesaria	35
12.2.	Edificio de servicio de los trabajadores	35
12.3.	Laboratorio	36
12.4.	Oficinas.....	37
12.5.	Aparcamiento de vehículos privados.....	38
13.	<i>Zona de maquinaria y taller</i>.....	39
14.	<i>Zona de almacenamiento de lixiviados</i>	39
14.1.	Generación de lixiviados y aguas pluviales sucias	39
14.2.	Dimensionado.....	40
15.	<i>Sistemas de tratamiento de gases</i>	41
15.1.	Lavador de gases.....	41
15.2.	Biofiltro.	42
15.2.1.	Necesidades capa activa	44
15.3.	Condiciones de operación del biofiltro.....	44
15.4.	Especificaciones del sistema tratamiento de gases	45
15.4.1.	Canalizaciones	46
15.5.	Necesidades aplicación de líquido.....	46
16.	<i>Zona depósitos de combustibles líquidos</i>	47
17.	<i>Zona perimetral</i>	48
18.	<i>Cuadro resumen características de las alternativas adoptadas y maquinaria.</i>	50

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

19.	<i>Diagrama de flujo</i>	53
20.	<i>Balance de masas del proceso</i>	56

1. Introducción

Una vez elegida la alternativa tecnológica más adecuada (*Anejo 6: Selección de alternativas*), en el presente documento se especifica y describe la maquinaria y las superficies necesarias que tendrán las distintas zonas de la planta de compostaje.

Los cálculos para el correcto diseño de la instalación se exponen en el *Anejo 8: Cálculos Dimensionado Planta*.

Se tiene que remarcar que este dimensionado de la instalación parte de una estimación 'a priori', y es inexacta. Por lo tanto la capacidad real de la planta de compostaje que resulte también lo será. Por eso, la capacidad que se le atribuya a la instalación a partir del proyecto será una Capacidad Provisional. Esta capacidad será revisada cuando la instalación esté en funcionamiento para otorgarle la Capacidad Definitiva.

En el *Documento 4. Planos* del presente proyecto, se pueden apreciar el dimensionado de las distintas fases y toda la instalación de la planta de compostaje.

2. Características y volumen a tratar

Para poder dimensionar la planta de compostaje, una vez escogidas las alternativas tecnológicas, será necesario disponer de los datos de entrada de residuo y sus características, así como el volumen a tratar diariamente.

En la planta, de tamaño mediano, se prevé tratar a un total de 30.000 toneladas/año de residuos urbanos domiciliarios. Las características de estos residuos ya se han descrito en el *Anejo 2 Situación Actual*. En la siguiente figura podemos apreciar las proporciones en peso de cada uno de los componentes que encontramos en los residuos urbanos domiciliarios:

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

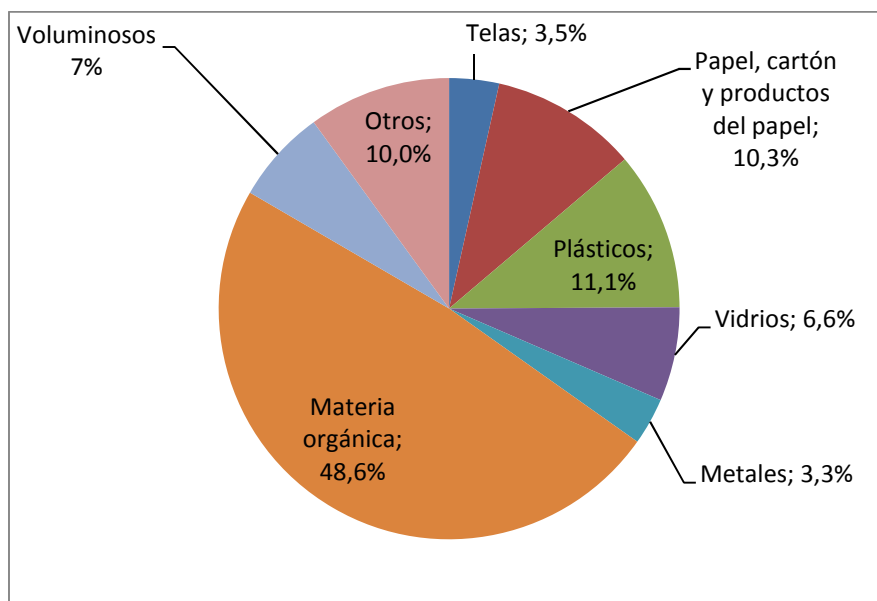


Fig 1. Proporciones de los componentes de los residuos urbanos domiciliarios en Chile.

Fuente: Reporte del Medio Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Chile.

Teniendo en cuenta que en todos los cálculos se aplicará un factor de seguridad del 20%, que el número de días trabajados al año es de 265, que se hará un turno de 8 horas al día, y considerando que la densidad media de estos residuos es de $0,6 \text{ ton/m}^3$, se prevé tratar un total de 113 toneladas al día, lo que representan $226 \text{ m}^3/\text{día}$.

3. Zonificación

Cada una de las distintas fases y procesos de la planta de compostaje, se pueden englobar en las siguientes zonas:

1. Zona de recepción, tratamiento y acondicionamiento de residuo.
2. Zona de almacenamiento y acondicionamiento de los restos vegetales
3. Zona de descomposición.
4. Zona de maduración.
5. Zona de post-tratamiento
6. Zona almacenamiento del compost.
7. Zona de tratamiento de gases.
8. Zona de limpieza de vehículos.
9. Zona de báscula.
10. Zona de servicios e laboratorio.
11. Zona de almacenaje de lixiviados.
12. Zona de taller y estacionamiento de la maquinaria.

4. Zona de recepción, tratamiento y acondicionamiento de residuo.

Esta zona incorpora las distintas fases y procesos:

- a) Descarga y almacenamiento temporal.
- b) Preparación de las pre-mezclas.
- c) Separación de impropios.
- d) Mezcla y/o homogenización.
- e) Almacenamiento mezcla preparada.
- f) Compactación impropios
- g) Almacenamiento de impropios.

Toda esta zona se ubicará en una nave, con el fin de prevenir la emisión de malos olores y además proteger la maquinaria de las inclemencias del tiempo. La nave tendrá unas dimensiones de 52,20 m de largo por 40,10 m de ancho, y la altura mínima será de 8 metros. En el *Anejo 9: Cálculos Constructivos Nave Principal* del presente documento se muestran los cálculos y dimensiones de esta. En esta nave también se instalará el sistema de post-tratamiento del compost, y desde está se accederá a los túneles de descomposición.

La nave estará pavimentada en hormigón (*Anejo 20: Pavimentos*) con pendientes mínimas del 1% en sentido longitudinal y del 2% en sentido transversal, para la recogida de los lixiviados.

4.1. Descarga y almacenamiento temporal.

La descarga de los residuos se hará en un foso.

Como pauta de diseño, consideraremos que el foso tendrá que ser dimensionado para contener el 50% de los residuos a tratar diariamente (de esta forma el almacenamiento nunca sobrepasará las 24 horas).

El foso se ubicará dentro de la nave, y tendrá una superficie de 4,6 x 9,6 m, o sea de 44,16 m². El volumen de este foso permitirá albergar unos 113,21 m³ de residuo. Tendrá una profundidad de unos 3 metros y la descarga se realizará desde una plataforma con una altura de un metro por sobre el nivel del suelo. Se accederá mediante una rampa, para salvar el desnivel.

A continuación se esquematiza el sistema:

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

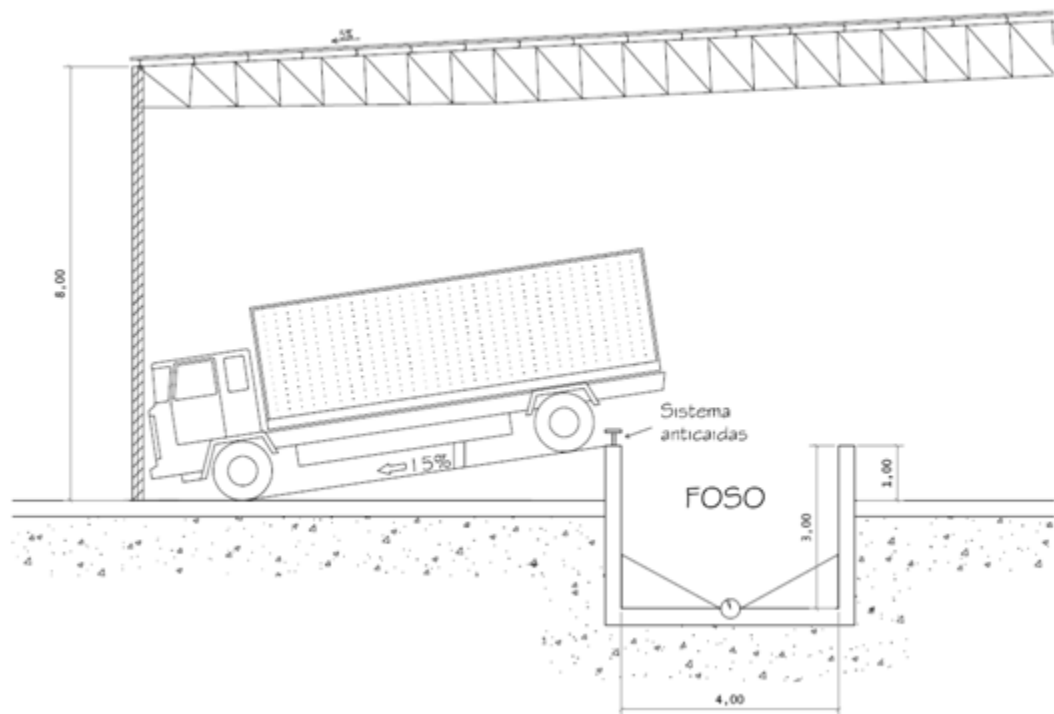


Fig 2. Esquema de la recepción del residuo y foso.

4.1.1. Equipo de vaciado del foso

El vaciado del foso se hará mediante un sinfín de 60 cm de diámetro y 9,5 m de largo. Con una potencia de 3 kW.

4.2. Preparación de las pre-mezclas

La preparación de la pre-mezcla la realizaremos mediante una trituradora de baja velocidad, con la que conseguiremos abrir bolsas y obtener un residuo de granulometría más homogenizada.

La trituradora que mejor se adapta a nuestra instalación es la 'SHARK 220E' de la casa comercial 'TANA'. Accionada mediante dos motores eléctricos de 110 kW cada uno, tiene unas dimensiones de 3,3 m x 2,1 m x 2 m (longitud x anchura x altura). Es capaz de desmenuzar los residuos domiciliarios urbanos y dejar-los listos para la siguiente fase.

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

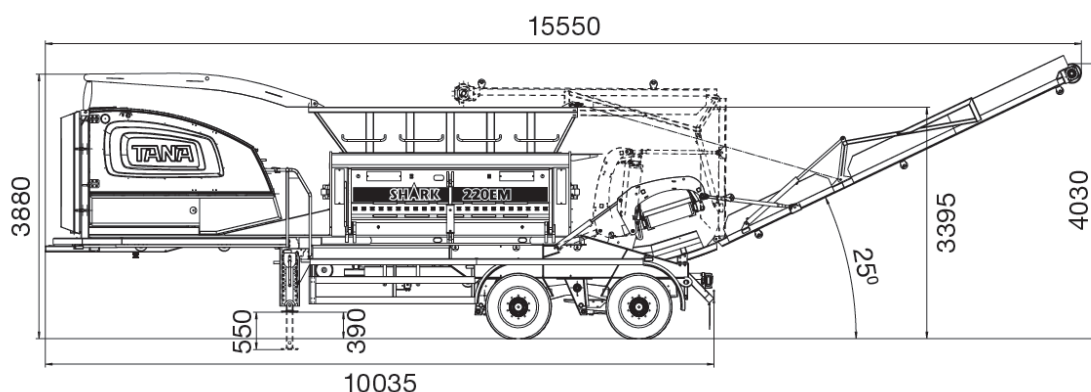


Fig 3. Trituradora SHARK 220E de la casa TANA.

Sus características principales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Características principales de la SHARK 220E.

Motor	Medidas	Unidades
Peso	3.300	kg
Longitud	3.320	mm
Anchura	2.110	mm
Altura	2.000	mm
Potencia nominal	2x110	kW
Dos motores electricos, voltaje de Suministro	400 / 50	V / Hz
Corriente nominal	388	A

Trituradora	Medidas	Unidades
Peso unidad (con transportador)	15.300	kg
Peso sin transportador	11.500	kg
Longitud (con transportador)	15.550	mm
Longitud (sin transportador)	4.490	mm
Anchura (con transportador)	2.365	mm
Anchura (sin transportador)	2.290	mm
Altura (incl. Tolva)	3880	mm
Tolva de recepción	1.400 x 3.600	mm
Altura de alimentación	3.100	mm
Salida de la cinta	880 x 3.600	
Altura de descarga	4.100	mm

Partes de trituración	Medidas	Unidades
Longitud del rotor	3.000	mm
Velocidad del rotor	max 30	rpm
Diámetro del rotor	850	mm
Cuchillas del rotor	22	psc
Contra-cuchillas	23	psc

4.2.1. Equipo de alimentación de la trituradora

La alimentación de la trituradora se hará mediante un transportador de banda de 600 mm de ancho y 8 m de largo. Salvará un desnivel de 5,6 metros con una pendiente de 45°. Esta banda instalada será accionada mediante un motor de 2,5 kW de potencia.

4.3. Separación de impropios

Para la separación de los impropios, después de que los residuos hayan sido triturados, se hará mediante un trommel con una malla de 90 mm. Este trommel también incorporará cuchillas abre bolsas para acabar de desgarrar las que no hayan sido troceadas por la trituradora.

La fracción hundida del trommel se hará pasar por un separador-electromagnético, con el que obtendremos los impropios férricos.

Uno de los trommels que más se adapta a nuestra instalación es el modelo TSM 3.500 de la casa comercial BEYER. Sus dimensiones son 9,5 m x 2,5 m x 2,67 m (longitud x anchura x altura). Tiene una capacidad de tratamiento de 30 m³/h y una potencia de 5,5 kW, para hacer funcionar el trommel más un total de 4,1 kW para las distintas cintas transportadoras.



Fig 4. Trommel TSM 3.500 (BEYER).

En la siguiente tabla figuran las características de los distintos sistemas que configuran este trommel:

Tabla 2. Ficha técnica del TRM 3.500 de la casa BEYER con capacidad para 30 m³/h.

Descripción	Medidas	Unidades
Tamaño malla	90	mm
Capacidad	30	m ³ /h
Tolva capacidad	3	m ³
Ancho entrada	2.900	mm
Altura entrada	2.700	mm

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Profundo entrada	1.400	mm
Armazón de acero		

Cinta alimentación	Medidas	Unidades
Ancho	800	mm
Distancia eje	3.270	mm
Accionamiento eléct.	1,5	kW
Armazón de acero		
Tambor encauchado		
Unidad de tensionado		
Limpia cintas		
Rodillos inferiores (transporte con anillos de soporte)		
Rodillos guía		
Guía con perfil		

Criba-trommel	Medidas	Unidades
Diámetro	1.500	mm
Longitud	4.000	mm
Grosor de placa	6	mm
Accionamiento eléctrico	5,5	kW
Accionamiento de cadena.		
Transporte del material por medio de espiral.		
El tromel se carga en rodillos resistentes.		
Cepillo limpiador		

Cinta transportadora de material cribado	Medidas	Unidades
Plegable manualmente o hidráulicamente.		
Ancho cinta	650	mm
Distancia entre ejes	3.500	mm
Accionamiento motor	1,5	kW
Armazón soldado.		
Unidad de tensionado.		
Zapata de alimentación con guía bilateral.		
Limpiador cinta.		
Rodillos(transporte-inferiores con anillos soporte-guía).		

Cinta transportadora para material de rechazo	Medidas	Unidades
Plegable manualmente.		
Ancho cinta	650	mm
Distancia eje	3.500	mm
Accionamiento motor	1,1	kW
La cinta se pliega manualmente para el transporte.		
Construcción soldada de acero seccionado.		
Unidad de tensionado.		
Zapata de alimentación con guía bilateral.		
Limpiador cinta.		
Rodillos(transporte-inferiores con anillos soporte-guía).		
Cinta con perfil.		

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Dimensiones	Medidas	Unidades
Longitud	9.500	mm
Ancho	2.500	mm
Altura	2.670	mm
Peso	7.500	kg
Altura alimentación	2.670	Mm

Por lo que se refiere a equipos electro-magnéticos, uno de los que mejor se ajusta al sistema que se ha diseñado es el Magnum SAM 2 de la casa comercial Magnum S.R.L.

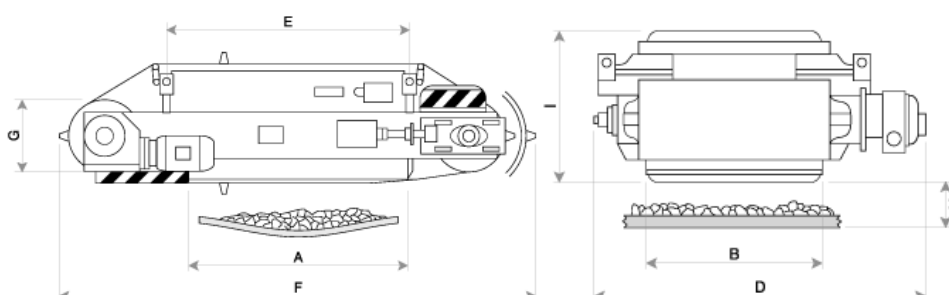


Fig 5. Esquema del separador electromagnético Magnum.

En la siguiente tabla se presentan sus características:

Tabla 3. Características del separador electromagnético Magnum SAM2.

TIPO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Motor (HP)	Pot. (Kw)	Peso (kg)
SAM2	1.000	750	1.000	1.300	1.050	2.400	300	230	600	2	4	2.400

Los separadores electromagnéticos autolimpiantes marca Magnum están constituidos por un bastidor, al cual se le ubica, en el centro, un potente electroimán. En los extremos se colocan los tambores motriz y conducido con transmisión por motoreductor y una cinta que circunda todo el equipo para arrastrar el material atraído. El electroimán de corriente continua se construye con bobinas con conductor de aluminio aptas para operar servicio continuo.

Los separadores autolimpiantes Magnum se emplean para separar automáticamente los materiales magnéticos de los no magnéticos (tierras de fundición, carbón, minerales, arcillas, residuos, productos alimenticios y otros) que circulan sobre cintas transportadoras, canales, conductos o similares con el objeto de proteger maquinarias o para obtener productos libres de impurezas magnéticas.

En nuestro caso, el sistema irá instalado encima de la cinta por donde pasan los hundidos del tommel de 90 mm.

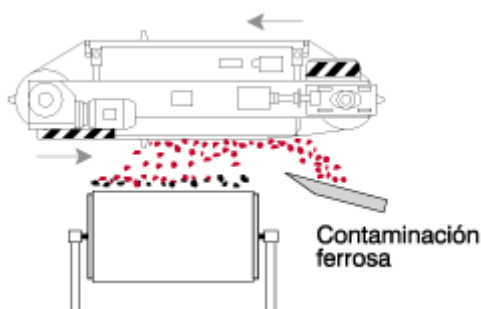


Fig 6. Esquema de instalación del separador electromagnético encima de una cinta transportadora.

Mediante una banda transportadora los impropios metálicos eliminados serán depositados en la zona de almacenamiento pertinente. La banda de 600 mm de ancho, tendrá una longitud de 3,5 m y una potencia de 1,5 kW.

4.4. Impropios separados

Se espera que la eliminación de los impropios en la etapa de pre-tratamiento suponga una reducción mínima del 60% de los materiales no compostables y un 30% de Materia Orgánica. Por lo que diariamente se estarán separando unas 61,7 t/día (54,50% de los residuos entrantes).

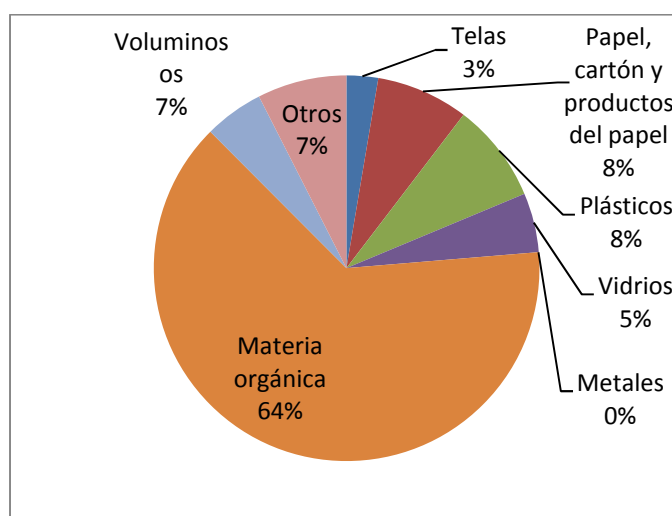


Fig 7. Proporciones esperadas de los componentes al finalizar la etapa de pre-tratamiento.

Los impropios obtenidos con el trommel serán depositados en un silo (16.351 t/año), juntamente con los impropios obtenidos en la etapa de post-tratamiento (6.962 t/año) .

Considerando una densidad de $0,4 \text{ ton/m}^3$, y previniendo que los residuos serán compactados, como máximo 2 días después del procesado, la superficie necesaria para éste silo será de unos $175,68 \text{ m}^2$, con una capacidad de almacenaje de $439,20 \text{ m}^3$. Este silo se ubicará en el interior de la nave, para evitar la emisión de males olores. La altura de las paredes será de 3 metros, y 16 m por 12 m de largo y ancho respectivamente.

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Los impropios almacenados serán compactados y empaquetados mediante la 'Compactadora Móvil MP2000' de la casa 'ORKEL'. Esta máquina, en caso de que fuera necesario, también podría utilizar-se para el empaqueo del compost obtenido.



Fig 8. Imágenes del proceso de compactación de la MP2000.

Mediante esta compactadora, conseguiremos reducir el volumen de impropios a almacenar (ya que permite reducir hasta una tercera parte el volumen inicial), controlar los posibles olores que estos generen y evitar la dispersión de los impropios menos pesados.

Las características de la compactadora se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 4. Características técnicas de la MP2000.

Descripción	Medidas	Unidades
Altura	3.760	mm
Ancho	2.500	mm
Longitud (transporte)	7.600	mm
Longitud (en operación)	10.000	mm
Peso	7.800	kg
Capacidad (balas/hora)	40 - 60	balas/hora
Potencia	75 - 90	kW
Diámetro de la bala	1.150	mm
Ancho de la bala	1.200	mm
Volumen bala	1,25	m ³

La alimentación se realizará mediante pala mecánica (4.2.1. Equipo de alimentación de la trituradora) y el apilado de las balas mediante carretilla elevadora.

La carretilla que se prevé adquirir es el modelo 'QX2-30' de la casa 'Nissan'. Esta carretilla eléctrica es extra resistente, adecuada para los trabajos más duros. Ideal para interior y exterior, combina extraordinarios niveles de rendimiento con una superior ergonomía, excelente seguridad y bajo coste de operación.

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.



Fig 9. Carretilla eléctrica QX de Nissan.

En la siguiente tabla encontramos descritas sus características:

Tabla 5. Características de la carretilla QX2-30.

Descripción	Medidas	Unidades
Capacidad de carga	30.000	kg
Centro de carga	500	mm
Distancia entre ejes	1.660	mm
Anchura total	1.250	mm
Radio de giro	2.140	mm
Altura total al techo protector	2.235	mm
Capacidad de batería	80/600	V/Ah
Motor eléctrico - tracción	10	kW
Motor eléctrico – bomba	14	kW

El almacenaje de las balas se prevé que no dure más de 6 días, y se hará en una superficie pavimentada de 232,34 m² al aire libre. El apilado se hará en pilas de 3 balas intercaladas (tal y como se muestra en la Fig 10. Apilado de balas.) mediante la carretilla eléctrica.



Fig 10. Apilado de balas.

Por lo que se refiere a los impropios férricos, separados mediante electromagnetismo, serán depositados en un contenedor de 24 m³ estándar (5,50 m x 2,50 m x 1,90 m). Una vez lleno será transportado mediante camión pertinente al gestor de residuos más adecuado. El tiempo estimado de llenado será de 31 días.

Las características de estos contenedores se describen en la siguiente tabla:

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Tabla 6. Características contenedor de 24 m³.

Características	Medidas	Unidades
Capacidad	24	m ³
Largura	5,50	m
Anchura	2,50	m
Altura	1,90	m
Peso	1.380	kg



Fig 11. Contenedor de 24 m³ y camión adecuado para el transporte.

4.5. Mezcla y/u homogeneización

La mezcla del hundido con el estructurante y/o recirculado se hará mediante una mezcladora-trituradora de la marca SEKO, gamma SAMURAI. Concretamente el modelo '500 / 110-GC/T', con capacidad de tratamiento de hasta 40 m³/h.

Tabla 7. Mezcladora-trituradora SEKO SAMURAI.



En la siguiente tabla podemos apreciar sus características técnicas:

Tabla 8. Características técnicas del modelo 500/ 110-GC/T de la casa SEKO.

Descripción	Medidas	Unidades
Volumen Tolva	11	m ³
Longitud	5.708	mm
Anchura	2.045	mm
Altura	2.406	mm
Peso en vacío	5.200	kg
Tamaño de ruedas	315/70 R22,5	mm
Potencia requerida	59	kW
Salida de mezcla	35/40	m ³ /h

4.5.1. Bandas alimentación mezcladora.

Para poder depositar el residuo proveniente del trommel, hará falta una banda transportadora que gane los 50 cm de diferencia (la altura de carga de la mezcladora es de 2,4 m y la de descarga del trommel de 1,9 m) necesarios para que el residuo sea depositado a la mezcladora.

Esta banda tendrá una anchura de 600 mm y una longitud de 3,00 m, con un pendiente del 20 %. La potencia requerida de esta banda será de 1,5 kW.

También serán necesarias dos bandas más para la alimentación del estructurante nuevo y el recirculado.

Las dos tendrán una tolva de alimentación metálica de 18,09 m³ (el 30% de las necesidades diarias requeridas, vaciadas mediante tornillo sinfín de 1,5 kw de potencia), que serán llenadas mediante pala mecánica. Con una profundidad de 1,5 m, las dimensiones de las tolvas serán de 4 metros de largo por 3 metros de ancho.

El transportador de banda de alimentación del recirculado tendrá una longitud de 7,00 m y con una inclinación de 40 %. Salvará un desnivel de 2,41 m. La potencia requerida para el accionamiento de la banda es de 2 kW.

En el caso del transportador de banda de alimentación del estructurante nuevo, este tendrá una longitud de 12,50 m, con una inclinación de 20 %. Salvarán también un desnivel de 2,41 m. La potencia requerida para el accionamiento de la banda es de 2,5 kW.

4.5.2. Almacenado de pre-compost.

El almacenamiento del pre-compost se prevé que sea mínimo. Aún así se ha dimensionado un silo con capacidad de almacenamiento del 50% de la producción diaria. Con una altura de 3,00 metros, por 7,00 metros de largo y 5 de ancho, tendrá una capacidad de almacenamiento de 85,92 m³ de pre-compost.

Mediante pala mecánica será transportado e introducido en los túneles de descomposición.

5. Zona de almacenamiento y acondicionamiento de la Fracción Vegetal.

Esta zona incorpora las distintas fases y procesos:

- a) Descarga y almacenamiento temporal de la Fracción Vegetal.
- b) Preparación del estructurante.

Toda esta zona se ubicara al aire libre, ya que no se prevé la generación de malos olores. La maquinaria que se utilice en esta fase, se guardará en el taller de maquinaria (*Zona de maquinaria y taller*).

5.1. Descarga y de almacenamiento de la Fracción Vegetal

El material será depositado en una playa. La solera será de tierra compactada, con valores de permeabilidad inferiores a $k = 1 \cdot 10^{-7}$ m/s en una capa de grueso de 50 cm.

El dimensionado de esta zona vendrá dado por las necesidades de estructurante de la planta. Tendremos que tener en cuenta que existirá estructurante que será reutilizado (recirculado). Como podemos ver en el 19. *Diagrama de flujo*, el volumen de recirculado será de 5.920 m³ anual y las necesidades de estructurante nuevo se cuantifican en 10.058 m³/año (15.978 m³/año de estructurante menos los 5.920 m³/año de recirculado).

Se prevé almacenar el 20% de la demanda anual de estructurante. Si este almacenamiento se hace en pilas de 2 metros, la superficie necesaria será de 1.006 m². Las dimensiones de la playa serán de 40 m de largo por 30 m de ancho.

Los restos vegetales provendrán principalmente de la poda de los arboles de parques, jardines y entramado urbano.

5.2. Preparación de estructurante

La preparación del estructurante, consistente en el desfibrilado de la fracción vegetal, se realizará a la misma zona destinada al almacenamiento de esta fracción vegetal.

5.2.1. Equipo de movimiento de la Fracción Vegetal

El movimiento y apilamiento de la Fracción Vegetal se realizará mediante una pala cargadora.

Este tipo de maquinaria también se utilizará para la realización de tareas en las áreas de recepción de residuos y manutención de las tolvas de almacenamiento de los productos recuperados. Así mismo tendrá que asegurar el movimiento de materiales entre las zonas de pre-tratamiento, de descomposición y maduración, así como la carga de los camiones de expedición del compuesto producido.

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

La pala mecánica de la casa 'Volvo' tiene 180 CV de potencia y 7 metros cúbicos de capacidad de cuchara. Tiene las siguientes dimensiones (largo x ancho x alto): 7 m x 2,7 m x 3,4 m.



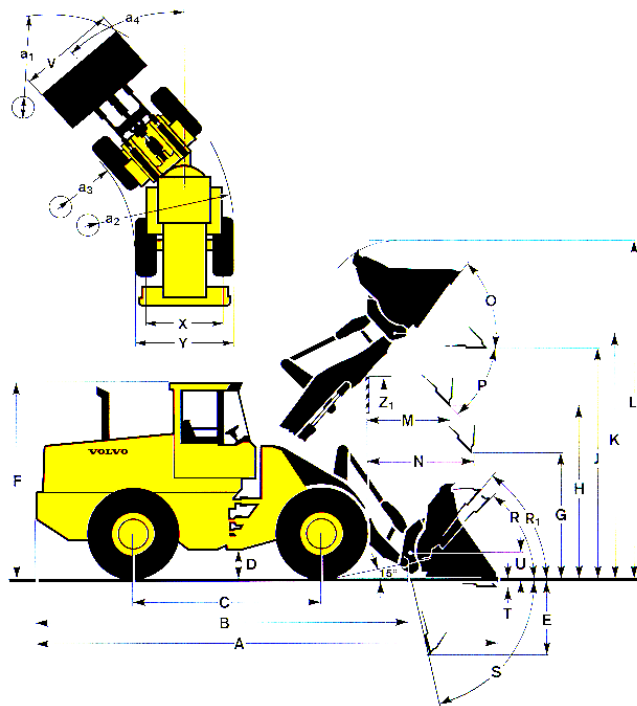
Fig 12. Pala cargadora de la casa comercial VOLVO.

Las especificaciones y dimensiones se presentan en la siguiente Tabla 9. Especificaciones y dimensiones de la pala mecánica.:

Tabla 9. Especificaciones y dimensiones de la pala mecánica.

Neumáticos: 23.5 R25" L2		
	Pluma estandar	Pluma larga
B	6 510 mm	7 000 mm
C	3 200 mm	3 200 mm
D	440 mm	440 mm
F	3 400 mm	3 400 mm
G	2 135 mm	2 135 mm
J	3 800 mm	4 320 mm
K	4 100 mm	4 620 mm
O	54°	54°
P	45° (P max. 48°)	45°
R	41	42°
R ₁ *	46°	46°
S	67°	64°
T	70 mm	130 mm
U	480 mm	610 mm
X	2 060 mm	2 060 mm
Y	2 680 mm	2 680 mm
Z	3 380 mm	3 800 mm
a ₁	5 730 mm	5 730 mm
a ₂	3 060 mm	3 060 mm
a ₃	±40°	±40°

* Posición de acarreo SAE



5.2.2. Equipos de preparación del estructurante

El estructurante se troceará mediante una trituradora/desfibriladora de restos vegetales. Esta será alimentada mediante una pala mecánica, anteriormente descrita.



Fig 13. Desmenuzadora de la casa Pezzolato.

La trituradora/desfibriladora móvil instalada será la 'desmenuzadora S 10000' de la casa 'Pezzolato', con motor diesel y dimensiones 8,5 x 2,3 x 3,5 m (largo x ancho x alto). Con una tolva de recepción de 2,5 x 1,8 x 0,8 m (largo x ancho x alto).

Sus características se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 10. Características técnicas de la desmenuzadora S 1000 de la casa Pezzolato.

Características técnicas		
Apertura máx. rodillo dosificador	mm	400
Diámetro rotor	mm	960
Anchura rotor	mm	1000
Número martillos	n.	28
Peso martillos	kg	8
Potencia motor diesel	Hp/Kw	230/169
Dim. cadena alimentación inferior	mm	1000x3000
Longitud tolva	mm	3500
Anchura tolva	mm	1800
Altura tolva	mm	800
Altura descarga cinta expulsora	mm	2200
Producción horaria	m ³	40/60
Longitud máquina	mm	7400/8500
Anchura máquina	mm	2300
Altura máquina	mm	2900/3500
Peso (máquina base)	kg	5900

Teniendo en cuenta que el volumen necesario a acondicionar semanalmente de Fracción Vegetal será de 307,27 m³, está máquina tendrá que trabajar como máximo 7,7 h a la semana.

6. Zona de Descomposición

Esta zona incorpora las distintas fases y procesos:

- a) Túneles de descomposición.
- b) Sistema de aplicación de líquidos.
- c) Sistema de ventilación y aspiración de gases.
- d) Equipos de control.

6.1. Túneles de descomposición

Los túneles se ubicarán al lado de nave de pre-tratamiento. Se construirán con una estructura metálica y los cerramientos serán con bloque de hormigón. En el *Anejo 10: Cálculos Constructivos Túneles Descomposición* se puede apreciar su geometría y características. La entrada a los distintos túneles se hará desde la nave de pre-tratamiento, teniendo así controlado la posible emisión de olores durante la carga y descarga del pre-compost en los túneles.

Partiendo de la siguiente información:

- la duración de la etapa de descomposición será de 2 semanas
- la previsión de volumen generado semanalmente de pre-compost es de 875,7 m³,
- se aplica un factor de seguridad del 20%,
- los túneles tendrán unas dimensiones de 6 m de ancho por 3 de alto (más 2 para poder apilar cómodamente el material, o si fuera necesario, aumentar la capacidad del túnel).
- el tiempo de llenado de cada uno de los túneles será de 2 días.

Será necesaria la construcción de un total de 6 túneles de compostaje, 5 operativos y uno llenándose o vaciándose. Cada uno tendrá una capacidad de 420,34 m³, con una longitud de 23,5 m.

La superficie total necesaria será de 918,54 m²., con una longitud total de 38,10 metros y 24,30 m de ancho.

En el caso de que el grado de madurez no fuera el idóneo, se dispondría de un poco más de tiempo para descomponer el pre-compost, ya que dispondremos de un túnel de más, que se estará llenando o vaciando, y que nos dará un margen de 2 días. Otra opción sería llenar más cada uno de los túneles y así poder incrementar el tiempo de estadía.

6.2. Sistema de aplicación de líquidos

La aplicación de líquidos se hará mediante aspersores, situados al techo del túnel.

Basándonos en el artículo publicado por Martín Díaz Zala 'Balance teórico de aguas para el compostaje en túneles', podemos estimar las necesidades diarias de agua del pre-compost para esta etapa en 7,31 m³/túnel. La instalación de agua se ha dimensionado en base a estas necesidades.

Para hacer frente a las demandas de agua de la descomposición, la instalación de riego por aspersión de cada uno de los túneles, consistirá en 7 aspersores Sprinkler colgados del techo

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

con capacidad de 227,1 l/min cada uno, de 13 mm (1/2") y fabricados en bronce. Estos estarán separados entre sí 3 metros y tendrán un diámetro de aspersión de 6 m (anchura del túnel). Se prevé que estén en funcionamiento unas dos veces al día durante 8 minutos.

Tenemos que apuntar que en el artículo de M. Díaz, los cálculos son referidos a las toneladas totales del residuo que se dispone en el túnel, pero no especifica la composición del mismo. En consecuencia, se ha creído oportuno tener en cuenta la masa de Materia Orgánica que se hallará en cada uno de los túneles, sin tener en cuenta los impropios, ya que la M.O. será la que intervendrá en el balance de masas.

También se tiene que remarcar que en el estudio hecho por el profesor Díaz, el residuo a tratar contiene solo un 60% de humedad, mientras que el nuestro presentará valores ligeramente superiores. En conclusión, estaremos sobredimensionando la instalación de aplicación de líquido.

6.3. Sistema de ventilación y aspiración de gases

La ventilación se realizará mediante solera aireada. Esta estará construida mediante tubos prefabricados con agujeros que permitirán la entrada de aire y además la recogida de los lixiviados.

En este caso, las necesidades de ventilación también se han hecho a partir del artículo elaborado por el profesor Díaz. En este caso, para el cálculo de las necesidades de ventilación se han tenido en cuenta toda la masa de residuo que entrará en el túnel, ya que entendemos que el total de la mezcla afectará a la circulación de aire.

Los cálculos realizados nos indican que será necesaria, para cada túnel, una ventilación de 14.500 m³ la hora.

Las unidades de ventilación y su control, para cada uno de los túneles serán las siguientes:

- Ventilador centrífugo de media presión de 0-24.200 m³/h, controlado por variador de frecuencia.
- Compuerta de entrada de aire exterior, accionada por servomotor.
- Compuerta para mezcla de aire de recirculación accionada por servomotor.
- Compuerta de sobrepresión servomotorizada.
- Tres medidas de temperatura del compost.
- Medida de temperatura de entrada de aire a túnel.
- Medida del porcentaje de oxígeno de entrada.

Los ventiladores utilizados serán el modelo 'MBCA 500 T4 30' de la casa comercial Casals Ventilación. Este ventilador es accionado mediante motor trifásico con una potencia de 22 kW da un caudal máximo de 24.200 m³/h. En la siguiente tabla se pueden apreciar sus características técnicas:

Tabla 11. Características técnicas del ventilador modelo 'MBCA 500 T4 30'.

Descripción	Medidas	Unidades
R.P.M. máx	1.467	rpm
I máx (400 V)	42,4	A
P. Nom.	22	kW
Caudal máx.	24.200	m ³ /h
Sonido	89	dB
Peso	227	kg

Están diseñados para montaje en tubería. Indicados básicamente para usos de enfriamiento de máquinas, motores y piezas, aspiración de humos, procesos industriales, y transporte de aire limpio.



Fig 14. Ventilador centrífugo de media presión de la serie MBCA

El sistema de aspiración de gases está descrito en el apartado 15.4. *Especificaciones del sistema tratamiento de gases* del presente documento.

6.4. Equipos de control

La descomposición mediante túneles es un sistema complejo, que requiere instrumentación complementaria para regular el caudal de aire necesario en todo momento.

Tal y como se ha apuntado en el apartado 6.3. *Sistema de ventilación y aspiración de gases* los equipos de control necesarios son para el control del sistema de ventilación en cada uno de los túneles son:

- Tres sondas de temperatura, para medir la temperatura del compost.
- Una sonda de temperatura, para medir la temperatura de entrada de aire a túnel.
- Una sonda de O², para medir el porcentaje de oxígeno de entrada.
- Variadores de frecuencia, para ajustarse a las necesidades reales del compost en todo momento.

También serán necesarias:

- Tres sondas de humedad, para medir la humedad del compost.

7. Zona de Maduración

La zona de maduración tendrá las siguientes operaciones:

- a) Sistema de maduración mediante pilas estáticas
- b) Sistema de aplicación de líquidos

7.1. Pilas estáticas

La maduración se hará mediante pilas estáticas, con un soporte de riego por aspersión. No se retirará el estructurante hasta haber finalizado el proceso de maduración, con el fin de dar más porosidad al pre-compost a madurar y así evitar el uso de volteadora, potenciadora de la generación de polvo y males olores.

Esta zona estará ubicada al aire libre, con solera debidamente pavimentada en asfalto (*Anejo 20: Pavimentos*), con pendientes mínimas del 1% en sentido longitudinal y del 2% en sentido transversal. Las aguas recogidas serán consideradas como lixiviados, y conducidas al depósito pertinente (*14. Zona de almacenamiento de lixiviados*).

Partiendo de la siguiente información:

- la duración de la etapa de maduración será de 6 semanas
- la previsión de volumen generado semanalmente de pre-compost es de 569,2 m³,
- se aplica un factor de seguridad del 20%, este factor de seguridad surge de la posibilidad de incorporación de una volteadora en caso de que el compost lo requiriera por falta de oxigenación en esta fase de maduración (el efecto chimenea no llegue a toda la masa),
- las pilas tendrán una forma trapezoidal con una base de 5,5 m, una cumbre de 3 m y una altura de 2,5 m.
- el tiempo de llenado de cada una de las pilas será de 1 semana.

Se harán 7 hileras, de 65 m de longitud cada una. Cuatro estarán en pleno proceso de maduración, una se mantendrá como margen de seguridad para no mezclar productos maduros con tiernos y en dos se estarán haciendo el llenado/vaciado.

Esto supone una superficie total de 2.502,50 m². A parte también se ha tenido en cuenta la superficie destinada a los viales de servicio, de 10 metros de ancho y dispuestos a lo ancho de las pilas, a las dos bandas, para poder hacer una gestión FIFO de los residuos. También se han resguardado unos márgenes de seguridad, para evitar la propagación del pre-compost de 3 metros de ancho.

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Todo esto hace, que la superficie final para la etapa de maduración sea de 4.153,50 m², con 71,00 m de largo por 58,50 m de ancho.

El tamaño de las pilas vendrá determinado por el tamaño de la pala cargadora. Normalmente tienen una anchura de pala de unos 3 metros, por lo que se prevé formar pilas de 3 metros de ancho en su cumbre y 5,5 m en la base, con una altura de pila de 2,5 m.

En la siguiente figura se puede apreciar su distribución:

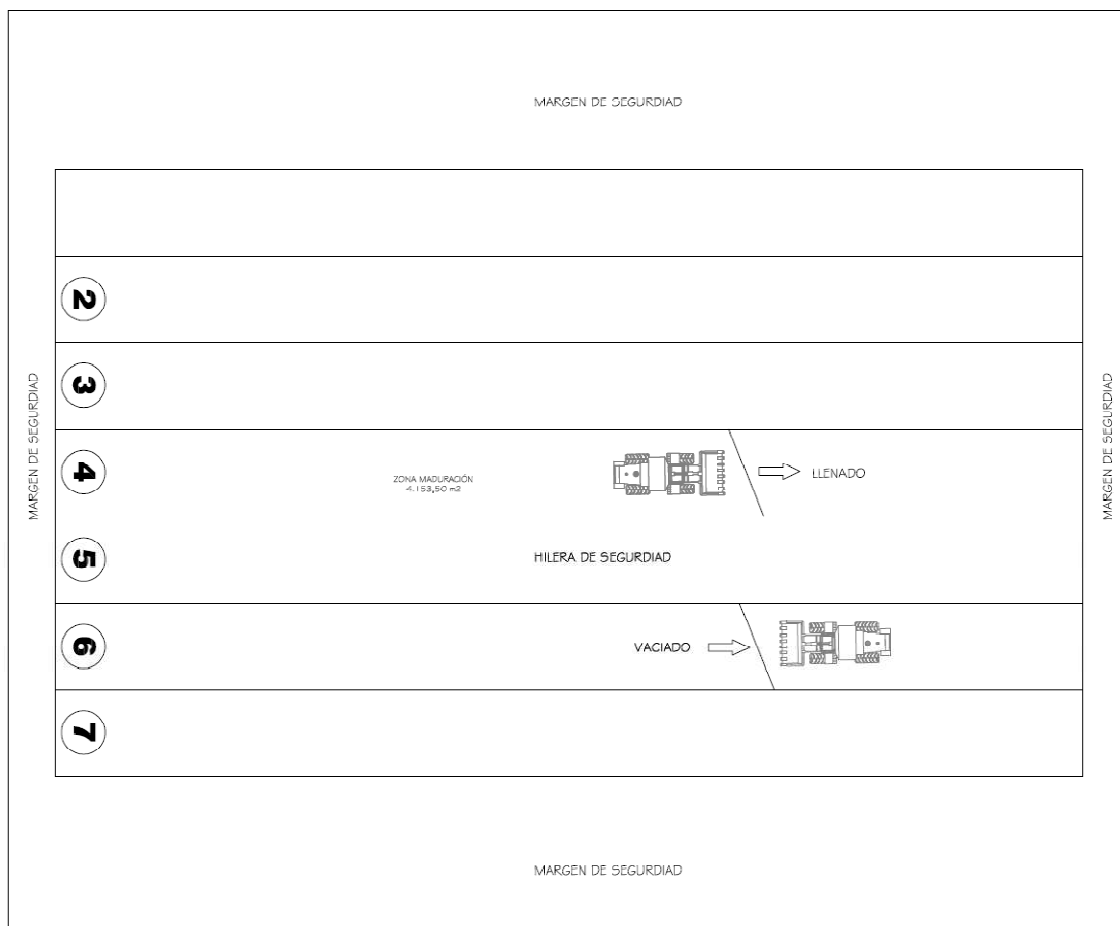


Fig 15. Distribución de la zona de maduración.

7.1.1. Aplicación de líquidos:

Los líquidos serán aplicados mediante aspersión. En esta fase las necesidades de agua se sitúan en torno los 91 l/t.¹ Basándonos en el artículo de M. Díaz las necesidades diarias estimadas de agua del pre-compost para cada una de las pilas de maduración serán de 0,2 m³. O lo que es lo mismo, para las 6 pilas, serán necesarios 1,2 m³ de agua diarios.

La instalación de riego por aspersión de la etapa de maduración consistirá en 4 líneas de 8 aspersores de impacto cada una, de 13 mm (1/2"), de bronce, de accionamiento de cuña y círculo completo, con un diámetro de aspersión de 11 m para humectar dos pilas a la vez. Cada uno de los aspersores tendrá una capacidad de 0,34 m³/h y una presión de

¹ M. Díaz. 2005

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

funcionamiento mínima de 5 bares. Estos estarán separados entre sí 5,5 metros. Se prevé que estén en funcionamiento unos 6 minutos diarios.

Este sistema será móvil, parecido a los sistemas de riego de los campos de maíz, en los que la instalación puede ser retirada en todo momento. Se ha escogido este sistema ya que debido al trabajo de las palas mecánicas, estas pueden dañar los equipos. También evitamos la construcción de una estructura exclusivamente para el sistema de riego que encarecería mucho la instalación.



Fig 16. Ejemplo de riego por aspersión mediante sistema desmontable.

En el artículo de M. Díaz, los cálculos son referidos a las toneladas totales del residuo que se dispone en un túnel de maduración. En nuestro caso se trata de pilas estáticas, con una evaporación superior, por lo que las necesidades de agua serán superiores. Este factor se ha corregido partiendo, para el cálculo, de la masa de M.O. inicial, sin haber restado las pérdidas en la etapa de descomposición y teniendo en cuenta que el residuo del experimento de Díaz era más pobre en contenido en agua.

8. Zona de post-tratamiento.

Esta zona incorpora las distintas fases y procesos:

- a) Recuperación de estructurante.
- b) Eliminación de impropios del compost.
- c) Acondicionamiento del estructurante.
- d) Impropios separados.
- e) Almacenamiento recirculado
- f) Almacenamiento del compost.

Esta zona también se ubicará en el interior de la nave. De esta forma evitaremos la emisión incontrolada de polvo y males olores.

8.1. Recuperación de estructurarte

La recuperación de estructurante se realizará mediante un trommel con luz de paso de 10 mm.

Se utilizará el mismo modelo de tommel que para la fase de pre-tratamiento, pero con una luz de paso de 10 mm en vez de 90 mm. El modelo TSM 3.500 de la casa comercial BEYER tiene unas dimensiones de 9,5 m x 2,5 m x 2,67 m (longitud x anchura x altura) y una capacidad de tratamiento de 30 m³/h. Su potencia es de 5,5 kW, para hacer funcionar el trommel, más un total de 4,1 kW para las distintas cintas transportadoras.

La capacidad del trommel es de 30 m³/h. Trabajando dos días la semana, durante el turno de 8 horas, será suficiente para hacer frente a las necesidades de post-tratamiento de la instalación.

8.1.1. Alimentación trommel

La alimentación del trommel se hará mediante banda transportadora. Esta aportara el pre-compost maduro que previamente habrá sido depositado en una tolva mediante pala mecánica.

La tolva de alimentación del trommel tendrá una capacidad de 48,00 m³, referente al 20% de la capacidad diaria de tratamiento de la línea de post-tratamiento (240,00 m³/día). Tendrá 2,5 metros de altura, 5 de largo y 4 metros de ancho. El vaciado se hará mediante sinfín con una potencia de 2 kW.

El transportador de banda para la alimentación del trommel, de 600 mm de ancho, tendrá una longitud total de 7,00 m, y con una pendiente de 40 % salvará un desnivel de 2,65 m.

8.2. Eliminación de impropios del compost

Los hundidos obtenidos en el trommel de 10 mm serán considerados como compost, y serán acondicionados mediante una mesa densimétrica, para lograr un compost con un reducido porcentaje de impropios.

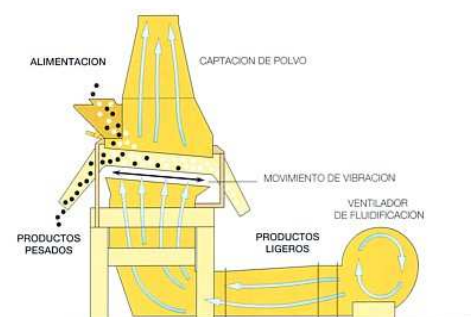


Fig 17. Esquema de una mesa densimétrica.

La mesa de separación densimétrica es un equipo que se utiliza para llevar a cabo una separación de partículas según su densidad. Por lo tanto, nada tiene que ver con una clasificación por tamaños.

En la instalación se utilizará el Modelo FM-240 de la casa Gosag, con una superficie de tratamiento de 3,12 m² puede llegar a tratar 16 t/h de compost.

Tabla 12. Características técnicas de la mesa densimétrica Modelo FM-240 de la casa Gosag.

Descripción	Medidas	Unidades
Ancho	1,3	m
Largo	2,5	m
Alto	2,5	m
Superficie tratamiento	3,12	m ²
Altura alimentación	2,1	m
Altura descarga	1,6	m
Potencia	32	kW
Producción	16	t/h
Granulometría	0-30	mm

8.2.1. Alimentación mesa densimétrica

La alimentación de la mesa densimétrica se hará mediante una banda transportadora, que salvará un desnivel de 0,70 m, con una pendiente del 35 % y longitud 2,5 m. La potencia de esta banda será de 1,5 kW.

El compost obtenido por la mesa densimétrica será dispuesto en el exterior de la nave mediante un transportador de banda de 1,5 kW de potencia y 600 mm de ancho. Tendrá una longitud de 4,5 m, y un desnivel de 50 %, para salvar los 1,9 m hasta el silo de almacenaje.

Los impropios obtenidos serán dispuestos en un sistema de bandas transportadora que los llevarán al silo de almacenamiento de impropios del pre-tratamiento, donde serán compactados y embalados.

Este sistema consiste en una banda transportadora de 9 metros de longitud con pendiente nula, que desembocará a otra banda de 600 mm de ancho (igual que la precedente) con una longitud de 9,5 y pendiente de 22%, para salvar el desnivel de 1,9 metros necesario. La potencia de las dos bandas será de 2 kW. En este sistema también serán depositados los plásticos provenientes de la separación neumática (8.3.1. Separación neumática).

8.3. Acondicionamiento del estructurante

La fracción gruesa separada mediante trommel (>10 mm), será acondicionada mediante una aspiración de plásticos y una criba de materiales gruesos (>25 mm).

Se prevé que esta fracción signifique el 40% del material que pase por esta fase. O sea, unos 10.064 m³/año.

8.3.1. Separación neumática

El acondicionamiento del recirculado, una vez cribado mediante el trommel, consistirá en una aspiración de los plásticos mediante un separador neumático.

Este sistema, que elimina mediante succión las partículas menos pesadas, se instalará sobre la banda transportadora que conduce el material a la criba vibrante. El equipo escogido es el

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Modelo 'V4' de la casa 'Terra Select'. Está diseñado para ir acoplado a una banda transportadora de 800 mm de ancho.



Fig 18. Separador neumático 'V4' de la casa 'Terra Select'.

El 'V4' está equipado con un ventilador de succión de 15 kW de potencia y otro ventilador de presión de 5,5 kW.

Los materiales aspirados serán depositados a la banda transportadora de los impropios obtenidos en la separación mediante la mesa densimétrica. Estos serán depositados en el silo de impropios de la línea de pre-tratamiento.

8.3.2.Criba vibrante

Una vez aspirados los plásticos, en el presente proyecto se prevé hacer una criba para diferenciar los recirculados grandes (>25 mm) de los recirculados medianos (de 10 a 25 mm).

Los recirculados medianos se utilizarán como masa filtrante para el biofiltro. Este material orgánico y poroso retiene los componentes fétidos, que también son orgánicos, por ayuda de microorganismos que se encuentran dentro del recirculado.

La criba se realizará mediante una criba vibrante de la casa comercial 'Terra Select'. El modelo utilizado será el ST6-75 con un las siguientes medidas: 8,0 m x 2,5 m x 2,0 m (largo x ancho x alto).



Fig 19. Criba vibrante modelo 'ST6-75' de la casa comercial Terra Select.

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

En la siguiente tabla se especifican sus características técnicas:

Tabla 13. Características técnicas de la criba vibrante modelo ST6-75 de la casa Terra Select.

Longitud Tambor (mm)	Diámetro tambor (mm)	Potencia (Kw)
7.500	2.000	2 x 11

8.4. Materiales obtenidos

Se prevé que los compuestos medianos signifiquen el 20% del reciclado recuperado, frente al 80% de los grandes.

La previsión es la de obtener 5.919,79 m³/año de reciclado (con tamaño superior a 25 mm), que será almacenado en el silo de reciclados. Por otra parte se obtendrán 1.479,95 m³ de reciclado mediano (de 10 a 25 mm), que será utilizado como material para el biofiltro.

La fracciones serán depositadas debajo de la criba (en el caso de las partículas de entre 10 a 25 mm) y al lado de la criba (los materiales de más de 25 mm).

Los reciclados obtenidos, los cuales se utilizarán en la fase de pre-tratamiento para dar más porosidad al residuo entrante, serán almacenados en un silo durante un período máximo de 4 días. El volumen de almacenamiento será de 89,4 m³, con unas paredes de 3 m de alto, una longitud de 10 metros y 4,5 metros de ancho.

Los reciclados medianos, destinados al biofiltro, serán almacenados temporalmente debajo de la criba, para ser transportados cuanto antes mediante pala mecánica, al respectivo silo de almacenamiento, al lado del biofiltro (15.2.1. *Necesidades capa activa*). Es en ellos donde tendrá su disposición final.

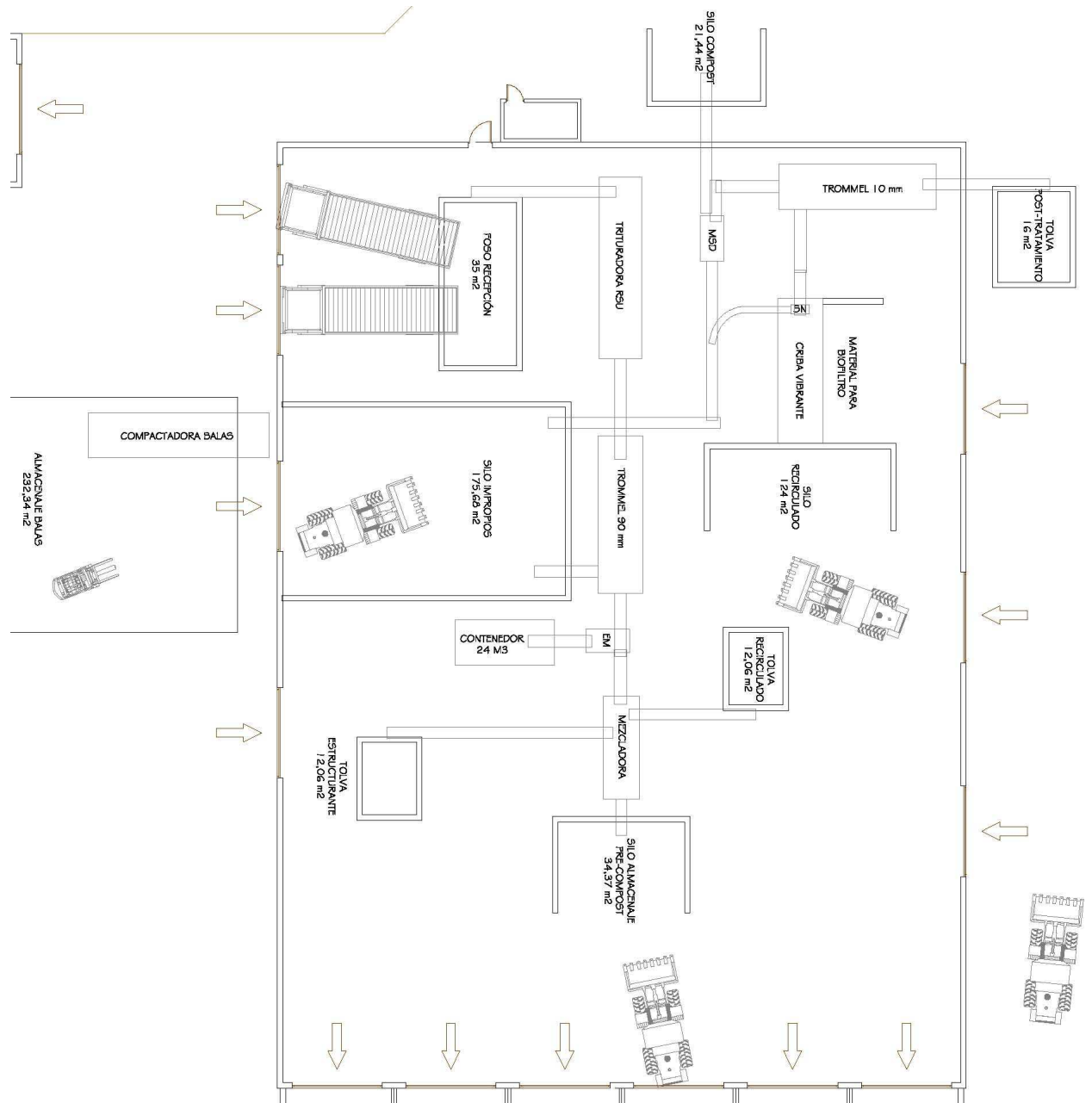
8.5. Impropios separados

Los impropios separados en este proceso vendrán de:

- a) Impropios obtenidos en la mesa densimétrica.
- b) Aspiración de plásticos del reciclado.

Se prevé que en la separación mediante la mesa densimétrica se generen 7.992 m³ de residuo al año. Y mediante la aspiración de plásticos se generarán 2.664 m³/año.

8.6. Esquema nave zona de recepción, pre-tratamiento y post-tratamiento del residuo.



9. Zona almacenamiento del compost

El compost, cuando salga del tratamiento de la mesa densimétrica, será almacenado temporalmente en un silo con una capacidad de 53,61 m³. Las dimensiones de este silo son 6,0 m x 4,0 m x 3,0 m (largo x ancho x alto).

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Desde este silo, será trasladado a la zona de acopio, mediante pala mecánica.

La producción de compost se estima en unos 7.031 m³ anuales. El almacenamiento de este material será como máximo de 2 meses (9 semanas) y se hará en una zona pavimentada, al aire libre (el agua de lluvia será considerada como agua sucia).

El sistema de almacenado será mediante pilas. Estas pilas, con el fin de evitar la emisión de polvo irán cubiertas con sistemas de malla rachel.

Partiendo de la siguiente información:

- la durada de la etapa de almacenado será de 9 semanas
- la previsión de volumen generado semanalmente de compost es de 136,6 m³,
- se aplica un factor de seguridad del 20%,
- las pilas tendrán una forma trapezoidal con una base de 5,5 m, una cumbre de 3 m y una altura de 2,5 m.
- el tiempo de llenado de cada una de las pilas será de 1 semana.

Se harán 10 hileras, de 16 m de longitud cada una. Siete estarán llenas, una se mantendrá como margen de seguridad para no mezclar productos viejos con tiernos y en dos se estarán haciendo el llenado/vaciado.

Esto supone una superficie total de 848,58 m². A parte también se ha tenido en cuenta la superficie destinada a los viales de servicio, de 10 metros de ancho y dispuestos a lo ancho de las pilas, a las dos bandas y una fila al medio, para poder hacer una gestión FIFO de los residuos. También se han resguardado unos márgenes de seguridad, para evitar la propagación del pre-compost de 3 metros de ancho.

Todo esto hace, que la superficie final para la etapa de maduración sea de 2.211,00 m², con 62,00 m de largo por 33,50 m de ancho.

El tamaño de las pilas vendrá determinado por el tamaño de la pala cargadora. Normalmente tienen una anchura de pala de unos 3 metros, por lo que se prevé formar pilas de 3 metros de ancho en su cumbre y 5,5 m en la base, con una altura de pila de 2,5 m.

En la siguiente figura se puede apreciar su distribución:

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

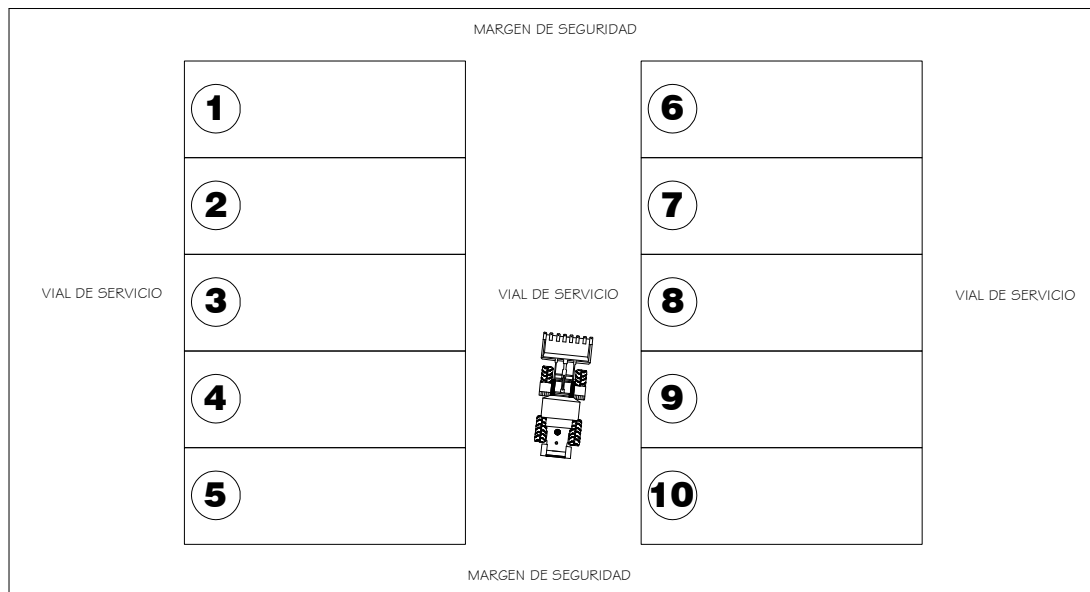


Fig 20. Distribución de la zona de almacenamiento del compost listo.

10. Zona de limpieza de vehículos.

Se trata de una nave de estructura metálica, pavimentada en hormigón y con sistema de recogida de lixiviados.

Teniendo en cuenta las dimensiones de un camión de recogida de basura grande, concretamente del modelo CROSS 25 de la casa Ros Roca (9,8 m de largo x 2,5 m de ancho) y dejando una anchura de vial de unos 3 metros en cada lado, las dimensiones de la nave serán de 8,5 m de ancho por 16 m de largo, y 5 m de alto en su punto más bajo.

A continuación se esquematiza la nave:

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

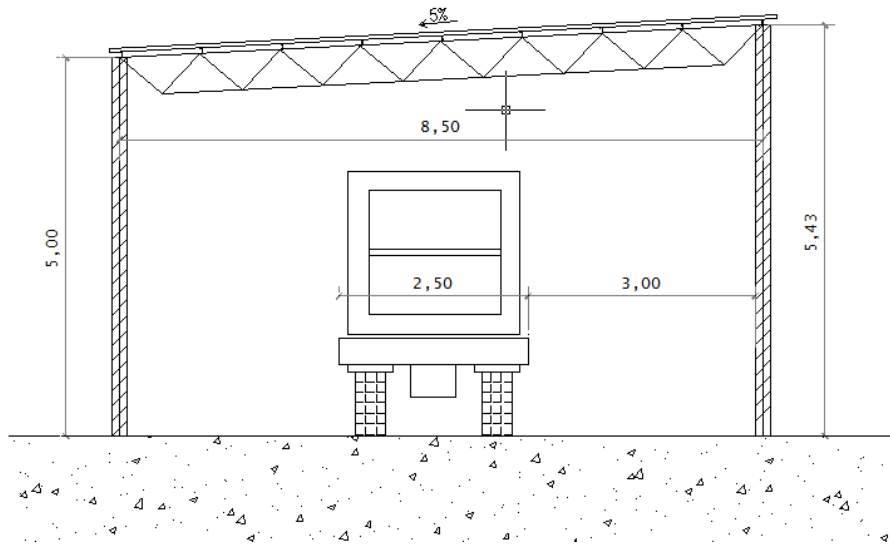


Fig 21. Esquema de la nave de limpieza.

Estará equipada con un sistema de lavado con agua a presión móvil tipo “Kärcher”. Este equipo también será utilizado para la limpieza de la nave.



Fig 22. Kärcher HDS 12/18-4 S.

El modelo necesario será el “Kärcher HDS 12/18-4 S” con un caudal de 1.500 l/h y una potencia de 8,4 kW. En la tabla siguiente se presentan sus datos técnicos:

Tabla 14. Datos técnicos de la Kärcher HDS 12/18-4 S.

Datos técnicos	
Tipo de corriente (V /Hz)	220/60
Caudal de agua (l/h)	1500
Máx. Presión (psi)	145
Máx. temperatura (°C)	95
Potencia absorbida (kW)	8.4
Peso (kg)	178
Medidas (Long. x Anch. x Alt.) (mm)	1330 x 750 x 1060
Depósito de detergente (l)	20
Depósito de detergente (l)	20 - 10

11. Zona de báscula

Esta zona estará constituida por dos equipos o espacios:

- a) La báscula
- b) Caseta para el control de entradas y salidas de materiales.

11.1. Báscula

Se instalará una báscula puente para el pesado de los camiones en la entrada y salida de la Planta de Compostaje.

La báscula será de tipo puente y electrónica, de 16 m de longitud y 3 de ancho, para una capacidad de 60.000 kg.

La estructura será en hormigón, con 2 Bigas longitudinales IP de 500 mm de altura y losa de hormigón de resistencia igual a 250 Kg/cm² con una altura aproximada de 240 mm.

Estará formada por 8 células electrónicas digitales de compresión, con una capacidad nominal de 40 toneladas y carga de ruptura de 60 toneladas. Estas células están fabricadas totalmente en acero inoxidable y son estanques a la inmersión prolongada (protección IP 68), sin alteración debido a los efectos del agua y preparada para trabajar a la intemperie.

Los apoyos de carga donde se ubican las células son rígidos con amortiguador antichoque con limpiador incorporado. Evita las oscilaciones y movimientos de la plataforma efectuados por los vehículos.

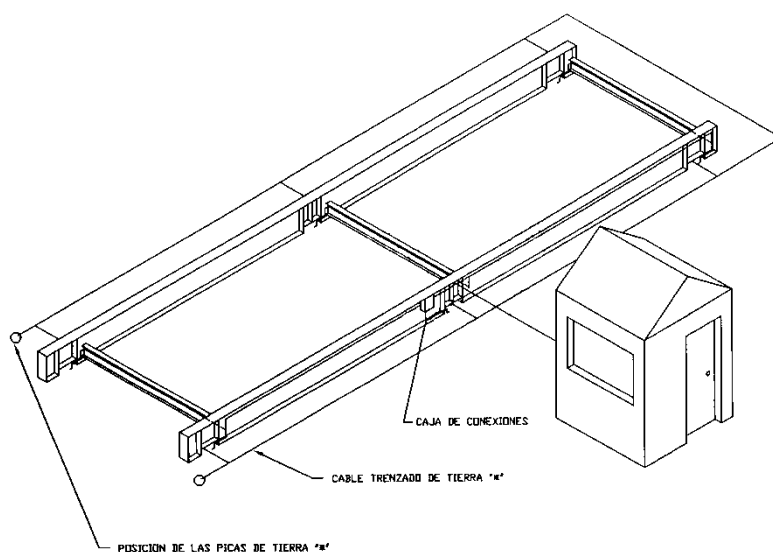


Fig 23. Esquema báscula.

La potencia instalada para la báscula será de 1 kW, con un rendimiento del 70% y funcionará 8 horas diarias.

11.2. Caseta para el control de entradas y salidas de materiales.

La caseta se instalará con el fin de controlar las entradas y salidas de materiales de la planta.

En esta se realizará el pesaje de los camiones, mediante la báscula anteriormente descrita, y también se tomarán muestras del material de entrada.

La información obtenida será enviada al laboratorio y las oficinas.

Este edificio tendrá unas dimensiones de 3,90 metros de largo por 2,25 metros de ancho, con una altura mínima de 2,7 metros. El techo de una sola agua será de chapa y tendrá un pendiente del 5%.

12. Zona de servicios y laboratorio

Esta zona incorpora los distintos espacios:

- a) Edificio de servicio a los trabajadores (vestuarios, comedor, lavabos, etc.).

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- b) Laboratorio
- c) Oficinas.
- d) Aparcamiento de vehículos privados.

Estos edificios estarán contruidos en estructura metálica y con muros de cerramiento de bloque de hormigón armado.

12.1. Mano de obra necesaria

Para poder hacer el dimensionado de la zona de servicios se ha estimado la mano de obra necesaria para el funcionamiento de la planta de compostaje.

Se prevé que hagan falta un total de 20 operarios.

En la siguiente tabla se resume esta estimación:

Tabla 15. Resumen necesidades personal.

Ubicación	Nº operarios
Maquinistas	7
Líneas	7
Mecánicos	2
Oficina y laboratorio	4
Total operarios	20

12.2. Edificio de servicio de los trabajadores

Está previsto que en la planta trabajen 20 operarios. Será necesaria la construcción de unos vestuarios, comedor y lavabos para estos.

Está previsto que la mayoría de trabajadores sean hombres.

Para el diseño de las instalaciones sanitarias se han seguido las pautas de Ernst Neufert en el libro 'Arte de proyectar en arquitectura' para edificios industriales con mucha suciedad. Así podemos deducir que serán necesarios los equipamientos descritos en las siguientes tablas:

Tabla 16. Equipamientos necesarios en los servicios de caballeros.

Servicios de caballeros		
Inodoros	3	ud
Canalón colectivo	1,2	m
Lavamanos	3	ud
Inodoros adicionales	1	ud
Duchas	2	ud
Vertedero	1	ud

Tabla 17. Equipamientos necesarios en los vestuarios de caballeros.

Vestuarios caballeros		
Nº armarios roperos dobles	20	ud
Superficie necesaria empleado	0,5	m ²

Tabla 18. Equipamientos necesarios en los servicios de mujeres.

Servicio de mujeres		
Inodoros	3	ud
Bidet	1	ud
Lavamanos	3	ud
Inodoros adicionales	1	ud
Cubos basura	2	ud
Duchas	2	ud
Vertederos	1	ud

Tabla 19. Equipamientos necesarios en los vestuarios de mujeres.

Vestuarios mujeres		
Nº armarios roperos dobles	5	ud
Superficie necesaria empleado	0,5	m ²

Los vestuarios de los hombres tendrán unas dimensiones de 6,20 m por 5,00 m. Los de las mujeres 6,20 m por 2,50 m. Los servicios de hombre y mujeres tendrán unas dimensiones totales de 3,40 m por 2,55 m.

Está previsto que los trabajadores se queden a comer a la planta. Para eso, es necesario el dimensionado de un espacio destinado a comedor. Este, tendrá las funciones únicamente de comedor, no está prevista la instalación de cocina, por lo que en el dimensionado solo se han tenido en cuenta el espacio necesario para comer y la instalación de dos picas de lavado, un bebedero, una nevera y un par de microondas.

Las dimensiones del comedor serán de 7,35 metros por 5,30, lo que supone una superficie total de 38,59 m².

Estas especificaciones cumplen con el Decreto Supremo n° 594, que aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo

12.3. Laboratorio

Es indispensable la disposición de un pequeño laboratorio con el utillaje que permita determinar:

- i) Los parámetros mínimos que requiere el control de calidad de los materiales a compostar y de los productos obtenidos:
 - pH (pH-metro).
 - Salinidad (conductímetro).
 - Contenido en materia seca (estufa y balanza).
 - Contenido en materia orgánica –opcional, pero deseable- (horno de mufla y balanza).

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Grado de madurez, recomendando por su simplicidad el método Rottegrade (vasos Dewar y termómetros).

ii) La Densidad aparente y la porosidad (báscula).

Así mismo, con independencia que los sistemas de control de las etapas de descomposición y de maduración ya posean, el laboratorio tendrá que disponer de sondas portátiles de temperatura y de determinación de oxígeno en la atmósfera interna de los materiales.

Las dimensiones del laboratorio serán de 5 metros de largo por 4,26, con una superficie total de 21,3 m².

12.4. Oficina

Para la gestión de la planta y el control de los materiales, será necesaria la disposición de una oficina. Esta oficina tendrá una superficie de 15 m² (5,0 m * 3,0 m).

Los espacios anteriormente descritos se agruparan en un mismo edificio, con una superficie total de 177,42 m². El edificio tendrá forma de 'T' con una entrada destinada a los servicios, vestuarios y comedor, que conformaran un cuadrado con una superficie de 137,51 m². Sus dimensiones serán de 12,5 m de largo por 10,8 m de ancho. La parte más estrecha del edificio es donde se ubicaran la oficina y el laboratorio, con entradas independientes al anterior espacio descrito y también entre sí. Este espacio tendrá unas dimensiones de 7,75 m de largo por 5,15 m de ancho, lo que supone una superficie total de 39,91 m².

En la siguiente figura se puede apreciar el edificio anteriormente descrito:

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

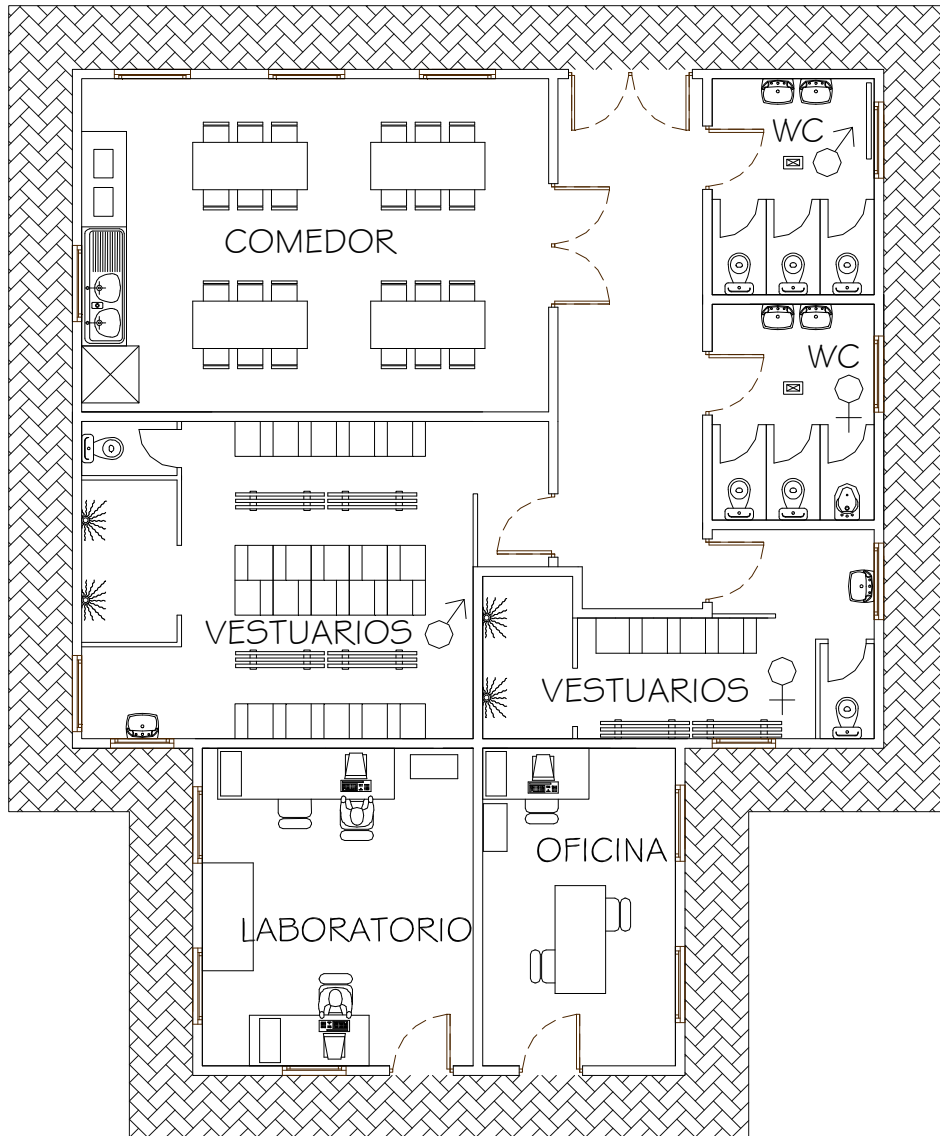


Fig 24. Esquema del edificio de servicios, laboratorio y oficina.

12.5. Aparcamiento de vehículos privados

El aparcamiento se dimensionará para un total de 40 plazas, con el fin de cubrir las necesidades de los operarios de la planta más la llegada de visitas. Ocupara una superficie total de 1.089 m².

El tipo de aparcamiento será a 90°, desde ambos sentidos. La anchura y longitud de las plazas serán respectivamente 2,5 m y 5 m. El espacio de carril de 6,5 m.

13. Zona de maquinaria y taller.

Esta zona incorpora los distintos espacios:

- e) Aparcamiento de la maquinaria móvil.
- f) Taller de mantenimiento.

Está previsto que la maquinaria que tendrá que ser aparcada en esta zona sea: 2 palas mecánicas y una trituradora. El taller de mantenimiento se situará en la misma nave de aparcamiento de maquinaria.

La superficie necesaria total será de unos 256,87 m². La nave tendrá una altura mínima de 5,5 m y unas dimensiones de 17,00 m de largo por 15,11 m de ancho.

14. Zona de almacenamiento de lixiviados

Tanto los lixiviados generados en la planta, como las aguas sucias debidas a los episodios de lluvia, serán conducidos a un depósito de recogida de estos. Serán tratadas conjuntamente.

Esto es debido a la poca pluviometría de la zona, que no hace viable la idea de aprovechar las aguas de lluvia para ser utilizadas en las fases de descomposición y maduración del proceso de compostaje.

14.1. Generación de lixiviados y aguas pluviales sucias

El depósito tendrá que tener capacidad para almacenar:

- a. El lixiviado generado por la masa de residuo, excluyendo el estructurante, presente a en las etapas de descomposición y de maduración, y que se estima será respectivamente el 5 y el 1% de esta masa.

$$V_{ld} = Q_d \cdot (0,05) \cdot (1 \text{ año}/52 \text{ semanas}) \cdot t_d \cdot 1,5$$
$$V_{lm} = Q_d \cdot (0,01) \cdot (1 \text{ año}/52 \text{ semanas}) \cdot t_m \cdot 1,5$$

donde

- V_{ld} y V_{lm} = volúmenes, en m³, de lixiviado que habrá que almacenar procedente respectivamente de las etapas de descomposición y de maduración.
- Q_d = capacitado de diseño de la instalación, excluyendo la estructurando, expresada en t/año.
- t_d y t_m = duración, en semanas, de las etapas de descomposición y de maduración respectivamente.
- 1,5 = factor de seguridad.

Mediante este cálculo se ha obtenido un volumen estimado de lixivados y que toma el valor de 173,08 m³/año, procedentes de la descomposición y 103,85 m³/año, procedentes de la maduración.

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- b. El agua de lluvia escurrida de las superficies de la planta y que están en contacto directo (considerados lixiviados) o indirecto (aguas pluviales sucias), con el residuo, pre-compost o compost.

$$V_s = (S_1 + S_2 + S_3 + \dots) \cdot PM \cdot Fs/1000$$

donde

- o V_s = volumen, en m^3 , que habrá que almacenar procedente de las zonas anteriormente mencionadas, que no estén protegidas de la lluvia.
- o $S_1, S_2, S_3 \dots$ = superficie, en m^2 , de las zonas mencionadas.
- o PM = lluvia máxima en 24 horas para un periodo de regreso de 10 años, expresada en L/m^2 .
- o Fs = factor de seguridad, igual a 1,25 si la pluviometría anual media es inferior a $600 L/m^2$, y 1,50 si es superior a este valor.

El resumen de este cálculo se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 20. Resumen de los lixiviados y aguas sucias generados en episodios de lluvia

Zona	Superficie (m^2)	Cubierta	Lixiviados (m^3)	Aguas pluviales sucias (m^3)
Nave pre-tratamiento	1.990,34	si	0,00	
Fracción vegetal	1.006	no		40,23
Túneles descomposición	840,69	si	0,00	
Etapa de maduración	3.750,81	no	150,03	
Almacenamiento compost	1.764,43	no		70,58
Almacenaje balas impropios	232,34	no	9,29	
Biofiltro	497,92	no	19,92	
Nave limpieza vehículos	24,30	si	0,00	
Nave taller	234,60	si	0,00	
Viales sucios	4.845,04	no	193,80	
TOTAL			373,04 m^3	110,81 m^3

- c. Otras generaciones:

Lavador gases	34,42 $m^3/año$
Limpieza vehículos	1.987,50 $m^3/año$
Limpieza nave	858,60 $m^3/año$
Servicios y laboratorio	2.213,28 $m^3/año$

14.2. Dimensionado

Para el dimensionado del depósito se ha tenido el volumen mensual de lixiviados generados por el residuo más las otras operaciones de la instalación, y el volumen total de agua de lluvia. En total unos $1.000 m^3$ de líquido.

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Partiendo de la base que el depósito tendrá una profundidad de 4 metros desde el nivel del suelo, éste tendrá unas dimensiones de 25 metros de largo por 16 de ancho. La previsión de llenado será mensual en épocas de lluvia, y cada 2 meses en épocas de sequía.

Una vez lleno, será vaciado mediante camión y enviado al gestor pertinente. Esta opción ha sido escogida debido a la proximidad de la planta de tratamiento de aguas servidas, la cual podría gestionar estos lixiviados de forma adecuada.

Lo adecuado sería hacer una tubería de conexión directa entre la planta de compostaje y la planta de aguas servidas. Este elemento podrá ser evaluado una vez puesta en marcha la planta.

Los muros del depósito sobre saldrán unos 100 cm, como medida de protección frente a las caídas. Aún así el acceso al perímetro de este será regulado mediante una valla de 2 metros de altura y con puerta cerrada con llave. También tendrá un par de salvavidas.

15. Sistemas de tratamiento de gases

El proceso de depuración de gases mediante biofiltración consta generalmente de un pretratamiento de lavado que filtra y acondiciona el aire a tratar, haciendo que alcance la temperatura y la humedad óptimas para el tratamiento biológico posterior. El biofiltro propiamente dicho está formado por una estructura porosa e inerte que sirve de soporte de los cultivos bacterianos que realizan la depuración. A medida que el gas atraviesa el lecho filtrante, los contaminantes y nutrientes son incorporados por los microorganismos presentes en el biofiltro que los transforman en compuestos inocuos.

15.1. Lavador de gases

El aire más cargado de contaminantes (el que proviene de los túneles de descomposición) será lavado mediante vía húmeda. El lavador de gases por vía húmeda, combina la función de ventilador con la de colector de polvo. El equipo tiene básicamente las mismas dimensiones que corresponden a un ventilador centrífugo.

En nuestro caso utilizaremos la tecnología 'RotoClone Modelo "W"' de la casa comercial 'AAF International'.

El aire cargado de polvo penetra en el equipo, donde queda expuesto a un fino chorro de agua. Un "spray" adicional aporta el agua necesaria para mantener una película de agua en las palas del rodete.

Al ser el agua y el polvo más pesados que el aire, entran en colisión en las paletas del propulsor y son dirigidos hacia el interior del "cono de agua" gracias al diseño especial de las paletas y la fuerza centrífuga del propulsor rotativo.

El lodo es drenado a través del tubo de descarga de lodos hacia la cámara de expansión. En dicha cámara el aire secundario (aproximadamente un 10% del caudal total) y el lodo son separados, drenando éste a través del tubo de drenaje. El caudal principal del aire sale a través del conducto de salida de aire limpio.

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

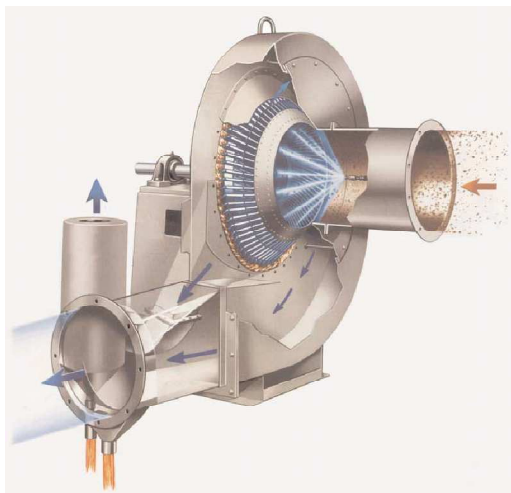


Fig 25. Esquema lavador de gases 'RotClone Modelo "W"'.

Las dimensiones del equipo necesario para nuestra instalación, el modelo '45', están especificadas en la siguiente tabla:

Tabla 21. Especificaciones técnicas del 'RotoClone Modelo "W" 45'.

Características técnicas		
Ancho	mm	3.697
Largo	mm	5.484
Alto	mm	4.196
Capacidad	m ³ /h	(40 -100)*10 ³
Consumo agua	l/m ³ /h	0,0026
Potencia	kW	11

El lavador de gases se ubicará en una nave adosada a los túneles de compostaje, donde también se ubicará el equipo de bombeo. Ésta estará construida mediante una estructura metálica y cerramiento con bloque de hormigón. El techo será de plancha metálica con una pendiente del 5%. Sus dimensiones serán de 12 m de largo por 5 m de ancho, y 3 metros de alto en su punto más bajo.

15.2. Biofiltro.

Un filtro biológico se compone de las siguientes unidades:

- Sistema de distribución del aire
- Capa activa de filtro (compost mediano + corteza de pino)
- Sistema de humedecimiento (manual o con riego automático)
- Sistema de drenaje de las aguas lixiviadas del filtro biológico

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

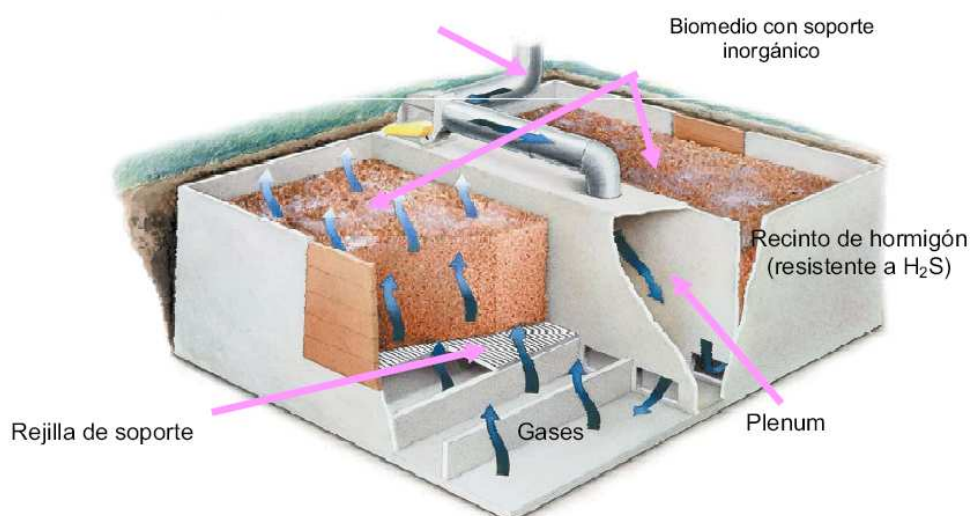


Fig 26. Esquema de funcionamiento de un biofiltro.

El aire sucio se inyecta a la capa de filtro por un sistema adecuado de distribución (por ejemplo: tubería con huecos para la salida del aire). La capa de lecho filtrante debe tener una altura de 1 - 1.5 m. El filtro biológico no debe secarse, debe tener la humedad del compost nuevamente cosechado, que se puede mantener con riego manual o automático. Las dimensiones del filtro biológico se calculan según la cantidad de aire contaminado. Los parámetros más importantes para la construcción de filtros biológicos se presentan en la Tabla 22.

Tabla 22. Parámetros para construcción de filtros biológicos. Fuente: J. Jager. 1995

Parámetro	Necesidad
Personal	0.8 - 1 hora de trabajo/(m ² del área del filtro * año)
Consumo de agua	1 - 1.5 m ³ /(m ² del área del filtro * año)
Consumo de energía	1.8 - 2.5 kW/1100 m ³ de aire contaminado

Los requerimientos de superficie del biofiltro, según la casa comercial Ros Roca, vienen definidos por la siguiente relación: 150 m³/m²*h. Así, teniendo en cuenta que el flujo de aire previsto será de 72.862 m³/día de los túneles de descomposición y de 1.719.567 m³/día de la nave de pre-tratamiento, la superficie total necesaria de biofiltro será de 497,92 m². De esa forma conseguiremos unos tiempos de retención o residencia de los gases de 30 segundos (máximo), con unas velocidades de avance del aire de 0,041 m/s.

La regeneración de aire en la nave de pre-tratamiento se ha calculado a partir de los datos referentes a la sección SH3 del CTE, en la que nos indica que la ventilación mínima en un local destinado al almacén de residuos tiene que ser de 10 l/s cada m² útil.

El biofiltro estará compartimentado en 4 cámaras, con sistema de alimentación de gas independiente. De esta forma, si una cámara presenta problemas o se tiene que cambiar la capa filtrante, el biofiltro no tendrá que dejar de funcionar por completo.

El filtro tendrá una altura total de 2 metros. Cada una de las cámaras depondrá de una puerta de 4 metros de ancho, para poder entrar con la pala mecánica y cambiar el medio filtrante.

La inyección del aire sucio se realizará por el suelo mediante solera aireada. Está estará construida mediante tubos pre-fabricados con agujeros que permitirán la entrada de aire y además la recogida de los lixiviados.

15.2.1. Necesidades capa activa

El lecho filtrante de los filtros biológicos puede estar formado por el mismo compost producido en la planta. Este material orgánico y poroso retiene los componentes fétidos, que también son orgánicos, por ayuda de microorganismos que se encuentran dentro del compost grueso. También pueden ser utilizados otros materiales orgánicos, como pueden ser cortezas de pino o material vegetal triturado.

En nuestro caso se utilizará los recirculados de tamaño mediano (entre 10 y 25 mm de diámetro). Se prevé que se generen un total de 1.479,95 m³/año de este material.

Teniendo en cuenta que el volumen necesario de capa activa, si esta tiene una anchura de 1,25 m, es de 622,40 m³ y que el componente activo de este material será cambiado cada 2 meses, el recirculado hundido supondrá un volumen de 227,68 m³. El resto, 394,72 m³, tendrá que provenir de otros materiales como corteza de pino, fracciones vegetales, etc.

Para el almacenado de este soporte biológico será necesaria la construcción de un silo con capacidad para cubrir la demanda de material en el momento del cambio de este en el biofiltro, o sea, 622,40 m³. Con una altura de paredes de 2,5 m, el silo tendrá unas dimensiones de 2,30 metros de largo por 12,80 metros de ancho.

La capa de componente activo, una vez 'gastada' será sustituida. El material eliminado será recogido y enviado a un botadero controlado.

15.3. Condiciones de operación del biofiltro

La operación de un sistema de biofiltración viene condicionada por una serie de factores propios de los procesos basados en microorganismos. Si estos factores son controlados adecuadamente, los biofiltros pueden trabajar largos periodos con niveles de eficacia de depuración muy elevados. Entre los factores principales se puede destacar²:

- a) **Humedad:** suele ser el factor más importante y la causa de la mayoría de casos de mal funcionamiento de biofiltros industriales. Aunque la humedad óptima dependerá obviamente de las características del material de soporte, los valores de humedad deberían estar en la mayoría de los casos entre el 40-60%.
- b) **Temperatura:** la mayoría de los filtros, en condiciones normales, operan en un rango de temperaturas de entre 30 y 40 °C. Aunque el control de la temperatura de operación no es posible normalmente, se debe procurar que los valores de esta variable se mantengan constantes.
- c) **pH:** el valor del pH ha de estar próximo a la neutralidad, lo que suele ser habitual en la mayoría de materiales de soporte. Al mismo tiempo, una elevada capacidad tampón del material (como es el caso del compost) también provocará pocas fluctuaciones del valor del pH.

² J. M. 2009

- d) **Nutrientes:** en este caso, el uso de materiales de soporte orgánico como compost, permite que exista una elevada disponibilidad de los mismos.

15.4. Especificaciones del sistema tratamiento de gases

El sistema de desodorización del aire de extracción de la instalación estará compuesto por:

- Cuatro ventiladores de 0-70.000 m³/h, dos ventilando y dos aspirando en el interior de la nave.
- 12 ventiladores de 0-23.760 m³/h, controlados por variadores de frecuencia, 6 aspirando el aire del interior de los túneles y 6 inyectando aire.
- Lavador para la reducción de la carga del aire.
- Humidificador.
- Biofiltro de 497,92 m² para la desodorización.

Además, cada cámara, dispondrá de:

- Una sonda de temperatura, para medir la temperatura del lecho filtrante.
- Una sondas de humedad, para medir la humedad del compost.

Para la aspiración del aire proveniente de los túneles se utilizarán ventiladores centrífugos de media presión de la casa comercial Casals Ventilación, concretamente el modelo 'MBZM 901 T4 50 P/R'. Este ventilador es accionado mediante motor trifásico con una potencia de 37 kW y da un caudal máximo de 23.760 m³/h. En la siguiente tabla se pueden apreciar sus características técnicas:

Tabla 23. Características técnicas del ventilador modelo 'MBZM 901 T4 50 P/R'.

Descripción	Medidas	Unidades
R.P.M. máx	1.475	rpm
I máx (400 V)	65,2	A
P. Nom.	37	kW
Caudal máx.	23.760	m ³ /h
Sonido	90	dB
Peso	598	kg

Indicados básicamente para usos en aspiración a través de separadores de partículas tipo ciclón y cualquier tipo de transporte de aire sucio o con materia sólida. Están diseñados para montaje en tubería.

En el caso de la ventilación de la nave se realizara mediante cuatro ventiladores helicoidales tubulares. Dos destinados a la entrada de aire fresco y los otros dos a la conducción del aire viciado al biofiltro. El ventilador que mejor se ajusta de la casa 'Canals Ventilación' es el modelo 'HM 125 T6 10', con una capacidad máxima de 80.000 m³/h y equipado con un motor de 7,5 kW. En la siguiente tabla se especifican sus características:

Tabla 24. Características técnicas del ventilador modelo 'HM 125 T6 10'.

Descripción	Medidas	Unidades
R.P.M. máx	970	rpm
I máx (400 V)	15,4	A
P. Nom.	7,5	kW
Caudal máx.	70.000	m ³ /h
Sonido	80	dB
Peso	370	kg

Este equipo está indicado básicamente para usos de ventilación en general, renovación de ambientes viciados en edificios e industrias, extracción de humo e inyección de aire fresco en todo tipo de locales, edificios y naves industriales.



Fig 27. Ventilador helicoidal tubular de la serie HM.

15.4.1. Canalizaciones

El aire aspirado por los ventiladores de la nave será enviado directamente al biofiltro. Por su parte, el aire proveniente de los túneles de descomposición será tratado previamente por el lavador de gases para posteriormente ser enviado también al biofiltro.

En el plano 15 se puede apreciar la distribución de la instalación de tratamiento de gases.

Los gases serán conducidos mediante tuberías de acero galvanizado de 300 mm. Estas irán dispuestas de forma aérea. En el espacio entre la nave de bombeo y el biofiltro las conducciones irán suspendidas al aire a una altura superior a los 5 metros.

15.5. Necesidades aplicación de líquido

Las necesidades de aplicación de líquido para cada una de las cámaras se estiman en unos 705 l/día.

La instalación de riego por aspersión de los biofiltros en 4 líneas de 5 aspersores de impacto cada una, de 13 mm (1/2"), de acero inoxidable y círculo completo, con un diámetro de

aspersión de 6,2 m para humectar el lecho del biofiltro. Cada uno de los aspersores tendrá una capacidad de 0,32 m³/h y una presión de funcionamiento mínima de 2 bares. Estos estarán instalados en la parte superior de los muros del biofiltro.

16. Zona depósitos de combustibles líquidos

El dimensionado del depósito se ha hecho con la previsión de contener el consumo mensual de gasoil a la planta. Según los cálculos efectuados en el *Anejo 8: Cálculos Dimensionado Planta* se prevé un consumo anual de 67.000 l de gasoil.

El recinto e instalación destinada al almacenamiento del combustible cumplirá con el Decreto Supremo N° 379/85 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, publicado en el Diario Oficial del 19 de Marzo de 1986, por el que se aprueba el reglamento sobre requisitos mínimos de seguridad para el almacenamiento y manipulación de combustibles líquidos derivados del petróleo destinados a consumos propios.

También con la NCh 389 Of. 1972. Sustancias peligrosas - Almacenamiento de sólidos, líquidos y gases inflamables - Medidas generales de seguridad

La clasificación del líquido inflamable a almacenar será de Clase I: Combustibles con punto de inflamación menor que 37,8°C, establecida en el D.E. 278/82.

Los requerimientos específicos para este tipo de almacenamiento son:

- i) Almacenamiento sobre 1,1 m³. Previamente a su puesta en servicio, estas instalaciones deberán ser inscritas en la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, para lo cual se deberá acompañar un plano de ubicación del almacenamiento, indicando su capacidad, clase de combustibles, distancias de seguridad a las construcciones propias y de terceros, vías públicas, etc., y una declaración de conformidad del almacenamiento con lo dispuesto en el Reglamento 379/85.
- ii) Los depósitos tienen que ser homologados y montados por instaladores autorizados.
- iii) Los depósitos tienen que disponer de doble camisa o, en su defecto, de una cubeta de seguridad con capacidad suficiente para recoger todo el volumen del depósito.
- iv) Se tienen que localizar lejos de cualquier actividad -al menos 10 m-.
- v) Situarlos en zonas donde los posibles derramamientos accidentales no supongan efectos indeseables para las personas o el medio ambiente.
- vi) Disponer de un extintor de polvo químico de al menos 10 kg.
- vii) Se contemplaran letreros de advertencia tales como: "INFLAMABLES – NO FUMAR NI ENCENDER FUEGO", visibles a lo menos a 3 metros de distancia.

El depósito tendrá una capacidad de 8 m³, con los que hará frente a las necesidades mensuales de combustible. Las dimensiones y características están descritas a continuación.

La empresa SOLUMED distribuye 'kits' de depósitos almacenaje de gasóleo doble pared. Este 'kit' contiene:

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Tanque de doble pared aéreo, construido según normas UNE.
- Valla metálica contra impactos.
- Escalera con plataforma.
- Surtidor automático con bomba eléctrica auto aspirante (50 l/min, 22V, IP-55), contador mecánico.
- Cuadro eléctrico IP-55, con diferencial, térmico y guarda motor.
- Detector de fugas.
- Conjuntos de aspiración y venteo.
- Indicador de nivel y tabla de calibración.
- Válvula de sobrellenado.
- Boca de carga 3" de cierre rápido (VK).
- Extintor 10 kg. Polvo ABC.
- Carteles de instalación y extintor.

El depósito que mejor se ajusta a nuestras necesidades es el Equipo 8.000, con una capacidad para 8 m³ de gasoil tiene las siguientes características:

Tabla 25. Características técnicas depósito combustibles 'Equipo 8000' de Solumed.

Características	Valor	Unidades
Largo	4500	mm
Ancho	2100	mm
Alto	2600	mm
Peso	2500	kg
Potencia	2	kW

17. Zona perimetral

Existirá un una valla perimetral que recorrerá toda la instalación. Esta valla tendrá una altura mínima de 2 m desde la cota del pavimento.

El perímetro de la instalación tendrá una longitud total de 701,38 m y ocupara una superficie total de unos 29.879,95 m² (unas 3 ha).

También se hará una plantación de árboles a lo largo del perímetro, para conseguir mitigar los posibles impactos visuales y de ruido una vez la planta este en funcionamiento.

18. Cuadro resumen características de las alternativas adoptadas y maquinaria.

Zona	Fase/material	Tecnología adoptada	Equipo de vaciado o traslado	Tiempo	Volumen diseño	Superficie (m ²)	Confinado	Ubicación	Aguas de lluvia	Pavimento
Zona de recepción y pre-tratamiento	Descarga y almacenamiento temporal residuo	Foso	Transportador de banda con cinta nervada	24 h máximo	50% diario	44,16	si	Nave	Aguas Limpias	Hormigón
Zona Fracción Vegetal	Descarga y almacenamiento Fracción Vegetal	Playa	Pala mecánica	1 año	20% anual	1.200,00	no	Aire libre	Aguas Sucias	Tierra compactada
Zona Fracción Vegetal	Preparación del estructurante	Trituradora/desfibriladora de alta velocidad	Pala mecánica	1 semana	1 semana	--	no	Aire libre	Aguas Sucias	Tierra compactada
Zona de recepción y pre-tratamiento	Preparación de las pre-mezclas	Trituradora de baja velocidad de rotación	Transportador de banda con cinta nervada	FIFO	diario	37,56	si	Nave	Aguas Limpias	Hormigón
Zona de recepción y pre-tratamiento	Separación de impropios	Trommel Ø90 mm.	Transportador de banda con cinta nervada	FIFO	diario	23,75	si	Nave	Aguas Limpias	Hormigón
Zona impropios	Impropios separados	Silo con paredes laterales	Transportador de banda con cinta nervada	2 días	2 días	175,68	si	Nave	Aguas Limpias	Hormigón
Zona impropios	Compactación impropios	Embaladora	Pala mecánica - Toro electrico	6 días	6 días	232,34	no	Aire libre	Aguas sucias	Asfalto
Zona impropios	Impropios metálicos	Separador electromagnético.	Transportador de banda con cinta nervada	31 días	31 días	13,75	si	Nave	Aguas Limpias	Hormigón
Zona de recepción y pre-tratamiento	Mezcla y/u homogeneización	Mezcladora	Transportador de banda con cinta nervada	FIFO	diario	11,66	si	Nave	Aguas Limpias	Hormigón
Zona de recepción y pre-tratamiento	Estructurante y recirculado	Tolva	Transportador de banda con cinta nervada	1 día	30% diario	24,12	si	Nave	Aguas Limpias	Hormigón

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

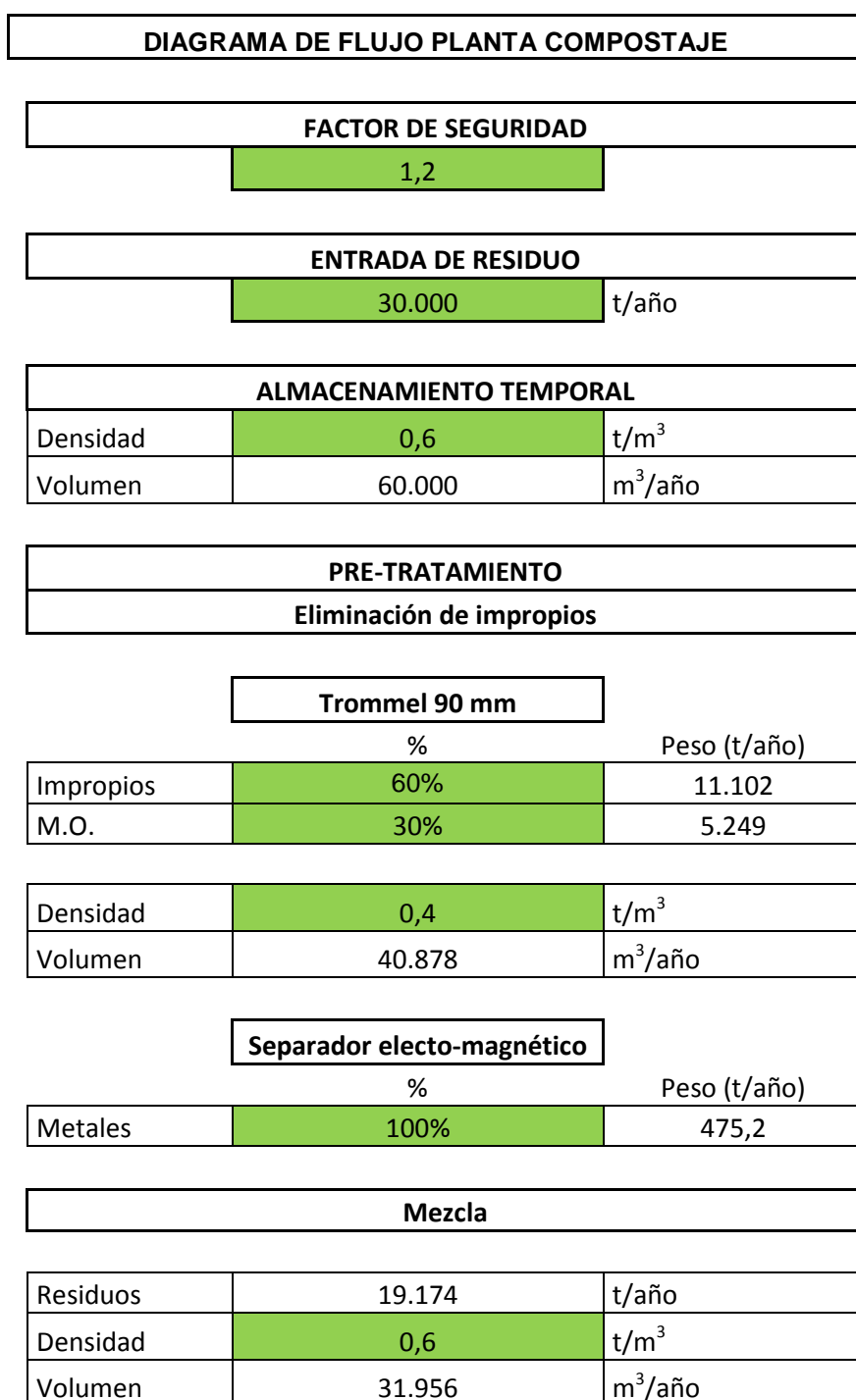
Zona de recepción y pre-tratamiento	Almacenamiento mezcla preparada	Silo con paredes laterales	Pala mecánica	1 día	50% diario	34,37	si	Nave	Aguas Limpias	Hormigón
Zona descomposición	Descomposición	Túnel estático	Pala mecánica	2 semanas	2 semanas de mezcla	925,83	si	Nave	Aguas Limpias	Hormigón + tubos prefabricados
Zona descomposición	Ventilación túnel descomposición	Impulsión: tubo-prefabricado. Aspiración: ventilador.	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona descomposición	Aplicación de líquido descomposición	Aspersión	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona Maduración	Maduración	Pilas estáticas	Pala mecánica	6 semanas	6 semanas de pre-compost	4.153,50	no	Aire libre	Lixiviados	Asfalto
Zona Maduración	Aplicación de líquido descomposición	Aspersión	--	--	--	--	--	--	--	--
Zona Post-tratamiento	Almacenamiento pre-compost en espera de ser tratado	Silo metálico con descarga inferior	Pala mecánica	1 día	20% diario	19,20	no	Nave	Aguas Sucias	Hormigón
Zona Post-tratamiento	Recuperación estructurante	Trommel Φ 10 mm	Transportador de banda con cinta nervada	FIFO	diario	23,75	si	Nave	Aguas Limpias	Hormigón
Zona Post-tratamiento	Eliminación de impropios pre-compost	Mesa densimétrica	Transportador de banda con cinta nervada	FIFO	diario	3,25	si	Nave	Aguas Limpias	Hormigón
Zona impropios	Impropios separados mesa densimétrica	Silo con paredes laterales	Transportador de banda con cinta nervada	2 días	2 días	--	si	Nave	Aguas Limpias	Hormigón
Zona Post-tratamiento	Acondicionamiento recirculado	Separador neumático	Transportador de banda con cinta nervada	FIFO	diario	0,50	si	Nave	Aguas Limpias	Hormigón

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Zona Post-tratamiento	Impropios separados serparador neumático	Silo con paredes laterales	Transportador de banda con cinta nervada	2 días	2 días	--	si	Nave	Aguas Limpias	Hormigón
Zona Post-tratamiento	Cribado	Criba estática inclinada	Pala mecánica	2 días	2 días	20	no	Aire libre	Aguas Sucias	Hormigón
Zona Post-tratamiento	Almacenamiento Recirculado	Silo con paredes laterales	Transportador de banda con cinta nervada	4 días	4 días	44,68	si	Nave	Aguas Limpias	Hormigón
Zona Almacenamiento del compost	Almacenamiento compost	Silo con paredes laterales	Transportador de banda con cinta nervada	2 días	2 días	21,44	no	Aire libre	Aguas Sucias	Asfalto
Zona Almacenamiento del compost	Almacenamiento compost	Pilas	Pala mecánica	2 meses	2 meses de compost	1.764,43	no	Aire libre	Aguas Sucias	Asfalto
Zona depósito de lixiviados	Lixiviados y aguas sucias	Depósito planta rectangular	Tuberías	1 mes	1 mes	429,96	--	--	--	--
Zona de tratamiento de gases	Filtro de gases	Scrubber + Biofiltro	Pala mecánica	--	--	497,92	no	Aire libre	Lixiviados	Hormigón + tubos prefabricados
Zona de tratamiento de gases	Almacenamiento material biofiltro	Silo con paredes laterales	Pala mecánica	--	622,4 m3	248,96	no	Aire libre	Lixiviados	Hormigón
Zona limpieza	Limpieza equipos y maquinaria	Equipos de agua a presión	--	--	--	136,00	si	Nave	Aguas Limpias	Hormigón
Zona taller	Taller de maquinaria	--	--	--	--	256,87	si	Nave	Aguas Limpias	Hormigón
Zona deposito combustibles	Combustibles fósiles	--	--	--	--	51,85	no	Aire libre	Aguas Limpias	Asfalto
Zona báscula	Báscula	--	--	--	--	64,00	no	Aire libre	Aguas Sucias	Asfalto
Zona servicios y laboratorio	Servicios y laboratorio	--	--	--	--	176,83	si	Nave	Aguas Limpias	Hormigón
Zona Parquin	Parquin de coches	--	--	--	--	900,00	no	Aire libre	Aguas Limpias	Asfalto

19. Diagrama de flujo

A continuación se presenta el diagrama de flujo previsto para la planta de compostaje. Cabe destacar que estos cálculos son teóricos y se tendrán que reajustar una vez la planta este en funcionamiento, pudiendo reducir o aumentar su capacidad de tratamiento en función de la composición y características de los residuos a tratar.



ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Proporción residuo/estructurante		
	2	/1

Estructurante		
Volumen	15.978	m ³ /año

Volumen final mezcla		
----------------------	--	--

Reducción de volumen al mezclar		
	5%	
Volumen	45.537	m ³ /año

DESCOMPOSICIÓN		
-----------------------	--	--

Entrada		
Volumen	45.537	m ³ /año

Perdida de volumen descomposición		
	35%	

Salida		
Volumen	29.599	m ³ /año

MADURACIÓN		
-------------------	--	--

Entrada		
Volumen	29.599	m ³ /año

Perdida de volumen maduración		
	15%	

Salida		
Volumen	25.159	m ³ /año

POST-TRATAMIENTO		
-------------------------	--	--

Pre-compost maduro		
Volumen	25.159	m ³ /año
Densidad	0,40	t/m ³
Peso	10.064	t/año

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Cribado Trommel 10 mm

	%	m ³ /año
< 10 mm	60%	15.096
> 10 mm	40%	10.064

< 10 mm

Mesa densimétrica

Impropios separados

Plástico

	50%	
Peso	799	t/año
Densidad	0,3	t/m ³
Volumen	2.664	m ³ /año

Resto

	100%	
Peso	5.328	t/año
Densidad	1,0	t/m ³
Volumen	5.328	m ³ /año

COMPOST

Volumen	7.104	m ³ /año
Densidad	0,55	t/m ³
Peso	3.907	t/año

> 10 mm

Aspirador de plásticos

Plásticos separados

50% de los plásticos restantes

Peso	799	t/año
Densidad	0,3	t/m ³
Volumen	2.664	m ³ /año

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Criba recirculado		
Volumen	7.400	m ³ /año

> 25 mm (recirculado)		
	80%	
Volumen	5.920	m ³ /año

10 a 25 mm (a biofiltro)		
	20%	
Volumen	1.480	m ³ /año

20. Balance de masas del proceso

A lo largo del proceso el residuo sufre una serie de cambios morfológicos y físicos, con entradas y salidas de materiales.

En la siguiente figura se presenta una representación de la previsión de evolución del volumen del residuo a lo largo del proceso de compostaje que ha sido descrito en el presente documento.

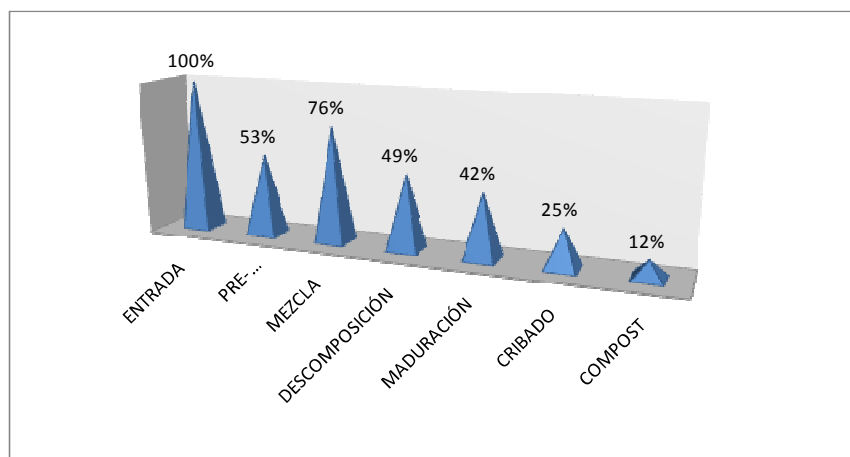


Fig 28. Evolución del porcentaje de volumen de residuo respecto del inicial.

Como podemos observar el compost final representa solo el 12% por ciento en volumen del residuo inicial. Y en peso el 11%.

Estos valores no son de extrañar, teniendo en cuenta que el residuo que vamos a tratar no proviene de ningún sistema de clasificación.

ANEJO 7: DIMENSIONADO DE LA PLANTA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Si comprobamos el porcentaje, una vez hecho el pre-tratamiento, la cifra se eleva a 22% en volumen y 20% en peso.

Estos valores son parecidos a las plantas de compostaje de FROM existentes en Catalunya, tal y como podemos comprobar en la Fig 29. del estudio de O. Huerta, M. López, M. Soliva y M. Zaloña. "Compostatge de residus municipals. Control del procés, rendiment y qualitat del producte." del año 2008.

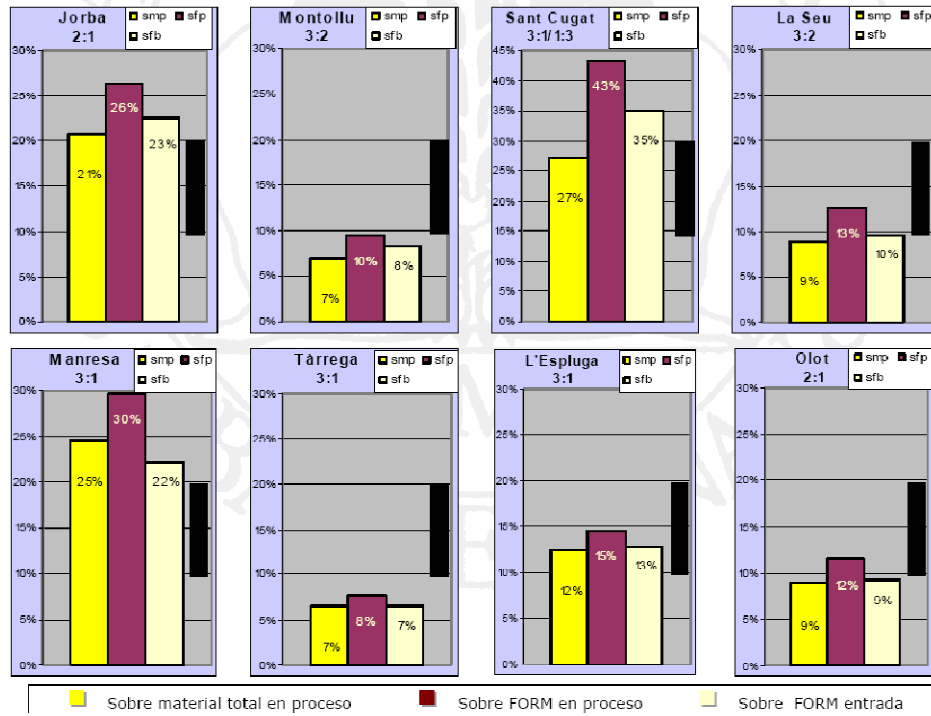


Fig 29. Rendimiento sobre material total en proceso, FORM en proceso y FORM entrada.

Índice

1. Introducción	1
2. Diagrama de flujo.....	1
3. Zona de recepción, pre-tratamiento y almacenamiento.....	5
4. Zona almacenamiento y acondicionamiento de la fracción vegetal	10
5. Zona de descomposición	11
6. Zona de maduración	12
7. Zona de post-tratamiento	13
8. Zona almacenamiento compost	16
9. Zona biofiltro.....	17
10. Zona de lixiviados.....	18
11. Zona limpieza de vehículos	19
12. Zona de taller y estacionamiento de maquinaria	19
13. Zona depósito combustibles	20
14. Zona de báscula	20
15. Zona de servicios y laboratorio	20
16. Zona de aparcamiento	21
17. Personal.....	21
18. Consumos	23

1. Introducción

En el presente anejo se presentan las tablas de cálculo para el dimensionado de las distintas fases, procesos e instalaciones de la planta de compostaje del presente proyecto.

2. Diagrama de flujo

FACTOR DE SEGURIDAD		
	1,2	

ENTRADA DE RESIDUO		
	30.000	t/año

ALMACENAMIENTO TEMPORAL		
Densidad	0,6	t/m ³
Volumen	60.000	m ³ /año

PRE-TRATAMIENTO		
Eliminación de impropios		

Trommel 90 mm		
	%	Peso (t/año)
Impropios	60%	11.102
M.O.	30%	5.249

Densidad	0,4	t/m ³
Volumen	40.878	m ³ /año

Separador electro-magnético		
	%	Peso (t/año)
Metales	100%	475,2

Mezcla		
Residuos	19.174	t/año
Densidad	0,6	t/m ³

ANEJO 8: CÁLCULOS DIMENSIONADO PLANATA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Volumen	31.956	m ³ /año
---------	--------	---------------------

Proporción residuo/estructurante		
----------------------------------	--	--

	2	/1
--	---	----

Estructurante		
---------------	--	--

Volumen	15.978	m ³ /año
---------	--------	---------------------

Volumen final mezcla		
----------------------	--	--

Reducción de volumen al mezclar		
---------------------------------	--	--

	5%	
--	----	--

Volumen	45.537	m ³ /año
---------	--------	---------------------

DESCOMPOSICIÓN		
-----------------------	--	--

Entrada		
---------	--	--

Volumen	45.537	m ³ /año
---------	--------	---------------------

Perdida de volumen descomposición		
-----------------------------------	--	--

	35%	
--	-----	--

Salida		
--------	--	--

Volumen	29.599	m ³ /año
---------	--------	---------------------

MADURACIÓN		
-------------------	--	--

Entrada		
---------	--	--

Volumen	29.599	m ³ /año
---------	--------	---------------------

Perdida de volumen maduración		
-------------------------------	--	--

	15%	
--	-----	--

Salida		
--------	--	--

Volumen	25.159	m ³ /año
---------	--------	---------------------

POST-TRATAMIENTO		
-------------------------	--	--

Pre-compost maduro		
--------------------	--	--

Volumen	25.159	m ³ /año
---------	--------	---------------------

Densidad	0,40	t/m ³
----------	------	------------------

ANEJO 8: CÁLCULOS DIMENSIONADO PLANATA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Peso	10.064	t/año
------	--------	-------

Cribado Trommel 10 mm		
------------------------------	--	--

	%	m ³ /año
< 10 mm	60%	15.096
> 10 mm	40%	10.064

< 10 mm		
-------------------	--	--

Mesa densimétrica		
-------------------	--	--

Impropios separados		
---------------------	--	--

Plástico		
----------	--	--

	50%	
Peso	799	t/año
Densidad	0,3	t/m ³
Volumen	2.664	m ³ /año

Resto		
-------	--	--

	100%	
Peso	5.328	t/año
Densidad	1,0	t/m ³
Volumen	5.328	m ³ /año

COMPOST		
----------------	--	--

Volumen	7.104	m ³ /año
Densidad	0,55	t/m ³
Peso	3.907	t/año

> 10 mm		
-------------------	--	--

Aspirador de plásticos		
------------------------	--	--

Plásticos separados		
50%	de los plásticos restantes	

ANEJO 8: CÁLCULOS DIMENSIONADO PLANATA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Peso	799	t/año
Densidad	0,3	t/m ³
Volumen	2.664	m ³ /año

Criba recirculado		
Volumen	7.400	m ³ /año

> 25 mm (recirculado)		
	80%	
Volumen	5.920	m ³ /año

10 a 25 mm (a biofiltro)		
	20%	
Volumen	1.480	m ³ /año

RESUMEN		
	m ³ /año	t/año
ENTRADA	60.000	36.000
M.O.	29.160	17.496
IMPROPIOS	30.840	18.504
PRE-TRATAMIENTO	31.956	19.174
IMPROPIOS	-40.878	-11.578
MEZCLA	45.537	
ESTRUCTURANTE	15.978	
DESCOMPOSICIÓN	29.599	
PERDIDA VOLUMEN	-15.938	
MADURACIÓN	25.159	
PERDIDA VOLUMEN	-4.440	
CRIBADO	15.096	
IMPROPIOS	-7.992	-6.127
COMPOST	7.104	3.907

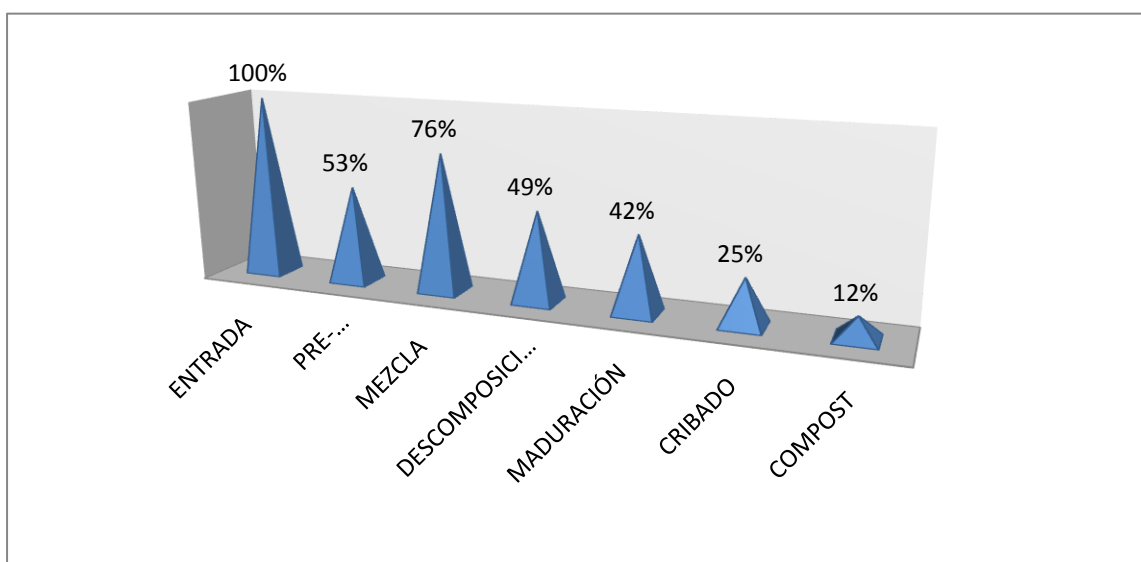
RECIRCULADO < 25 mm	1.480	
RECIRCULADO > 25 mm	5.920	
IMPROPIOS	-2.664	-799

IMPROPIOS ELIMINADOS		100%
RECIRCULANTE RECUPERADO	37%	

ANEJO 8: CÁLCULOS DIMENSIONADO PLANATA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

RENDIMIENTO PLANTA	12%	11%
RENDIMIENTO EN REFUSO	86%	66%

	% volumen	m ³ /año
ENTRADA	100%	60.000
PRE-TRATAMIENTO	53%	31.956
MEZCLA	76%	45.537
DESCOMPOSICIÓN	49%	29.599
MADURACIÓN	42%	25.159
CRIBADO	25%	15.096
COMPOST	12%	7.104



3. Zona de recepción, pre-tratamiento y almacenamiento

Factor de mayoración	1,2
Entrada residuos a tratar	30.000 t/año
Entrada residuos a tratar	113 t/día
Densidad entrada	0,6 t/m ³
Volumen anual	60.000 m ³ /año
Volumen mensual	5.000 m ³ /mes
Volumen semanal	1.154 m ³ /semana
Volumen diario	226 m ³ /día
Jornada laboral	8 h
Nº turnos	1 turno
Dimensionado línea	28,3 m ³ /h

ANEJO 8: CÁLCULOS DIMENSIONADO PLANATA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Dimensionado línea	999,5 pies ³ /h
--------------------	----------------------------

Descarga y almacenamiento temporal diario

Foso recepción	50% almacenado
Volumen	113,21 m ³

Profundidad foso	3,0 m
Profundidad des del nivel del suelo	2,0 m
Superficie	37,74 m ²
Largo	9,0 m
Ancho	4,2 m

Pre-tratamiento

Capacidad de la línea	28,3 m ³ /h
-----------------------	------------------------

Alimentación trituradora

Desnivel a cubrir	5,60 m
Inclinación banda	100 %
Longitud banda	7,92 m

Trituradora

Anchura	2,37 m
Longitud	15,88 m
Altura alimentación	3,10 m
Altura descarga	4,10 m

Trommel 90 mm

Anchura	2,50 m
Longitud	9,50 m
Altura alimentación	2,65 m
Altura descarga	1,90 m

Selector electromagnético

Anchura	1,30 m
Longitud	2,40 m

Impropios separados

Silo impropios eliminados por el trommel 90 mm

Porcentaje impropios separados	60 %
Porcentaje M.O. separada	30 %
Previsión anual impropios trommel	16.351 t/año
Previsión anual impropios post-tratamiento	6.926 t/año
Previsión diaria impropios	87,84 t/día

ANEJO 8: CÁLCULOS DIMENSIONADO PLANATA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Densidad impropios	0,40 t/m ³
Almacenamiento máximo	2 días
Volumen	439,20 m ³
Altura muros	3,00 m
Superficie necesaria	175,68 m ²
Largo	16,00 m
Ancho	10,98 m

Compactadora

Anchura	2,50 m
Longitud	10,00 m
Altura	3,76 m
Compactación	0,50 m ³ finales/m ³
Diámetro balas	1,15 m
Altura balas	1,20 m
Volumen bala	1,25 m ³
Superficie ocupada bala	1,32 m ²

Almacenaje balas

Tiempo	6 días
Nº balas necesarias	527 balas
Nº pisos	3 pisos
Altura apilamiento	3,6 m
Superficie	232,34 m ²
Producción balas	40 balas/h
Horas semanales trabajo	13,18 h
Largo almacenaje balas	18,0 m
Ancho almacenaje balas	12,9 m

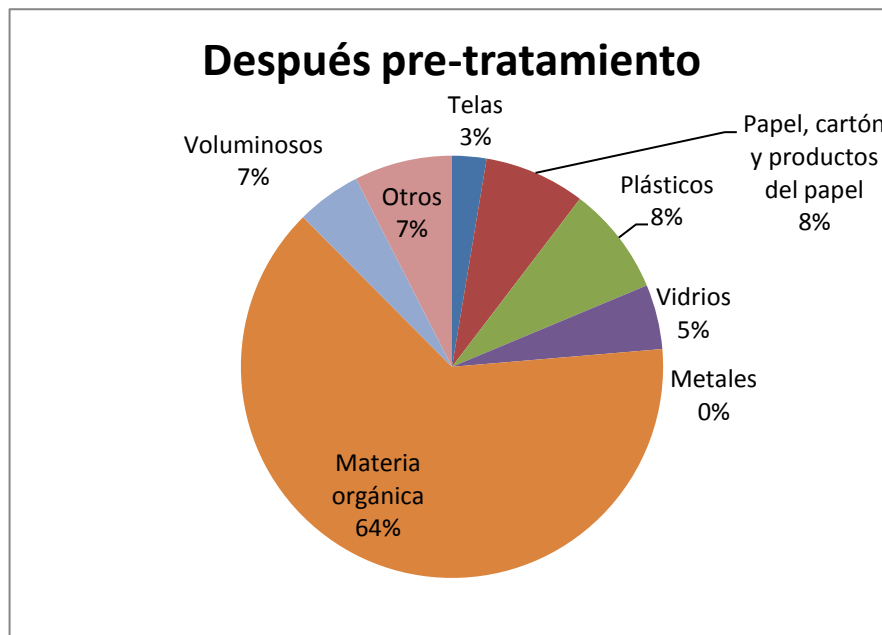
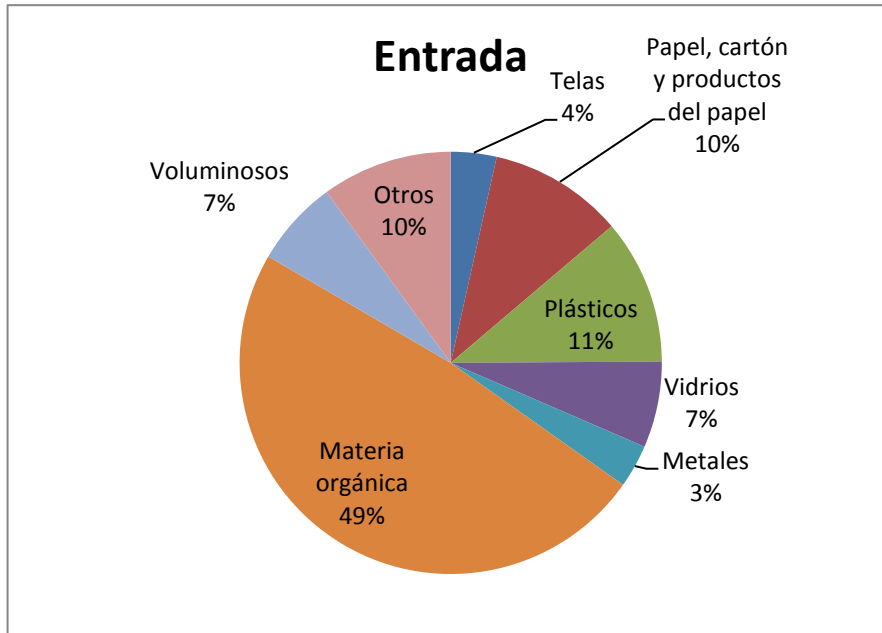
Carretilla eléctrica movimiento de balas

Anchura	1,25 m
Longitud	2,67 m
Altura	2,23 m
Alimentación	80,00 V C.A.

Contenedor impropios eliminados por el separador electro-magnético

Porcentaje impropios separados	100 %
Previsión anual impropios férricos	475 t/año
Previsión diaria impropios férricos	1,79 t/día
Densidad impropios	1,50 t/m ³
Volumen	0,84 m ³ /día
Anchura	5,50 m
Longitud	2,50 m
Altura	1,90 m
Tiempo de llenado del contenedor	31,2 días

Proporciones antes y después de la separación de impropios (% respecto peso total)



ANEJO 8: CÁLCULOS DIMENSIONADO PLANATA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Mezcla residuo con estructurante	
Residuo después pre-tratamiento	19.174 t/año
Densidad residuo	0,6 t/m ³
Volumen residuo	31.956 m ³ /año
Proporción residuo/estructurante	2 /1
Volumen estructurante	15.978 m ³ /año
Reducción volumen al mezclar	5,00 %
Volumen mezcla anual	45.537 m ³ /año
Volumen mezcla diario	171,84 m ³ /día

Capacidad de la línea	21,48 m ³ /h
-----------------------	-------------------------

Mezcladora

Longitud	5,7 m
Anchura	2,0 m
Altura (altura de carga)	2,4 m

Alimentación mezcladora

Cinta alimentación residuos

Desnivel a cubrir	0,51 m
Inclinación cinta	20 %
Longitud cinta	2,58 m

Cintas alimentación estructurante

Desnivel a cubrir	2,41 m
Inclinación cinta	20 %
Longitud cinta	12,27 m

Cintas alimentación recirculado

Desnivel a cubrir	2,41 m
Inclinación cinta	40 %
Longitud cinta	6,48 m

Tolvas estructurante y recirculado

Volumen diario necesario	60,29 m ³
% almacenamiento	30 %
Volumen dimensionado	18,09 m ³
Profundidad tolva	1,50 m
Largo	4,00 m
Ancho	3,01 m
Superficie	12,06 m ²

ANEJO 8: CÁLCULOS DIMENSIONADO PLANATA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Almacenamiento pre-compost mezclado

Silo almacenamiento pre-compost

Volumen pre-compost mezclado	171,8 m ³ /día
Porcentaje de almacenamiento diario	50,0 %
Volumen a almacenar	85,92 m ³
Altura de las paredes del silo	3,0 m
Superficie necesaria	34,37 m ²
Largo	7,0 m
Ancho	4,9 m

4. Zona almacenamiento y acondicionamiento de la fracción vegetal

Almacenamiento

Volumen estructurante necesario	15.978 m ³ /año
Volumen recirculado	5.920 m ³ /año
Volumen estructurante nuevo	10.058 m ³ /año
Altura pilas	2 m
Porcentaje almacenado	20 %
Superficie necesaria	1.006 m ²
Largo	40 m
Ancho	25,1 m

Acondicionamiento

Trituradora desfibroladora restos vegetales

Largo	8,5 m
Ancho	2,3 m
Alto	3,5 m
Capacidad trabajo	40,0 m ³ /h

Alimentación desfibroladora mediante pala mecánica

Largo	7,0 m
Ancho	2,3 m
Alto	3,4 m
Capacidad pala	3,0 m ³ /h

Trituración restos vegetales

Volumen necesario semanal	307,27 m ³ /semana
Capacidad máquina	40,0 m ³ /h
Horas funcionamiento	7,7 h/semana

5. Zona de descomposición

Volumen inicio descomposición	45.537 m ³ /año
Porcentaje de reducción	35 %
Volumen final descomposición	29.599 m ³ /año

Volumen semanal	875,7 m ³ /semana
Tiempo mínimo descomposición	2 semanas

Volumen etapa descomposición	1.751 m ³
% de seguridad	20 %
Volumen de cálculo	2.102 m ³

Dimensiones túneles

h	3,0 m
B	6,0 m

Tiempo a llenar el túnel	2,0 días
Nº túneles llenos	5,0 túneles
Túneles inhábiles	1,0 túneles
Volúmen túnel	420,34 m ³
Longitud túnel	23,35 m
Superficie ocupada	700,57 m ²
Superficie inhábil*	140,11 m ²
Superficie total	840,69 m ²
Ancho total	23,65 m
Langitud total	37,80 m

Necesidades aplicación de líquido

Volumen de líquido a aplicar	320 l/t
Toneladas M.O. por túnel	92,43 t M.O./túnel
Volumen de líquido por túnel	102.400 l/túnel
Volumen diario de líquido por túnel	7,31 m ³ /túnel*día
Necesidades totales líquido instalación	36,6 m ³ /día

Sistema aspersión túnel

Diámetro aspersión	6 m
Nº aspersores	7 aspersores
Volumen a aplicar por aspersor	1,04 m ³ /h
Accionamiento al día	2 veces
Tiempo funcionamiento	8 min

Aspersor seleccionado

Capacidad trabajo	3,79 m ³ /h
Presión trabajo	2,00 bar
Radio	6,1 m

ANEJO 8: CÁLCULOS DIMENSIONADO PLANATA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Necesidades ventilación

Volumen de aire a aplicar	62,50 m ³ /t*h
Toneladas residuo por túnel	233,16 t residuo/túnel
Volumen de aire por túnel	14.572 m ³ /túnel*h
Volumen total aire túneles	72.862 m ³ /h

6. Zona de maduración

Volumen inicio maduración	29.599 m ³ /año
Porcentaje de reducción	15 %
Volumen final maduración	29.599 m ³ /año

Volumen semanal	569,2 m ³ /semana
Tiempo mínimo maduración	6 semanas

Volumen etapa descomposición	3.415 m ³
% de seguridad	20 %
Volumen de cálculo	4.098 m ³

Dimensionado pilas maduración

	h	2,5 m
	B	5,5 m
Pendiente pilas	1/ 2	m/m
Anchura de trabajo pala	D = b	3,0 m

Nº viales de servicio	2 viales
Anchura	10 m
Laterales de seguridad	3 m

Nº hileras madurando	6,0 hileras
Hileras inhábiles	1,0 hileras
Volumen hilera	683,06 m ³
Longitud hilera	64,29 m
Superficie ocupada	2.121,50 m ²
Superficie inhábil*	353,58 m ²
Superficie viales de servicio	1.275,73 m ²
Superficie total	3.750,81 m ²
Longitud total	84,29 m
Ancho total	44,50 m

Necesidades aplicación de líquido

Volumen de líquido a aplicar	91 l/t
Toneladas M.O. por pila	1.413,14 t M.O./pila
Volumen de líquido por pila	8.281 l/pila
Volumen diario de líquido por túnel	0,20 m ³ /pila*día
Necesidades totales líquido	1,2 m ³ /día

ANEJO 8: CÁLCULOS DIMENSIONADO PLANATA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

instalación	
-------------	--

Sistema aspersión pilas

Diámetro aspersión	11 m
Nº aspersores	12 aspersores
Volumen a aplicar por aspersor	0,23 m ³ /h
Días funcionamiento semana	7 días
Tiempo funcionamiento día	6 min

Aspersor seleccionado

Capacidad trabajo	0,34 m ³ /h
Presión trabajo	5,00 bar
Radio	11,0 m

7. Zona de post-tratamiento

Separación mediante Trommel 10 mm

Anchura	2,50 m
Longitud	9,50 m
Altura alimentación	2,65 m
Altura descarga	1,90 m
Capacidad trabajo	30,00 m ³ /h

% cribado > 10 mm	40 %
% cribado < 10 mm	60 %
Volumen > 10 mm	10.064 m ³ /año
Volumen < 10 mm	15.095,61 m ³ /año

Capacidad diaria a tratar	240,00 m ³ /día
Días funcionamiento semana	2,0 días/semana

Foso alimentación Trommel

Porcentaje capacidad diaria	20 %
Volumen foso	48,00 m ³
Profundidad foso	3,0 m
Profundidad des del nivel del suelo	2,0 m
Superficie	16,0 m ²
Largo	5,0 m
Ancho	3,2 m

Cinta alimentación post-tratameinto

Desnivel a cubrir	4,65 m
Inclinación cinta	100 %
Longitud cinta	6,58 m

ANEJO 8: CÁLCULOS DIMENSIONADO PLANATA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Hundidos < 10 mm

Volumen	15.095,61 m ³ /año
---------	-------------------------------

Mesa densimétrica

Anchura	1,30 m
Longitud	2,50 m
Altura alimentación	2,10 m
Altura descarga	1,60 m

% plástico restante eliminado	50 %
Peso impropios	799 t/año
Densidad	0,3 t/m ³
Volumen impropios	2.664 m ³ /año

% impropios restante eliminado	100 %
Peso impropios	5.328 t/año
Densidad	1,0 t/m ³
Volumen impropios	5.328 m ³ /año

Volumen total impropios eliminado	7.992 m ³ /año
-----------------------------------	---------------------------

Compost obtenido	7.103,61 m³/año
Densidad compost	0,55 t/m ³
Toneladas compost	3.906,99 t/año

Alimentación mesa densimétrica

Desnivel a cubrir	0,70 m
Inclinación banda	35 %
Longitud banda	2,12 m

Transporte impropios hasta el silo

Desnivel a cubrir	1,90 m
Inclinación banda	22 %
Longitud banda	8,84 m

Transporte compost hasta el silo

Desnivel a cubrir	1,90 m
Inclinación banda	50 %
Longitud banda	4,25 m

ANEJO 8: CÁLCULOS DIMENSIONADO PLANATA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Almacenamiento recirculado

Silo almacenamiento recirculado

Volumen recirculado	5.920 m ³ /año
Tiempo de almacenamiento	4 días
Volumen almacenado	89,4 m ³
Altura silo	2,5 m
Superficie silo	44,7 m ²
Largo	5,0 m
Ancho	8,9 m

> 10 mm

Separador neumático

Ancho	0,50 m
Largo	1,00 m

% plástico restante eliminado	50 %
Peso impropios	799 t/año
Densidad	0,3 t/m ³
Volumen impropios	2.664 m ³ /año

Fraccionamiento mediante criba vibrante

Anchura	2,50 m
Longitud	8,00 m
Altura alimentación	2,50 m
Altura descarga	2,00 m

% > 25 mm (recirculado)	80 %
% de 10 a 25 mm (biofiltro)	20 %
Volumen > 25 mm (recirculado)	5.919,79 m ³ /año
Volumen de 10 a 25 mm (biofiltro)	1.479,95 m ³ /año

Alimentación criba vibrante

Desnivel a cubrir	1,10 m
Inclinación banda	50 %
Longitud banda	2,46 m

8. Zona almacenamiento compost

Silo compost

Volumen generado	7.103,61 m ³ /año
Volumen generado diariamente	26,81 m ³ /día
Tiempo almacenamiento previsto	2 días
Volumen previsto	53,61 m ³
Altura de las paredes del silo	3,0 m
Superficie necesaria	21,44 m ²
Largo	6,0 m
Ancho	3,6 m

Almacenamiento compost

Volumen compost	7.104 m ³ /año
Volumen semanal	136,61 m ³ /semana
td (mínimo)	9 semanas

Volumen compost almacenado	1.229 m ³
% de seguridad	20 %
Volumen de cálculo	1.475 m ³

Dimensionado pilas almacenamiento compost

	h	2,5 m
	B	5,5 m
Pendiente pilas	1/	2,0 m/m
Anchura de trabajo pala	D = b	3,0 m

Nº viales de servicio	3 viales
Anchura	10 m
Laterales de seguridad	3 m

Nº hileras madurando	9,0 hileras
Hileras inhábiles	1,0 hileras
Volumen hilera	163,93 m ³
Longitud hilera	15,43 m
Superficie ocupada	763,72 m ²
Superficie inhábil*	84,86 m ²
Superficie viales de servicio	915,86 m ²
Superficie total	1.764,43 m ²

9. Zona biofiltro

Volumen aire túneles a tratar diario	72.861,79 m ³ /día
--------------------------------------	-------------------------------

Superficie nave	1.990,34 m ²
Ventilación mínima	10 l/s/m ²
Volumen aire nave a tratar diario	1.719.657,22 m ³ /día

Volumen total a tratar	1.792.519,01 m ³ /día
Volumen total a tratar	74.688,29 m ³ /h

Lavador

Ancho	3,70 m
Largo	5,50 m
Alto	4,20 m
Consumo agua	0,0013 l/m ³ /h
Consumo agua día	2,3 m ³ /día

Biofitro

Área del filtro	497,92 m ²
Largo	40,00 m
Ancho	12,45 m
Consumo de agua	2,82 m ³ /día
Consumo de energía	4.073,91 kW

Compost necesario	1,25 m/m ²
Volumen componente activo	622,40 m ³
Volumen compost generado	1.479,95 m ³ /año

Silo almacenamiento material para biofiltro

Tiempo permanencia biofiltro	8 semanas
Volumen necesario	622,40 m ³
Volumen compost aportado	227,68 m ³
Volumen otros componentes	394,72 m ³
Altura de las paredes del silo	2,5 m
Superficie necesaria	311,20 m ²
Ancho	15,0 m
Largo	20,7 m

10. Zona de lixiviados

	Dato	Unidad
Capacidad de tratamiento (Qd)	60.000	m ³ /año
Pluviometría anual media	274	l/m ²
Lluvia máxima 24 h (período de retorno 10 años)	32	l/m ²
Fs	1,25	--
Duración etapa descomposición (td)	2	semanas
Duración etapa maduración (tm)	6	semanas

Lixiviados generados por el residuo

Volumen de lixiviado/residuo descomposición	0,05 m ³ /m ³
Volumen de lixiviado/residuo maduración	0,01 m ³ /m ³
Factor de seguridad	50 %
Volumen lixiviado descomposición	173,08 m ³ /año
Volumen lixiviado maduración	103,85 m ³ /año

Lixiviados generados por equipos y servicios

Lavador gases	846,70 m ³ /año
Limpieza vehiculos	1.987,50 m ³ /año
Limpieza nave	858,60 m ³ /año
Servicios y laboratorio	2.213,28 m ³ /año

Volumen Total	515,25 m³/mes
----------------------	---------------------------------

Operaciones y superficies

Zona	Superficie (m ²)	Cubierta	Lixiviados (m ³)	Aguas pluviales sucias (m ³)
Nave pre-tratamiento	1.990,34	si	0,00	
Fracción vegetal	1.006	no		40,23
Túneles descomposición	840,69	si	0,00	
Etapa de maduración	3.750,81	no	150,03	
Almacenamiento compost	1.764,43	no		70,58
Almacenaje balas impropios	232,34	no	9,29	
Biofiltro	497,92	no	19,92	
Nave limpieza vehiculos	24,30	si	0,00	
Nave taller	234,60	si	0,00	
Viales sucios	4.845,04	no	193,80	
TOTAL (m³)			373,04	110,81

ANEJO 8: CÁLCULOS DIMENSIONADO PLANATA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Depósito de almacenamiento de lixiviados y aguas sucias

Volumen diseño	999,11 m ³ /mes
Tiempo de residencia	1 meses
Volumen dimensionado	999,11 m ³

Altura	3,00 m
Largo	25,00 m
Ancho	15,99 m
Superficie	399,64 m ²

11. Zona limpieza de vehículos

Camión basura

Largo	9,8 m
Ancho	2,5 m
Alto	3,5 m

Margen lateral	3,0 m
----------------	-------

Superficie necesaria	24,30 m ²
Largo	15,80 m
Ancho	8,50 m
Altura mínima	4,50 m

Consumo Karcher	1.500,00 l/h
-----------------	--------------

12. Zona de taller y estacionamiento de maquinaria

Número palas mecánicas	2 palas
Trituradora restos vegetales	1 trituradora

Dimensiones pala mecánica

Largo	7,00 m
Ancho	2,30 m
Alto	3,40 m

Dimensiones trituradora restos vegetales

Largo	8,50 m
Ancho	2,30 m
Alto	3,50 m

Altura mínima	4,50 m
Largo mínimo	8,50 m
Ancho mínimo	6,90 m

ANEJO 8: CÁLCULOS DIMENSIONADO PLANATA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Factor de mayoración	2,00
Altura mínima	4,50 m
Largo	17,00 m
Ancho	13,80 m
Superficie	234,60 m ²

13. Zona depósito combustibles

Consumo de gasoil anual	66.796,20 l/año
Consumo mensual	5.566,35 l/mes

Depósito necesario

Volumen	8,00 m ³
Largo	4,50 m
Ancho	2,10 m
Alto	2,60 m

14. Zona de báscula

Anchura	16 m
Longitud	3 m
Superficie báscula	48,00 m ²

15. Zona de servicios y laboratorio

Servicios

Número operarios estimado	20 operarios
Factor mayoración	25 %
Número operarios cálculo	25 operarios

Servicios de caballeros

Inodores	3 ud
Canalón colectivo	1,2 m
Lavamanos	3 ud
Inodores adicionales	1 ud
Duchas	2 ud
Vertedero	1 ud

ANEJO 8: CÁLCULOS DIMENSIONADO PLANATA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Vestuarios hombres

Nº armarios roperos dobles	20 ud
Superficie necesaria empleado	0,5 m ²

Servicio de mujeres

Inodores	2 ud
Bidet	1 ud
Lavamanos	3 ud
Inodores adicionales	1 ud
Cubos basura	2 ud
Duchas	2 ud
Vertederos	1 ud

Vestuarios mujeres

Nº armarios roperos dobles	5 ud
Superficie necesaria empleado	0,5 m ²

16. Zona de aparcamiento

Número plazas operarios	20 plazas
Número plazas totales	40 plazas

Dimensiones plaza

Largo	5,0 m
Ancho	2,5 m
Carril	6,5 m
Número hileras	4 m

Dimensionado parking

Largo	25,0 m
Ancho	33,0 m
Superficie	1.089,0 m ²

17. Personal

Maquinistas

Maquinaria	Nº operarios
Pala mecánica F.V. y alimentación post-tratamiento	1
Trituradora	1
Pala mecánica alimentación recirculado y estructurante	1
Pala mecánica descomposición y maduración	1
Pala mecánica almacenamiento compost y transporte impropios post-tratamiento	1

ANEJO 8: CÁLCULOS DIMENSIONADO PLANATA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Compactadora	1
Carretilla electica	1

TOTAL **7**

Líneas

Línea	Nº operarios
Casita de la báscula	1
Limpieza de vehículos	1
Línea de pre-tratamiento	3
Línea de descomposición y maduración	1
Línea post tratamiento	1

TOTAL **7**

Mecánicos

Ocupación	Nº operarios
Líneas y equipos	1
Maquinaria	1
TOTAL	2

Oficina y laboratorio

Ocupación	Nº operarios
Laboratorio	2
Oficina	2
TOTAL	4

Resumen personal

	Nº operarios
Maquinistas	7
Líneas	7
Mecánicos	2
Oficina y laboratorio	4
Total operarios	20

18. Consumos

Gasoil

Maquinaria	Consumo (l/h)	Tiempo de trabajo (h/semana)	Consumo anual (l/año)
Pala mecánica F.V. y alimentación post-tratamiento	6	31,7	9.884,7
Trituradora	30	7,7	11.983,5
Pala mecánica alimentación recirculado y estructurante	6	48,0	14.976,0
Pala mecánica descomposición y maduración	6	48,0	14.976,0
Pala mecánica almacenamiento compost y transporte impropios post-tratamiento	6	48,0	14.976,0
TOTAL			66.796,2

Eléctrico

Subcuadro	Potencia (kW)	Tiempo de trabajo (h/día)	Días de trabajo al año	Consumo anual (kWh/año)
Pre-tratamiento	426,35	8	265	903.856,04
Alumbrado nave	20,21	8	265	42.853,68
Nave Bombeo	27,31	12	365	119.623,41
Biofiltro	3,20	24	365	28.032,00
Post-tratamiento	94,09	8	265	199.470,63
Descomposición	226,43	24	365	1.983.523,38
Nave Mecánica	17,64	8	265	37.390,27
Alumbrado ext. 1	8,93	10	365	32.587,20
Nave Limpieza	10,43	8	265	22.121,27
Alumbrado ext. 2	6,62	10	365	24.177,60
Casita Báscula	0,56	8	265	1.196,02
Servicios	5,20	8	265	11.032,73
Lab. y Oficina	13,92	8	265	29.502,34
TOTAL				3.435.366,6

ANEJO 8: CÁLCULOS DIMENSIONADO PLANATA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Agua

Consumo agua equipos

Equipos e instalaciones	Consumo (l/h)	Tiempo de trabajo (h/día)	Dias de trabajo al año	Consumo anual (m³/año)
Descomposición	1.523,8	24	365	13.348,6
Maduración	49,3	24	365	431,8
Biofitro	117,4	24	365	1.028,7
Lavador gases	3,9	24	365	34,4
Limpieza camiones	1.500,0	5	265	1.987,5
3 Puntos de limpieza	3.240,0	1	265	858,6
TOTAL	6.434,5			17.689,6

Consumo agua servicios

Servicios	Consumo (l/min)	Nº unidades	Tiempo de utilización total (h/día)	Consumo anual (m³/año)
Aseos	360,0	9	1,0	14.628,0
Lavamanos	360,0	6	1,0	9.540,0
Ducha	720,0	4	1,0	12.720,0
TOTAL				36.888,0

Índice

1. Objeto	3
2. Normativa	3
3. Nave principal	4
4. Correas	5
4.1. Datos de la obra	5
4.2. Acciones	5
4.2.1. Datos de viento	5
4.2.2. Datos de nieve	6
4.3. Aceros en perfiles	6
4.4. Datos de los pórticos	6
4.5. Datos de las correas en cubierta	6
4.6. Medición de correas	7
4.7. Cargas en barras	7
4.7.1. Pórticos extremos	7
4.7.2. Pórticos intermedios	8
5. Datos de los pórticos	9
5.1. Normas consideradas	9
5.2. Estados límite	9
5.3. Situaciones de proyecto	9
5.3.1. Situaciones no sísmicas	9
5.3.2. Situaciones sísmicas	10
5.4. Combinaciones	12
5.5. Sismo dinámico	15
5.5.1. Datos generales de sismo	15
5.5.2. Coeficientes de participación	15
6. Cálculos pórtico	15
6.1. Geometría	17
6.1.1. Descripción	17
6.1.2. Características mecánicas	18
6.2. Tabla de medición	19
6.3. Resultados	19
6.3.1. Esfuerzos	19

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

6.3.2.	Resistencia.....	20
6.3.3.	Flechas.....	21
6.4.	Resumen de medición estructura metálica	22
7.	<i>Placas de anclaje</i>	22
7.1.	Descripción.....	22
7.2.	Medición placas de anclaje.....	23
7.3.	Medición pernos placas de anclaje	23
7.4.	Comprobación de las placas de anclaje	23
8.	<i>Cimentaciones</i>	24
8.1.	Elementos de cimentación aislados	24
8.1.1.	Descripción.....	24
8.1.2.	Medición	25
8.1.3.	Resumen de Medición.....	27
8.1.4.	Comprobación	28
9.1.	Vigas	29
9.1.1.	Descripción.....	29
9.1.2.	Medición	30
9.1.3.	Resumen de Medición.....	31
9.1.4.	Comprobación	32

1. Objeto

En este anejo se describen los cálculos, las características constructivas y las medidas de la nave principal, donde se ubicará la línea de recepción, pre-tratamiento, entrada de los túneles de descomposición y línea de post-tratamiento.

Los cálculos se han realizado mediante las aplicaciones 'Nuevo Metal 3D' y 'Generador de Pórticos' del programa CYPE Ingenieros. Ajustando los parámetros a la normativa Chilena actual.

2. Normativa

Los elementos a diseñar y construir deberán cumplir con los requerimientos de las Normas y Reglamentos que sean aplicables, utilizando la última versión de cada uno de ellos. En particular serán aplicables:

- NCh 428. Of 57. Ejecución de construcciones de acero.
- NCh 427. Especificaciones para el cálculo de estructuras de acero para edificios.
- NCh 203. Acero para uso estructural – Requisitos.
- NCh 206. Acero laminado en barras para pernos corrientes.
- NCh 207. Acero laminado en barras para remaches estructurales.
- NCh 208. Acero laminado en barras para tuercas corrientes.
- NCh 215. Planchas gruesas de acero al carbono para tubos soldados el arco eléctrico.
- NCh 217. Acero – Mallas de alta resistencia para hormigón armado – Especificaciones.
- NCh 300. Elementos de fijación – Pernos, tuercas, tornillos y accesorios – Terminología y designación.
- NCh 301. Pernos de acero con cabeza y tuerca hexagonales.
- NCh 302. Pernos de acero, de cabeza redonda, con cuello cuadrado y tuerca cuadrado.
- NCh 308. Examen de soldadores que trabajan con arco eléctrico.
- NCh 428. Ejecución de construcciones de acero.
- NCh 431. Construcción – Sobrecargas de nieve.
- NCh 432. Cálculo de acción del viento sobre construcciones.
- NCh 433. Diseño sísmico de edificios.
- NCh 1185. Rosa ISO – Perfil básico – Dimensiones métricas.
- ICHA. Manual de Estructuras de Acero para Edificios. 2ª Edición.
- ASTM A242. High-Strength Low-Alloy Structural Steel.
- ASTM A325. High-Strength Bolts for Structural Steel Joints Including Suitable Nuts and Plain Hardened. Washers.
- ASTM A375. High-Strength Low-Alloy Hot-Rolled Steel Sheet and Strip.
- ASTM A490. Quenched and Tempered Alloy Steel Bolts for Structural Steel Joints.
- ASTM 1502. Specifications for Structural Rivets. Grade 1 or Grade 2, latest edition.
- AWS A5.1. Specifications for Mild Steel Covered Arc-Welding Electrodes.
- AWS A5.5. Specifications for Low-Alloy Steel Covered Arc-Welding Electrodes.
- AWS A5.17. Specifications for Bare Mild Steel Electrodes and Fluxes for Submerged Arc Welding.
- AWS A5.18. Specifications for Mild Steel Electrodes for Gas Metal Arc Welding.
- AWS A5.20. Mild Steel Electrodes for Flux-Cored-Arc Welding.
- AWS Sec. 2 Recommended Practice for Resistance Welding. Tables 26.1 y 26.2.

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- AWS Art. 422. Requirements for Electroslag and Electrogas Welding.
- AISC. Manual of Steel Construction – Seventh Edition.
- AISI. Cold-Formed Steel Design Manual, latest edition.
- ASIE. Specifications for the Design and Construction of Mill Buildings.
- “Código de Diseño de Hormigón Armado”, basado en el ACI 318-95, incluyendo Capítulo 21.
- American Iron and Steel Institute, AISI “Specification for the Design of Cold Formed Steel Structural Members”.
- Manual of Steel Construction Allowable Stress Design, American Institute of Steel Construction Inc., 9ª Edition.
- UBC 97. Uniform Building Code,
- Código ACI 318-99. Diseño y calculo de elementos y estructuras de hormigón armado.
- NCh 430-2007. Hormigón Armado – Requisitos de diseño y cálculo
- NCh 148. Cemento – Terminología, clasificación y especificaciones generales.
- NCh 163. Áridos para morteros y hormigones – Requisitos generales.
- NCh 170. Hormigón – Requisitos generales.
- NCh 204. Acero – Barras laminadas en caliente para hormigón armado.
- NCh 1174. Construcción – Alambre de acero, los o con entalladuras, de grado AT56-50H, en forma de barras rectas – Condiciones de uso en el hormigón armado.
- NCh 1498. Hormigón – Agua de amasado – Requisitos.
- NCh 1573. Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso.
- NCh 1934. Hormigón preparado en central hormigonera.
- NCh 2182. Hormigón y mortero – Aditivos – Clasificación y requisitos.
- NCh 2369. Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
- AC 133. Acceptance Criteria for Mechanical Connectors for Steel Bar Reinforcement.
- ACI 318S. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario.
- ACI 318M. Building Code Requirements for Reinforced Concrete and Commentary.

3. Nave principal

La nave tendrá una altura mínima de 8 m y unas dimensiones de 52,2 m de largo por 40,1 m de ancho. Los cerramientos se realizaran mediante bloque de hormigón y el techo será de plancha metálica con una pendiente del 5 %.

Tendrá 4 puertas de acceso para la maquinaria en su cara sud y 3 en el lado norte. Estas puertas basculantes tendrán unas dimensiones de 5x5 m, las mismas dimensiones que las 6 de los túneles de descomposición, que se encuentran en la cara este de la nave. En la cara oeste habrá una puerta de evacuación del personal.

En la Figura 1 se puede apreciar la geometría de los pórticos frontales y secundarios. En el *Plano 19.3* se puede apreciar la geometría completa con las acotaciones.

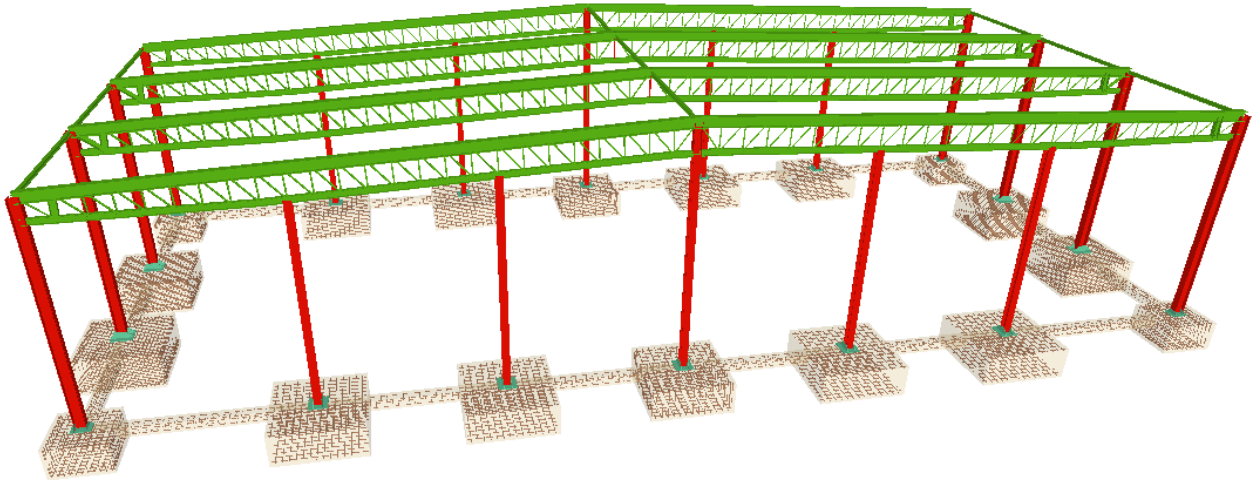


Fig 1. Estructura metálica y cimentaciones de los pórticos frontales y secundarios de la nave principal.

4. Correas

4.1. Datos de la obra

Separación entre pórticos: 5.80 m.

Con cerramiento en cubierta

- Peso del cerramiento: 0.10 kN/m²
- Sobrecarga del cerramiento: 0.39 kN/m²

4.2. Acciones

4.2.1. Datos de viento

Normativa: Eurocódigo 1

Velocidad de referencia: 26.0 m/s

Categoría del terreno: Categoría II

Dirección transversal (X)

Tipo de terreno: Llano

Dirección longitudinal (Y)

Tipo de terreno: Llano

Profundidad nave industrial: 52.20 m

- Área izquierda: 0.00
- Altura izquierda: 0.00
- Área derecha: 75.00
- Altura derecha: 5.00
- Área frontal: 100.00
- Altura frontal: 5.00

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Área trasera: 0.00
- Altura trasera: 0.00

Hipótesis aplicadas:

- 1 - 0 grados. Presión exterior tipo 1
- 2 - 0 grados. Presión exterior tipo 2
- 3 - 180 grados. Presión exterior tipo 1
- 4 - 180 grados. Presión exterior tipo 2
- 5 - 90 grados
- 6 - 270 grados

4.2.2. Datos de nieve

Nieve genérica

Carga superficial: 0.25 kN/m²

Hipótesis aplicadas:

- 1 - Hipótesis de nieve genérica

4.3. Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. Elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Aceros Conformados	A42-27ES	265	206

4.4. Datos de los pórticos

Pórtico	Tipo exterior	Geometría	Tipo interior
1	Dos aguas	Luz izquierda: 20.05 m. Luz derecha: 20.05 m. Alero izquierdo: 8.00 m. Alero derecho: 8.00 m. Altura cumbrera: 9.00 m.	Pórtico en celosía

4.5. Datos de las correas en cubierta

Parámetros de cálculo	Descripción de correas
Límite flecha: L / 250	Tipo de perfil: C 12.5x8.19
Número de vanos: Dos vanos	Separación: 1.00 m.
Tipo de fijación: Fijación rígida	Tipo de Acero: A42-27ES
Comprobación	
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.	
Porcentajes de aprovechamiento:	
- Tensión: 96.13 %	
- Flecha: 98.55 %	

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

En el *Plano 19.2* se puede apreciar la distribución de estas correas en el pórtico.

4.6. Medición de correas

Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m ²
Correas de cubierta	42	343.57	0,08

4.7. Cargas en barras

4.7.1. Pórticos extremos

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	1.34 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	1.34 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	0.99 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	0.99 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	2.54 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	0.65 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	1.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	1.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	1.72 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	1.72 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	2.54 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	0.65 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.52 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	1.13 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.09 (R)	5.68 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.09/1.00 (R)	2.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.00/0.09 (R)	1.94 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.09/1.00 (R)	1.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.91 (R)	1.38 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.91/1.00 (R)	0.38 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.00/0.91 (R)	1.86 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.91/1.00 (R)	1.86 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.00/0.22 (R)	2.89 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.22/1.00 (R)	2.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	0.97 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	0.72 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

4.7.2. Pórticos intermedios

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	2.67 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	2.67 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	1.98 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	1.98 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	3.18 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	1.29 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	2.75 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	2.75 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	3.44 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	3.44 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	3.18 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	1.29 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	1.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	2.26 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.09 (R)	8.82 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.09/1.00 (R)	4.72 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.00/0.09 (R)	2.93 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.09/1.00 (R)	2.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.91 (R)	2.75 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.91/1.00 (R)	0.77 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.00/0.91 (R)	3.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.91/1.00 (R)	3.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Uniforme	---	2.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	1.94 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	1.45 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	1.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	2.26 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.91 (R)	3.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.91/1.00 (R)	0.00 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.00/0.91 (R)	4.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.91/1.00 (R)	4.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.09 (R)	8.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Descripción de las abreviaturas:

- R: Posición relativa a la longitud de la barra.
- EG: Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.
- EXB: Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

5. Datos de los pórticos

La estructura metálica estará formada por 10 pórticos con viga en celosía a dos aguas separados entre sí 5,8 metros. Tendrán una luz de 40,1 metros y una altura de pilares de 8 metros. La pendiente de la cubierta, que será de chapa metálica, será del 5% (9 metros de altura en su punto más alto).

5.1. Normas consideradas

Cimentación: ACI 318-99 (Chile)
Hormigón: ACI 318-99 (Chile)
Aceros conformados: NCh427
Aceros laminados y armados: NCh427

5.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	ACI 318-99 (Chile)
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	ACI 318-99 (Chile)
Acero conformado	Manual
Acero laminado	Manual
Tensiones sobre el terreno	Manual
Desplazamientos	Manual

5.3. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

5.3.1. Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

5.3.2. Situaciones sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_A A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Donde:

- G_k Acción permanente
- Q_k Acción variable
- A_E Acción sísmica
- g_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- $g_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $g_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
($i > 1$) para situaciones no sísmicas
($i \geq 1$) para situaciones sísmicas
- g_A Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: ACI 318-99 (Chile)

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: ACI 318-99 (Chile)

Situación 1		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,70
Viento (Q)		
Nieve (Q)		1,70
Sismo (A)		

Situación 2		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1,05	1,05
Sobrecarga (Q)		1,27
Viento (Q)	1,27	1,27
Nieve (Q)		1,27
Sismo (A)		

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Situación 3		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	0,90
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	1,30	1,30
Nieve (Q)		
Sismo (A)		

Situación 4		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,40
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Sismo (A)	-1,40	1,40

Acero conformado: NCh427

Acero laminado: NCh427

Tensiones sobre el terreno

Desplazamientos

Situación 1		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,70
Viento (Q)		
Nieve (Q)		1,70
Sismo (A)		

Situación 2		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1,05	1,05
Sobrecarga (Q)		1,27
Viento (Q)	1,27	1,27
Nieve (Q)		1,27
Sismo (A)		

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Situación 3		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	0,90
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	1,30	1,30
Nieve (Q)		
Sismo (A)		

Situación 4		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,40
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Sismo (A)	-1,40	1,40

5.4. Combinaciones

Nombres de las hipótesis

G	Carga permanente
Q	Sobrecarga de uso
V1(0°)	0 grados. Presión exterior tipo 1
V2(0°)	0 grados. Presión exterior tipo 2
V1(180°)	180 grados. Presión exterior tipo 1
V2(180°)	180 grados. Presión exterior tipo 2
V(90°)	90 grados
V(270°)	270 grados
SX	Sismo X
SY	Sismo Y
N	Hipótesis de nieve genérica

E.L.U. de rotura. Hormigón: ACI 318-99 (Chile)

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: ACI 318-99 (Chile)

Comb.	G	Q	V1(0°)	V2(0°)	V1(180°)	V2(180°)	V(90°)	V(270°)	SX	SY	N
1	0,900										
2	1,400										
3	0,900	1,700									
4	1,400	1,700									
5	0,900										1,700

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

6	1,400									1,700
7	0,900	1,700								1,700
8	1,400	1,700								1,700
9	1,050		1,275							
10	1,050	1,275	1,275							
11	1,050			1,275						
12	1,050	1,275		1,275						
13	1,050				1,275					
14	1,050	1,275			1,275					
15	1,050					1,275				
16	1,050	1,275				1,275				
17	1,050						1,275			
18	1,050	1,275					1,275			
19	1,050							1,275		
20	1,050	1,275						1,275		
21	1,050		1,275							1,275
22	1,050	1,275	1,275							1,275
23	1,050			1,275						1,275
24	1,050	1,275		1,275						1,275
25	1,050				1,275					1,275
26	1,050	1,275			1,275					1,275
27	1,050					1,275				1,275
28	1,050	1,275				1,275				1,275
29	1,050						1,275			1,275
30	1,050	1,275					1,275			1,275
31	1,050							1,275		1,275
32	1,050	1,275						1,275		1,275
33	0,900		1,300							
34	0,900			1,300						
35	0,900				1,300					
36	0,900					1,300				
37	0,900						1,300			
38	0,900							1,300		
39	0,900								-1,400	
40	1,400								-1,400	
41	0,900	1,400							-1,400	
42	1,400	1,400							-1,400	
43	0,900								1,400	
44	1,400								1,400	
45	0,900	1,400							1,400	
46	1,400	1,400							1,400	
47	0,900									-1,400
48	1,400									-1,400
49	0,900	1,400								-1,400
50	1,400	1,400								-1,400
51	0,900									1,400
52	1,400									1,400
53	0,900	1,400								1,400
54	1,400	1,400								1,400

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Acero conformado: NCh427

Acero laminado: NCh427

Tensiones sobre el terreno

Desplazamientos

Comb.	G	Q	V1(0°)	V2(0°)	V1(180°)	V2(180°)	V(90°)	V(270°)	SX	SY	N
1	0,900										
2	1,400										
3	0,900	1,700									
4	1,400	1,700									
5	0,900										1,700
6	1,400										1,700
7	0,900	1,700									1,700
8	1,400	1,700									1,700
9	1,050		1,275								
10	1,050	1,275	1,275								
11	1,050			1,275							
12	1,050	1,275		1,275							
13	1,050				1,275						
14	1,050	1,275			1,275						
15	1,050					1,275					
16	1,050	1,275				1,275					
17	1,050						1,275				
18	1,050	1,275					1,275				
19	1,050							1,275			
20	1,050	1,275						1,275			
21	1,050		1,275								1,275
22	1,050	1,275	1,275								1,275
23	1,050			1,275							1,275
24	1,050	1,275		1,275							1,275
25	1,050				1,275						1,275
26	1,050	1,275			1,275						1,275
27	1,050					1,275					1,275
28	1,050	1,275				1,275					1,275
29	1,050						1,275				1,275
30	1,050	1,275					1,275				1,275
31	1,050							1,275			1,275
32	1,050	1,275						1,275			1,275
33	0,900		1,300								
34	0,900			1,300							
35	0,900				1,300						
36	0,900					1,300					
37	0,900						1,300				
38	0,900							1,300			
39	0,900								-1,400		
40	1,400								-1,400		
41	0,900	1,400							-1,400		
42	1,400	1,400							-1,400		
43	0,900								1,400		
44	1,400								1,400		
45	0,900	1,400							1,400		
46	1,400	1,400							1,400		
47	0,900									-1,400	

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

48	1,400										-1,400	
49	0,900	1,400									-1,400	
50	1,400	1,400									-1,400	
51	0,900										1,400	
52	1,400										1,400	
53	0,900	1,400									1,400	
54	1,400	1,400									1,400	

5.5. Sismo dinámico

5.5.1. Datos generales de sismo

Norma Chilena Oficial
Diseño Sísmico de Edificios

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden
Acción sísmica según X
Acción sísmica según Y

Pañaflo (Región METROPOLITANA) Zona 2
Aceleración efectiva $A_0 = 0.30$ g
Tipo de suelo: Tipo II
Tipo de edificación: Categoría D: $\gamma = 0.6$
Número de modos: 100
Factor de modificación de la respuesta: 7.00

5.5.2. Coeficientes de participación

	Masa total desplazada
Masa X	99.99 %
Masa Y	80.35 %

6. Cálculos pórtico

En la siguiente figura podemos apreciar el diseño del pórtico de la nave del taller de mecánica y los tipos de perfiles que lo configuran:

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

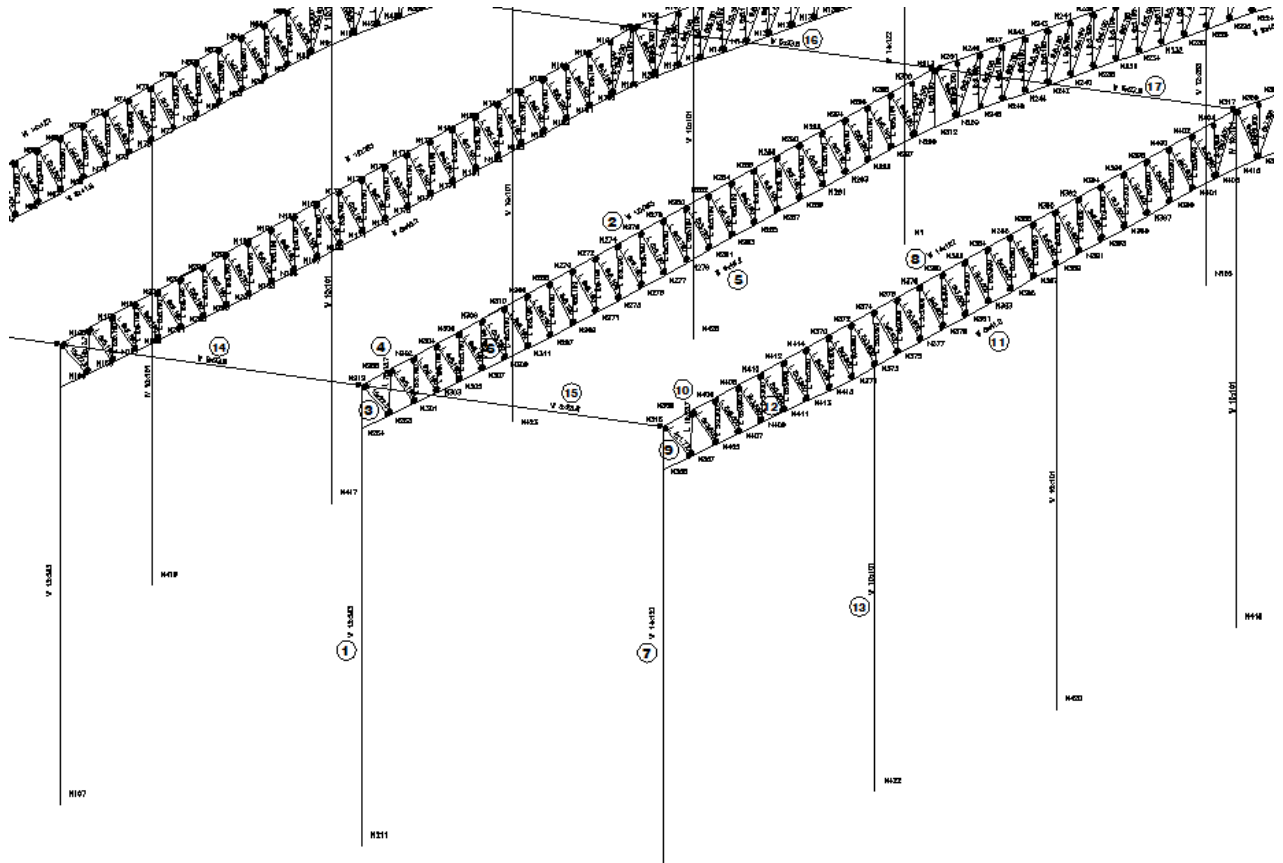


Fig 2. Esquema de la estructura metálica de la nave principal.

Los cálculos expuestos a continuación consisten en los obtenidos para el pórtico frontal y segundo de la estructura metálica de la nave del taller de mecánica. Estos son representativos de los otros elementos de la estructura metálica.

El cordón inferior de la celosía será arriostrada mediante tirantes en forma de cruz de San Andrés cada 6,3 m.

6.1. Geometría

Materiales utilizados

Referencias:

- E: Módulo de elasticidad
- G: Módulo de cortadura
- σ_e : Límite elástico
- $\alpha \cdot t$: Coeficiente de dilatación
- γ : peso específico

Materiales utilizados					
Material	E (GPa)	G (GPa)	σ_e (GPa)	$\alpha \cdot t$ (m/m°C)	γ (kN/m³)
Acero (A42-27ES)	206,01	79,23	0,26	1.2e-005	77,01

6.1.1. Descripción

Referencias:

- Ni: Nudo inicial
- Nf: Nudo final
- β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
- β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
- $Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
- $Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

Descripción								
Numeración	Barra (Ni/Nf)	Material	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
1	N211/N212	Acero (A42-27ES)	W 12x283 (W)	7.25	1.00	1.00	-	-
2	N212/N213	Acero (A42-27ES)	W 12x283 (W)	0.79	1.26	1.00	1.00	0.79
3	N263/N212	Acero (A42-27ES)	L 15x22.3 (ANGULOS ALAS IGUALES)	1.21	1.00	0.80	1.21	1.21
4	N263/N265	Acero (A42-27ES)	L 15x13.7 (ANGULOS ALAS IGUALES)	0.80	9.98	1.00	0.80	0.80
5	N307/N309	Acero (A42-27ES)	W 8x46.2 (W)	0.80	7.92	0.80	0.80	0.80
6	N309/N308	Acero (A42-27ES)	L 6x5.190 (ANGULOS ALAS IGUALES)	1.23	1.00	0.80	1.23	1.23
7	N315/N316	Acero (A42-27ES)	W 14x122 (W)	7.25	1.00	1.00	-	-
8	N316/N317	Acero (A42-27ES)	W 14x122 (W)	0.79	1.26	1.00	1.00	0.79
9	N367/N316	Acero (A42-27ES)	L 4x1.770 (ANGULOS ALAS IGUALES)	1.21	1.00	0.80	1.21	1.21
10	N367/N369	Acero (A42-27ES)	L 15x13.7 (ANGULOS ALAS IGUALES)	0.80	9.98	1.00	0.80	0.80
11	N411/N413	Acero (A42-27ES)	W 8x41.8 (W)	0.80	7.92	0.80	0.80	0.80
12	N413/N412	Acero (A42-27ES)	L 5x3.600 (ANGULOS ALAS IGUALES)	1.23	1.00	0.80	1.23	1.23

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

13	N422/N373	Acero (A42-27ES)	W 10x101 (W)	7.37	0.70	1.00	-	-
14	N108/N212	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	5.80	1.00	1.00	-	-
15	N212/N316	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	5.80	1.00	1.00	-	-
16	N109/N213	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	5.80	1.00	1.00	-	-
17	N213/N317	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	5.80	1.00	1.00	-	-

6.1.2. Características mecánicas

Referencias:

- A: Sección
- Iyy: Inercia flexión Iyy
- Izz: Inercia flexión Izz
- Ixx: Inercia torsión

Tipos de pieza	
Tipo	Piezas
1	N211/N212 y N212/N213
2	N263/N212
3	N263/N265 y N367/N369
4	N307/N309
5	N309/N308
6	N315/N316 y N316/N317
7	N367/N316
8	N411/N413
9	N413/N412
10	N422/N373
11	N108/N212, N212/N316, N109/N213 y N213/N317

Características mecánicas						
Tipo	Material	Descripción	A (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	Ixx (cm ⁴)
1	Acero (A42-27ES)	W 12x283, Perfil simple, (W)	360.00	78800.00	24500.00	2720.00
2	Acero (A42-27ES)	L 15x22.3, Perfil simple, (ANGULOS ALAS IGUALES)	28.34	625.02	625.02	9.45
3	Acero (A42-27ES)	L 15x13.7, Perfil simple, (ANGULOS ALAS IGUALES)	17.40	393.54	393.54	2.09
4	Acero (A42-27ES)	W 8x46.2, Perfil simple, (W)	58.90	4580.00	1540.00	27.30
5	Acero (A42-27ES)	L 6x5.190, Perfil simple, (ANGULOS ALAS IGUALES)	6.60	22.55	22.55	0.79
6	Acero (A42-27ES)	W 14x122, Perfil simple, (W)	155.00	36700.00	6170.00	265.00
7	Acero (A42-27ES)	L 4x1.770, Perfil simple, (ANGULOS ALAS IGUALES)	2.25	3.50	3.50	0.07
8	Acero (A42-27ES)	W 8x41.8, Perfil simple, (W)	53.20	4080.00	901.00	27.30
9	Acero (A42-27ES)	L 5x3.600, Perfil simple, (ANGULOS ALAS IGUALES)	4.59	10.87	10.87	0.38
10	Acero (A42-27ES)	W 10x101, Perfil simple, (W)	129.00	16400.00	5560.00	188.00

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

11	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8, Perfil simple, (W)	30.40	892.00	312.00	9.73
----	------------------	------------------------------	-------	--------	--------	------

Nota: Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

6.2. Tabla de medición

Referencias:

- Ni: Nudo inicial
- Nf: Nudo final

Tabla de medición						
Numeración	Pieza (Ni/Nf)	Material	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kp)
1	N211/N212	Acero (A42-27ES)	W 12x283 (W)	8.00	0.288	2260.80
2	N212/N213	Acero (A42-27ES)	W 12x283 (W)	20.07	0.723	5673.17
3	N263/N212	Acero (A42-27ES)	L 15x22.3 (ANGULOS ALAS IGUALES)	1.21	0.003	26.98
4	N263/N265	Acero (A42-27ES)	L 15x13.7 (ANGULOS ALAS IGUALES)	0.80	0.001	10.95
5	N307/N309	Acero (A42-27ES)	W 8x46.2 (W)	0.80	0.005	36.76
6	N309/N308	Acero (A42-27ES)	L 6x5.190 (ANGULOS ALAS IGUALES)	1.23	0.001	6.39
7	N315/N316	Acero (A42-27ES)	W 14x122 (W)	8.00	0.124	973.40
8	N316/N317	Acero (A42-27ES)	W 14x122 (W)	20.07	0.311	2442.62
9	N367/N316	Acero (A42-27ES)	L 4x1.770 (ANGULOS ALAS IGUALES)	1.21	0.000	2.14
10	N367/N369	Acero (A42-27ES)	L 15x13.7 (ANGULOS ALAS IGUALES)	0.80	0.001	10.95
11	N411/N413	Acero (A42-27ES)	W 8x41.8 (W)	0.80	0.004	33.21
12	N413/N412	Acero (A42-27ES)	L 5x3.600 (ANGULOS ALAS IGUALES)	1.23	0.001	4.44
13	N422/N373	Acero (A42-27ES)	W 10x101 (W)	7.37	0.095	746.11
14	N108/N212	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	5.80	0.018	138.41
15	N212/N316	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	5.80	0.018	138.41
16	N109/N213	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	5.80	0.018	138.41
17	N213/N317	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	5.80	0.018	138.41

6.3. Resultados

6.3.1. Esfuerzos

Referencias:

- N: Esfuerzo axil (kN)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
- Mt: Momento torsor (kN·m)

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- My: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

6.3.2. Resistencia

Referencias:

- N: Esfuerzo axil (kN)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
- Mt: Momento torsor (kN·m)
- My: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100 \%$.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N(kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N263/N212	23.90	0.606	105.881	0.000	0.000	0.000	0.044	0.000	G	Cumple
N263/N265	99.91	0.000	-102.476	0.000	-0.005	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N307/N309	19.56	0.795	-65.345	0.000	-1.637	0.000	2.900	0.000	G	Cumple
N309/N308	93.86	0.616	97.588	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	G	Cumple
N315/N368	36.95	0.000	-4.293	26.861	-9.396	0.488	-13.049	43.083	GV	Cumple
N412/N414	15.03	0.795	-6.805	-2.298	2.161	0.183	1.930	18.303	GV	Cumple
N367/N316	49.15	0.606	-0.599	-0.001	0.000	0.000	0.002	0.088	GV	Cumple
N367/N369	9.60	0.000	-6.200	0.000	-0.005	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N411/N413	17.93	0.795	-9.188	0.049	0.057	-0.054	-0.161	-4.284	GV	Cumple
N413/N412	15.67	0.616	-2.727	0.000	0.000	0.000	0.005	0.047	GV	Cumple
N422/N373	94.62	0.000	-3.504	0.008	70.458	-0.144	273.196	0.031	GV	Cumple
N108/N212	5.63	2.900	0.000	0.000	0.000	0.000	1.378	0.000	G	Cumple

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

N212/N316	5.63	2.900	0.000	0.000	0.000	0.000	1.378	0.000	G	Cumple
N109/N213	19.99	2.900	-21.811	0.000	0.000	0.000	1.034	0.000	GV	Cumple
N213/N317	22.84	2.900	-25.511	0.000	0.000	0.000	1.034	0.000	GV	Cumple

6.3.3. Flechas

Referencias:

- Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
- L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N211/N212	5.438	0.09	5.438	9.15	5.438	0.18	5.438	9.86
	5.438	L(>1000)	5.438	L/874.2	5.438	L(>1000)	5.438	L/891.6
N212/N213	9.546	24.11	10.937	30.24	9.546	48.21	10.937	33.92
	9.546	L/832.7	10.937	L/663.9	9.546	L/832.7	11.136	L/683.1
N263/N212	0.606	0.01	0.606	0.01	0.606	0.00	0.606	0.00
	0.606	L(>1000)	0.606	L(>1000)	0.606	L(>1000)	0.606	L(>1000)
N263/N265	0.401	0.00	0.401	0.00	0.401	0.00	0.401	0.00
	0.401	L(>1000)	0.401	L(>1000)	0.401	L(>1000)	0.401	L(>1000)
N307/N309	0.398	0.04	0.398	0.02	0.398	0.08	0.398	0.02
	0.398	L(>1000)	0.398	L(>1000)	0.398	L(>1000)	0.398	L(>1000)
N309/N308	0.616	0.03	0.616	0.05	0.616	0.01	0.616	0.02
	0.616	L(>1000)	0.616	L(>1000)	0.616	L(>1000)	0.616	L(>1000)
N315/N316	4.531	9.52	4.078	0.55	4.531	18.15	4.078	0.99
	4.531	L/840.5	4.078	L(>1000)	4.531	L/840.5	4.078	L(>1000)
N316/N317	9.149	61.92	3.587	0.75	8.950	111.05	3.587	0.95
	9.149	L/324.2	3.587	L(>1000)	9.149	L/324.2	3.587	L(>1000)
N367/N316	0.606	3.15	0.606	2.02	0.606	5.68	0.606	3.56
	0.606	L/385.0	0.606	L/599.4	0.606	L/391.2	0.606	L/623.9
N367/N369	0.401	0.01	0.401	0.00	0.401	0.02	0.401	0.01
	0.401	L(>1000)	0.401	L(>1000)	0.401	L(>1000)	0.401	L(>1000)
N411/N413	0.398	0.20	0.398	0.01	0.398	0.38	0.398	0.01
	0.398	L(>1000)	0.398	L(>1000)	0.398	L(>1000)	0.398	L(>1000)
N413/N412	0.616	0.85	0.616	0.51	0.616	1.60	0.616	1.02
	0.616	L(>1000)	0.616	L(>1000)	0.616	L(>1000)	0.616	L(>1000)
N422/N373	4.789	0.04	2.947	17.98	4.789	0.07	2.947	33.78
	4.789	L(>1000)	2.947	L/409.8	4.789	L(>1000)	2.947	L/409.8
N4/N316	0.000	0.00	2.900	2.66	0.000	0.00	2.900	0.95
	-	L(>1000)	2.900	L(>1000)	-	L(>1000)	2.900	L(>1000)
N5/N317	5.800	0.08	8.700	107.40	5.800	0.16	8.700	114.25
	5.800	L(>1000)	8.700	L/162.0	5.800	L(>1000)	8.700	L/162.5

6.4. Resumen de medición estructura metálica

A continuación se presenta la tabla resumen de medición de toda la estructura metálica que conforma la nave principal. Como ya se ha especificado con anterioridad el acero estructural utilizado será Acero (A42-27ES).

Descripción		Longitud			Volumen			Peso		
Perfil	Serie	Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kp)	Serie (kp)	Material (kp)
W 12x283, Perfil simple W 14x122, Perfil simple W 8x46,2, Perfil simple W 8x41,8, Perfil simple W 10x101, Perfil simple W 5x23,8, Perfil simple	W	449,2			16,168			126943,6		
		112,3			1,741			13664,06		
		321,04			1,888			14844,72		
		80,27			0,427			3352,04		
		78,21			1,009			7919,94		
		156,6			0,477			3737,07		
			1197,62			21,71			170461,43	
		1197,62			21,71				170.461,43	
L 4x1,770, Perfil simple L 15x22,3, Perfil simple L 15x13,7, Perfil simple L 6x5,190, Perfil simple L 5x3,600, Perfil simple	ANGULOS ALAS IGUALES	4,85			0,001			8,57		
		22,65			0,056			431,76		
		12,8			0,03			219		
		849,84			0,56			4404,88		
		210,38			0,096			757,26		
			1100,52			0,743			5821,47	
		1100,52			0,743				5821,47	
TOTALES		2298,14			22,453			176.282,9		

7. Placas de anclaje

7.1. Descripción

Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N1, N3, N313, N315	Ancho X: 500 mm Ancho Y: 650 mm Espesor: 22 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: 2(150x0x7.0) Paralelos Y: -	4Ø25.38 mm L=95 cm Gancho a 180 grados
N105, N107, N427, N428, N429, NN430, N431, N432, N209, N211, N433, N434, N435, N436, N437, N438	Ancho X: 750 mm Ancho Y: 800 mm Espesor: 30 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(250x35x12.0)	10Ø31.75 mm L=120 cm Gancho a 180 grados
N417, N418, N419, N420, N421, N422, N423, N424, N425, N426	Ancho X: 650 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 25 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x0x22.0)	16Ø28.56 mm L=100 cm Gancho a 180 grados

7.2. Medición placas de anclaje

Pilares	Acero	Peso kp	Totales kp
N1, N3, N313, N315	A42-27ES	4 x 62.37	
N105, N107, N427, N428, N429, NN430, N431, N432, N209, N211, N433, N434, N435, N436, N437, N438	A42-27ES	16 x 170.18	
N417, N418, N419, N420, N421, N422, N423, N424, N425, N426	A42-27ES	10 x 123.83	
			4210.68
Totales			4210.68

7.3. Medición pernos placas de anclaje

Pilares	Pernos	Acero	Longitud m	Peso kp	Totales m	Totales kp
N1, N3, N313, N315	16Ø25.38 mm L=131 cm	A-307 (liso)	16 x 1.31	16 x 5.19		
N105, N107, N427, N428, N429, N430, N431, N432, N209, N211, N433, N434, N435, N436, N437, N438	40Ø31.75 mm L=164 cm	A-307 (liso)	160 x 1.64	160 x 10.22		
N417, N418, N419, N420, N421, N422, N423, N424, N425, N426	160Ø28.56 mm L=140 cm	A-307 (liso)	160 x 1.40	160 x 7.04		
					258.60	2844.66
Totales					258.60	2844.66

7.4. Comprobación de las placas de anclaje

Como modo de ejemplo se ha introducido la comprobación de una de las placas de anclaje:

Referencia: N1

- Placa base: Ancho X: 500 mm Ancho Y: 650 mm Espesor: 22 mm
- Pernos: 4Ø25.38 mm L=95 cm Gancho a 180 grados
- Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada
- Rigidizadores: Paralelos X: 2(150x0x7.0) Paralelos Y: -

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 38 mm Calculado: 380 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 50 mm Calculado: 60 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: Paralelos a X:	Máximo: 50 Calculado: 47.7	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 30 cm Calculado: 95 cm	Cumple

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Anclaje perno en hormigón:		
Tracción:	Máximo: 105.19 kN Calculado: 92.36 kN	Cumple
Cortante:	Máximo: 73.63 kN Calculado: 8.14 kN	Cumple
Tracción + Cortante:	Máximo: 105.19 kN Calculado: 104 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 102.59 kN Calculado: 92.36 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 202.74 MPa Calculado: 184.734 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 147.89 kN Calculado: 8.14 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 176.58 MPa	
Derecha:	Calculado: 90.9736 MPa	Cumple
Izquierda:	Calculado: 115.173 MPa	Cumple
Arriba:	Calculado: 161.064 MPa	Cumple
Abajo:	Calculado: 162.155 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
Derecha:	Calculado: 11455.6	Cumple
Izquierda:	Calculado: 8916.76	Cumple
Arriba:	Calculado: 1028.81	Cumple
Abajo:	Calculado: 1230.8	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 176.58 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

En el *Plano 19.6* se puede apreciar los detalles y ubicaciones de cada una de las placas de anclaje anteriormente descritas.

8. Cimentaciones

En el *Plano 13.2* se aprecia las distribuciones de las cimentaciones conjuntamente con las redes de saneamiento.

8.1. Elementos de cimentación aislados

8.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
-------------	-----------	--------

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

N1 y N313	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 102.5 cm Ancho inicial Y: 102.5 cm Ancho final X: 102.5 cm Ancho final Y: 102.5 cm Ancho zapata X: 205.0 cm Ancho zapata Y: 205.0 cm Canto: 115.0 cm	Sup X: 11Ø22 c/ 18 Sup Y: 11Ø22 c/ 18 Inf X: 11Ø22 c/ 18 Inf Y: 11Ø22 c/ 18
N3 y N315	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 97.5 cm Ancho inicial Y: 97.5 cm Ancho final X: 97.5 cm Ancho final Y: 97.5 cm Ancho zapata X: 195.0 cm Ancho zapata Y: 195.0 cm Canto: 115.0 cm	Sup X: 10Ø22 c/ 18 Sup Y: 10Ø22 c/ 18 Inf X: 10Ø22 c/ 18 Inf Y: 10Ø22 c/ 18
N105, N107, N427, N428, N429, N430, N431, N432, N209, N211, N433, N434, N435, N436, N437 y N438	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 155.0 cm Ancho inicial Y: 155.0 cm Ancho final X: 155.0 cm Ancho final Y: 155.0 cm Ancho zapata X: 310.0 cm Ancho zapata Y: 310.0 cm Canto: 145.0 cm	Sup X: 21Ø22 c/ 14 Sup Y: 21Ø22 c/ 14 Inf X: 21Ø22 c/ 14 Inf Y: 21Ø22 c/ 14
N417 y N418	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 150.0 cm Ancho inicial Y: 150.0 cm Ancho final X: 150.0 cm Ancho final Y: 150.0 cm Ancho zapata X: 300.0 cm Ancho zapata Y: 300.0 cm Canto: 120.0 cm	Sup X: 13Ø25 c/ 22 Sup Y: 13Ø25 c/ 22 Inf X: 13Ø25 c/ 22 Inf Y: 13Ø25 c/ 22
N419, N420, N421, N422, N423, N424, N425 y N426	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 160.0 cm Ancho inicial Y: 160.0 cm Ancho final X: 160.0 cm Ancho final Y: 160.0 cm Ancho zapata X: 320.0 cm Ancho zapata Y: 320.0 cm Canto: 120.0 cm	Sup X: 14Ø25 c/ 22 Sup Y: 14Ø25 c/ 22 Inf X: 14Ø25 c/ 22 Inf Y: 14Ø25 c/ 22

8.1.2. Medición

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Referencias: N1 y N313		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø22	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	11x2.63	28.93
	Peso (kg)	11x7.85	86.33
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	11x2.63	28.93
	Peso (kg)	11x7.85	86.33
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	11x2.63	28.93
	Peso (kg)	11x7.85	86.33
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	11x2.63	28.93
	Peso (kg)	11x7.85	86.33
Totales	Longitud (m)	115.72	
	Peso (kg)	345.32	345.32
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	127.29	
	Peso (kg)	379.85	379.85

Referencias: N3 y N315		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø22	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	10x2.53	25.30
	Peso (kg)	10x7.55	75.50
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	10x2.53	25.30
	Peso (kg)	10x7.55	75.50
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	10x2.53	25.30
	Peso (kg)	10x7.55	75.50
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	10x2.53	25.30
	Peso (kg)	10x7.55	75.50
Totales	Longitud (m)	101.20	
	Peso (kg)	302.00	302.00
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	111.32	
	Peso (kg)	332.20	332.20

Referencias: N105, N107, N427, N428, N429, N430, N431, N432, N209, N211, N433, N434, N435, N436, N437 y N438		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø22	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	21x3.68	77.28
	Peso (kg)	21x10.98	230.61
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	21x3.68	77.28
	Peso (kg)	21x10.98	230.61
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	21x3.68	77.28
	Peso (kg)	21x10.98	230.61
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	21x3.68	77.28
	Peso (kg)	21x10.98	230.61
Totales	Longitud (m)	309.12	
	Peso (kg)	922.44	922.44
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	340.03	
	Peso (kg)	1014.68	1014.68

Referencias: N417 y N418		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø25	

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	13x3.68	47.84
	Peso (kg)	13x14.18	184.34
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	13x3.68	47.84
	Peso (kg)	13x14.18	184.34
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	13x3.68	47.84
	Peso (kg)	13x14.18	184.34
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	13x3.68	47.84
	Peso (kg)	13x14.18	184.34
Totales	Longitud (m)	191.36	
	Peso (kg)	737.36	737.36
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	210.50	
	Peso (kg)	811.10	811.10

Referencias: N419, N420, N421, N422, N423, N424, N425 y N426		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø25	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	14x3.10	43.40
	Peso (kg)	14x11.95	167.24
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	14x3.10	43.40
	Peso (kg)	14x11.95	167.24
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	14x3.10	43.40
	Peso (kg)	14x11.95	167.24
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	14x3.10	43.40
	Peso (kg)	14x11.95	167.24
Totales	Longitud (m)	173.60	
	Peso (kg)	668.96	668.96
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	190.96	
	Peso (kg)	735.86	735.86

8.1.3. Resumen de Medición

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)					
Elemento	A-63-42H (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø22	Ø25	Total	H25	Limpieza
Referencias: N1 y N313	2x379.85		759.70	2x4.83	2x0.42
Referencias: N3 y N315	2x332.20		664.40	2x4.37	2x0.38
Referencias: N105, N107, N427, N428, N429, N430, N431, N432, N209, N211, N433, N434, N435, N436, N437 y N438	16x1014.68		16234.88	16x13.93	16x0.96
Referencias: N417 y N418		2x811.10	1622.20	2x10.80	2x0.90
Referencias: N419, N420, N421, N422, N423, N424, N425 y N426		8x735.86	5886.88	8x12.29	8x1.02
Totales	17658.98	7509.08	25168.06	361.2	26.92

8.1.4. Comprobación

Como modo de ejemplo se ha introducido la comprobación de una de las cimentaciones:

Referencia: N1

- Dimensiones: 205 x 205 x 115
- Armados: Xi:Ø22 c/ 18 Yi:Ø22 c/ 18 Xs:Ø22 c/ 18 Ys:Ø22 c/ 18

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0,196 MPa Calculado: 0,0675909 MPa	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales (sismo):	Máximo: 0,294 MPa Calculado: 0,0411039 MPa	Cumple
Tensión máxima acc, gravitatorias:	Máximo: 0,244956 MPa Calculado: 0,0444393 MPa	Cumple
Tensión máxima con acc, de viento:	Máximo: 0,244956 MPa Calculado: 0,166476 MPa	Cumple
Tensión máxima con acc, sísmicas:	Máximo: 0,367483 MPa Calculado: 0,0437526 MPa	Cumple
Flexión en la zapata:		
En dirección X:	Momento: 43,70 kN·m	Cumple
En dirección Y:	Momento: 10,93 kN·m	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio,</i>		
En dirección X:	Reserva seguridad: 37,2 %	Cumple
En dirección Y:	Reserva seguridad: 296,2 %	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5886 kN/m ² Calculado: 3,2373 kN/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
En dirección X:	Cortante: 0,00 kN	Cumple
En dirección Y:	Cortante: 0,00 kN	Cumple
Canto mínimo: <i>Capítulo 15,7 (norma ACI-CHILE 318-95)</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 115 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: N1:	Mínimo: 103 cm Calculado: 106 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Capítulo 7,12 (norma ACI-CHILE 318-95)</i>		
Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0,0018 Calculado: 0,0019	Cumple
Armado superior dirección X:	Calculado: 0,0019	Cumple
Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0,0019	Cumple
Armado superior dirección Y:	Calculado: 0,0019	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
Parrilla inferior:	Mínimo: 10 mm Calculado: 22 mm	Cumple
Parrilla superior:	Calculado: 22 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 cm	

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Armado inferior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:		
<i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J, Calavera, ed, INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
Armado inferior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
Armado inferior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Armado superior dirección X:	Calculado: 18 cm	Cumple
Armado superior dirección Y:	Calculado: 18 cm	Cumple
Longitud de anclaje:		
<i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J, Calavera, ed, INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 35 cm	
Armado inf, dirección X hacia der:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado inf, dirección X hacia izq:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado inf, dirección Y hacia arriba:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado inf, dirección Y hacia abajo:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup, dirección X hacia der:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup, dirección X hacia izq:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup, dirección Y hacia arriba:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup, dirección Y hacia abajo:	Calculado: 35 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 35 cm	
Armado inf, dirección X hacia der:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado inf, dirección X hacia izq:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado inf, dirección Y hacia arriba:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado inf, dirección Y hacia abajo:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup, dirección X hacia der:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup, dirección X hacia izq:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup, dirección Y hacia arriba:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup, dirección Y hacia abajo:	Calculado: 35 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Todas las cimentaciones cumplen con las comprobaciones anteriormente descritas. En los Planos 19.7 al 19.12 se puede apreciar los detalles y ubicaciones de cada una de las cimentaciones de la estructura de la nave principal.

9.1. Vigas

9.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
C [N3-N107], C [N107-N211], C [N211-N427], C [N427-N428], C [N428-N429], C [N429-N430], C [N430-N431], C [N431-N432], C [N432-N315], C [N1-N105], C [N105-N209], C [N209-N433], C [N433-N434], C [N434-N435], C [N435-N436], C [N436-N437], C [N437-N438] y C [N438-N313]	Ancho: 40,0 cm Canto: 40,0 cm	Superior: 2 Ø16 Inferior: 2 Ø16 Estribos: 1xØ10 c/ 20

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

C [N315-N422], C [N426-N313], C [N1-N425] y C [N421-N3]	Ancho: 40,0 cm Canto: 40,0 cm	Superior: 2 Ø16 Inferior: 2 Ø16 Estribos: 1xØ10 c/ 20
C [N422-N420], C [N424-N426], C [N425-N423] y C [N419-N421]	Ancho: 40,0 cm Canto: 40,0 cm	Superior: 2 Ø16 Inferior: 2 Ø16 Estribos: 1xØ10 c/ 20
C [N420-N418], C [N418-N424], C [N423-N417] y C [N417-N419]	Ancho: 40,0 cm Canto: 40,0 cm	Superior: 2 Ø16 Inferior: 2 Ø16 Estribos: 1xØ10 c/ 20

9.1.2. Medición

Referencias: C [N3-N107], C [N107-N211], C [N211-N427], C [N427-N428], C [N428-N429], C [N429-N430], C [N430-N431], C [N431-N432], C [N432-N315], C [N1-N105], C [N105-N209], C [N209-N433], C [N433-N434], C [N434-N435], C [N435-N436], C [N436-N437], C [N437-N438] y C [N438-N313]		A-63-42H		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø16	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6,40	12,8
	Peso (kg)		2x10,10	20,2
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6,40	12,8
	Peso (kg)		2x10,10	20,2
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	18x1,36		24,48
	Peso (kg)	18x0,84		15,09
Totales	Longitud (m)	24,48	25,6	
	Peso (kg)	15,09	40,4	55,49
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	26,93	28,16	
	Peso (kg)	16,6	44,44	61,04

Referencias: C [N315-N422], C [N426-N313], C [N1-N425] y C [N421-N3]		A-63-42H		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø16	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x8,00	16
	Peso (kg)		2x12,63	25,25
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x8,00	16
	Peso (kg)		2x12,63	25,25
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	26x1,36		35,36
	Peso (kg)	26x0,84		21,8
Totales	Longitud (m)	35,36	32	
	Peso (kg)	21,8	50,5	72,3
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	38,9	35,2	
	Peso (kg)	23,98	55,55	79,53

Referencias: C [N422-N420], C [N424-N426], C [N425-N423] y C [N419-N421]		A-63-42H		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø16	

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6,95	13,9
	Peso (kg)		2x10,97	21,94
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6,95	13,9
	Peso (kg)		2x10,97	21,94
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	17x1,36		23,12
	Peso (kg)	17x0,84		14,25
Totales	Longitud (m)	23,12	27,8	
	Peso (kg)	14,25	43,88	58,13
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	25,43	30,58	
	Peso (kg)	15,68	48,26	63,94

Referencias: C [N420-N418], C [N418-N424], C [N423-N417] y C [N417-N419]		A-63-42H		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø16	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6,90	13,8
	Peso (kg)		2x10,89	21,78
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6,90	13,8
	Peso (kg)		2x10,89	21,78
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	17x1,36		23,12
	Peso (kg)	17x0,84		14,25
Totales	Longitud (m)	23,12	27,6	
	Peso (kg)	14,25	43,56	57,81
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	25,43	30,36	
	Peso (kg)	15,68	47,91	63,59

9.1.3. Resumen de Medición

Elemento	A-63-42H (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø10	Ø16	Total	H25	Limpieza
Referencias: C [N3-N107], C [N107-N211], C [N211-N427], C [N427-N428], C [N428-N429], C [N429-N430], C [N430-N431], C [N431-N432], C [N432-N315], C [N1-N105], C [N105-N209], C [N209-N433], C [N433-N434], C [N434-N435], C [N435-N436], C [N436-N437], C [N437-N438] y C [N438-N313]	18x16,60	18x44,44	1098,72	18x0,52	18x0,13
Referencias: C [N315-N422], C [N426-N313], C [N1-N425] y C [N421-N3]	4x23,98	4x55,55	318,12	4x0,77	4x0,19
Referencias: C [N422-N420], C [N424-N426], C [N425-N423] y C [N419-N421]	4x15,67	4x48,27	255,76	4x0,50	4x0,13
Referencias: C [N420-N418], C [N418-N424], C [N423-N417] y C [N417-N419]	4x15,67	4x47,92	254,36	4x0,51	4x0,13
Totales	520,08	1406,88	1926,96	16,48	4,14

9.1.4. Comprobación

Como modo de ejemplo se ha introducido la comprobación de una de las vigas:

Referencia: C.1 [N3-N107] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2 Ø16
- Armadura inferior: 2 Ø16
- Estribos: 1xØ10 c/ 20

Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>Norma ACI-Chile 318-99, Artículo 21,8,3,2 (pag,503),</i>	Mínimo: 16,3 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>Norma ACI-Chile 318-99, Artículo 21,8,3,2 (pag,503),</i>	Mínimo: 16,3 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 8 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 7,6 (norma ACI-Chile)</i>	Mínimo: 4 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 7,6 (norma ACI-Chile)</i>	Mínimo: 4 cm	
Armadura superior:	Calculado: 24,8 cm	Cumple
Armadura inferior:	Calculado: 24,8 cm	Cumple
Separación máxima estribos: Sin cortantes: <i>Artículo 44,2,3,4,1 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: <i>Norma ACI-Chile 318-99, Artículo 21,8,3,2 (pag,503),</i>	Máximo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 10,5 (norma ACI-Chile)</i>	Máximo: 50 cm	
Armadura superior:	Calculado: 24,8 cm	Cumple
Armadura inferior:	Calculado: 24,8 cm	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles: Armadura total (Acciones dinámicas): <i>Criterio de CYPE Ingenieros basado en el Artículo 38,4 de la EH-91</i>	Mínimo: 6,09 cm ² Calculado: 8,04 cm ²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: Acciones dinámicas: <i>Norma ACI-Chile 318-99, Artículo 10,3,5,2 (pag,165),</i>	Mínimo: 0 cm ² Calculado: 8,04 cm ²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: Acciones dinámicas: <i>J, Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC, Apartado 3,15 (pag,125),</i>	Mínimo: 0 cm ² Calculado: 8,04 cm ²	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 30 cm	
Acciones estáticas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Acciones dinámicas:	Calculado: 30 cm	Cumple

ANEJO 9: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE PRINCIPAL del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Longitud de anclaje barras inferiores origen: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 30 cm	
Acciones estáticas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Acciones dinámicas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 30 cm	
Acciones estáticas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Acciones dinámicas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 30 cm	
Acciones estáticas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Acciones dinámicas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:	Momento flector: 0,00 kN·m	
Acciones dinámicas:	Axil: ± 0,04 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Todas las vigas cumplen con las comprobaciones anteriormente descritas. En los *Planos 19.7 al 19.12* se puede apreciar los detalles y ubicaciones de cada una de las cimentaciones de la estructura de la nave principal.

Índice

1. Objeto	3
2. Normativa	3
3. Túneles de descomposición	4
4. Correas	5
4.1. Datos de la obra	5
4.2. Acciones	6
4.2.1. Datos de viento	6
4.2.2. Datos de nieve	6
4.3. Aceros en perfiles	6
4.4. Datos de los pórticos	6
4.5. Datos de las correas en cubierta	7
4.6. Medición de correas	7
4.7. Cargas en barras	7
4.7.1. Pórticos extremos	7
4.7.2. Pórticos intermedios	9
5. Datos de los pórticos	10
5.1. Normas consideradas	10
5.2. Estados límite	11
5.3. Situaciones de proyecto	11
5.3.1. Situaciones no sísmicas	11
5.3.2. Situaciones sísmicas	11
5.4. Combinaciones	14
5.5. Sismo dinámico	16
5.5.1. Datos generales de sismo	16
5.5.2. Coeficientes de participación	17
6. Cálculos pórtico	17
6.1. Geometría	18
6.1.1. Descripción	19
6.1.2. Características mecánicas	19
6.2. Tabla de medición	20
6.3. Resultados	20
6.3.1. Esfuerzos	20

ANEJO 10: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS TÚNELES DE DESCOMPOSICIÓN del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

6.3.2.	Resistencia.....	21
6.3.3.	Flechas.....	22
6.4.	Resumen de medición estructura metálica	23
7.	<i>Placas de anclaje</i>	23
7.1.	Descripción.....	23
7.2.	Medición placas de anclaje.....	24
7.3.	Medición pernos placas de anclaje	24
7.4.	Comprobación de las placas de anclaje	24
8.	<i>Cimentaciones</i>	26
8.1.	Elementos de cimentación aislados	26
8.1.1.	Descripción.....	26
8.1.2.	Medición	27
8.1.3.	Resumen de Medición.....	29
8.1.4.	Comprobación	29
9.1.	Vigas	31
9.1.1.	Descripción.....	31
9.1.2.	Medición	31
9.1.3.	Resumen de Medición.....	32
9.1.4.	Comprobación	33

1. Objeto

En este anejo se describen los cálculos, las características constructivas y las medidas de los túneles de descomposición de la planta de compostaje.

Los cálculos se han realizado mediante las aplicaciones 'Nuevo Metal 3D' y 'Generador de Pórticos' del programa CYPE Ingenieros. Ajustando los parámetros a la normativa Chilena actual.

2. Normativa

Los elementos a diseñar y construir deberán cumplir con los requerimientos de las Normas y Reglamentos que sean aplicables, utilizando la última versión de cada uno de ellos. En particular serán aplicables:

- NCh 428. Of 57. Ejecución de construcciones de acero.
- NCh 427. Especificaciones para el cálculo de estructuras de acero para edificios.
- NCh 203. Acero para uso estructural – Requisitos.
- NCh 206. Acero laminado en barras para pernos corrientes.
- NCh 207. Acero laminado en barras para remaches estructurales.
- NCh 208. Acero laminado en barras para tuercas corrientes.
- NCh 215. Planchas gruesas de acero al carbono para tubos soldados el arco eléctrico.
- NCh 217. Acero – Mallas de alta resistencia para hormigón armado – Especificaciones.
- NCh 300. Elementos de fijación – Pernos, tuercas, tornillos y accesorios – Terminología y designación.
- NCh 301. Pernos de acero con cabeza y tuerca hexagonales.
- NCh 302. Pernos de acero, de cabeza redonda, con cuello cuadrado y tuerca cuadrado.
- NCh 308. Examen de soldadores que trabajan con arco eléctrico.
- NCh 428. Ejecución de construcciones de acero.
- NCh 431. Construcción – Sobrecargas de nieve.
- NCh 432. Cálculo de acción del viento sobre construcciones.
- NCh 433. Diseño sísmico de edificios.
- NCh 1185. Rosa ISO – Perfil básico – Dimensiones métricas.
- ICHA. Manual de Estructuras de Acero para Edificios. 2ª Edición.
- ASTM A242. High-Strength Low-Alloy Structural Steel.
- ASTM A325. High-Strength Bolts for Structural Steel Joints Including Suitable Nuts and Plain Hardened. Washers.
- ASTM A375. High-Strength Low-Alloy Hot-Rolled Steel Sheet and Strip.
- ASTM A490. Quenched and Tempered Alloy Steel Bolts for Structural Steel Joints.
- ASTM 1502. Specifications for Structural Rivets. Grade 1 or Grade 2, latest edition.
- AWS A5.1. Specifications for Mild Steel Covered Arc-Welding Electrodes.
- AWS A5.5. Specifications for Low-Alloy Steel Covered Arc-Welding Electrodes.
- AWS A5.17. Specifications for Bare Mild Steel Electrodes and Fluxes for Submerged Arc Welding.
- AWS A5.18. Specifications for Mild Steel Electrodes for Gas Metal Arc Welding.
- AWS A5.20. Mild Steel Electrodes for Flux-Cored-Arc Welding.
- AWS Sec. 2 Recommended Practics for Resistance Welding. Tables 26.1 y 26.2.

ANEJO 10: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS TÚNELES DE DESCOMPOSICIÓN del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- AWS Art. 422. Requirements for Electroslag and Electrogas Welding.
- AISC. Manual of Steel Construction – Seventh Edition.
- AISI. Cold-Formed Steel Design Manual, latest edition.
- ASIE. Specifications for the Design and Construction of Mill Buildings.
- “Código de Diseño de Hormigón Armado”, basado en el ACI 318-95, incluyendo Capítulo 21.
- American Iron and Steel Institute, AISI “Specification for the Design of Cold Formed Steel Structural Members”.
- Manual of Steel Construction Allowable Stress Design, American Institute of Steel Construction Inc., 9ª Edition.
- UBC 97. Uniform Building Code,
- Código ACI 318-99. Diseño y calculo de elementos y estructuras de hormigón armado.
- NCh 430-2007. Hormigón Armado – Requisitos de diseño y cálculo
- NCh 148. Cemento – Terminología, clasificación y especificaciones generales.
- NCh 163. Áridos para morteros y hormigones – Requisitos generales.
- NCh 170. Hormigón – Requisitos generales.
- NCh 204. Acero – Barras laminadas en caliente para hormigón armado.
- NCh 1174. Construcción – Alambre de acero, los o con entalladuras, de grado AT56-50H, en forma de barras rectas – Condiciones de uso en el hormigón armado.
- NCh 1498. Hormigón – Agua de amasado – Requisitos.
- NCh 1573. Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso.
- NCh 1934. Hormigón preparado en central hormigonera.
- NCh 2182. Hormigón y mortero – Aditivos – Clasificación y requisitos.
- NCh 2369. Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
- AC 133. Acceptance Criteria for Mechanical Connectors for Steel Bar Reinforcement.
- ACI 318S. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario.
- ACI 318M. Building Code Requirements for Reinforced Concrete and Commentary.

3. Túneles de descomposición

Se prevé que la planta de compostaje disponga de seis túneles de descomposición con unas dimensiones de 6 metros de ancho por 5,5 de alto, y una longitud total de 24 metros. La estructura de estos túneles será metálica.

En la Figura 1 se puede apreciar esta geometría. También en el *Plano 20.3* con las acotaciones.

Los cerramientos se realizaran mediante bloque de hormigón. El techo será de plancha metálica. La solera, que será aireada, tal y como se ha descrito en el *Anejo 7 Dimensionado de la Planta*, se realizara mediante tubos pre-fabricados colocados en el momento de hacer el pavimento.

Los túneles serán cerrados herméticamente mediante puerta basculante. También incorporaran sistemas de riego y inyección/aspiración de gases.

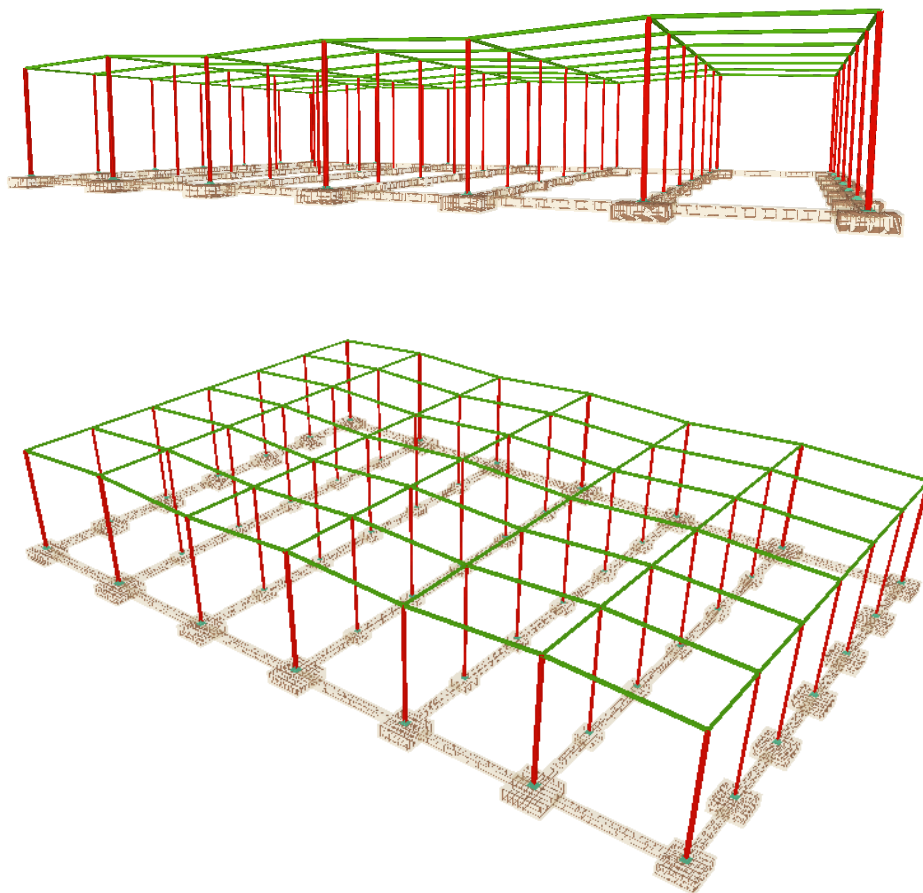


Fig 1. Estructura metálica y cimentaciones de los túneles de descomposición.

4. Correas

4.1. Datos de la obra

Separación entre pórticos: 4.00 m.

Con cerramiento en cubierta

- Peso del cerramiento: 0.10 kN/m²
- Sobrecarga del cerramiento: 0.39 kN/m²

4.2. Acciones

4.2.1. Datos de viento

Normativa: Eurocódigo 1

Velocidad de referencia: 26.0 m/s

Categoría del terreno: Categoría II

Dirección transversal (X)

Tipo de terreno: Llano

Dirección longitudinal (Y)

Tipo de terreno: Llano

Profundidad nave industrial: 24.00 m

Hipótesis aplicadas:

- 1 - 0 grados. Presión exterior tipo 1
- 2 - 0 grados. Presión exterior tipo 2
- 3 - 180 grados. Presión exterior tipo 1
- 4 - 180 grados. Presión exterior tipo 2
- 5 - 90 grados
- 6 - 270 grados

4.2.2. Datos de nieve

Nieve genérica

Carga superficial: 0.25 kN/m²

Hipótesis aplicadas:

- 1 - Hipótesis de nieve genérica

4.3. Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. Elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Aceros Conformados	A42-27ES	265	206

4.4. Datos de los pórticos

Pórtico	Tipo exterior	Geometría	Tipo interior
1, 2, 3, 4, 5 y 6	Un agua	Luz total: 6.15 m. Alero izquierdo: 5.50 m. Alero derecho: 5.80 m.	Pórtico rígido

4.5. Datos de las correas en cubierta

Parámetros de cálculo	Descripción de correas
Límite flecha: $L / 250$ Número de vanos: Dos vanos Tipo de fijación: Fijación rígida	Tipo de perfil: C 8x4.61 Separación: 0.77 m. Tipo de Acero: A42-27ES
Comprobación	
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Tensión: 90.01 % - Flecha: 99.47 %	

En el *Plano 20.2* se puede apreciar la distribución de estas correas en el pórtico.

4.6. Medición de correas

Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m ²
Correas de cubierta	54	248.79	0,07

4.7. Cargas en barras

4.7.1. Pórticos extremos

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	90 grados	Faja	0.75/1.00 (R)	1.81 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	0.85 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	0.50 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.31 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.78 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.19 (R)	3.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.19/1.00 (R)	1.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.00/0.19 (R)	3.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.19/1.00 (R)	1.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.19 (R)	2.90 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.19/1.00 (R)	1.02 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.00/0.25 (R)	1.81 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.25/0.75 (R)	1.65 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.75/1.00 (R)	1.81 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	0.85 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	0.50 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.31 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.78 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.19 (R)	2.90 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.19/1.00 (R)	1.02 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

ANEJO 10: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS TÚNELES DE DESCOMPOSICIÓN del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.19 (R)	3.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.19/1.00 (R)	1.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.00/0.19 (R)	3.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.19/1.00 (R)	1.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.00/0.25 (R)	1.81 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.25/0.75 (R)	1.65 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.75/1.00 (R)	1.81 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	0.85 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	0.50 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.31 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.78 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.19 (R)	3.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.19/1.00 (R)	1.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.00/0.19 (R)	3.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.19/1.00 (R)	1.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.19 (R)	2.90 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.19/1.00 (R)	1.02 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.00/0.25 (R)	1.81 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.25/0.75 (R)	1.65 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.75/1.00 (R)	1.81 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	0.85 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	0.50 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.31 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.78 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.19 (R)	2.90 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.19/1.00 (R)	1.02 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.19 (R)	3.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.19/1.00 (R)	1.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.00/0.19 (R)	3.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.19/1.00 (R)	1.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.00/0.25 (R)	1.81 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.25/0.75 (R)	1.65 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados		0.75/1.00 (R)	1.81 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados		---	0.85 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica		---	0.50 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Carga permanente		---	0.20 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1		---	0.81 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2		---	0.81 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 1		---	1.33 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 2		---	1.33 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados		---	1.75 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	270 grados		---	0.84 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente		---	0.31 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso		---	0.78 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1		0.00/0.19 (R)	3.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1		0.19/1.00 (R)	1.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2		0.00/0.19 (R)	3.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2		0.19/1.00 (R)	1.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1		0.00/0.19 (R)	2.90 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1		0.19/1.00 (R)	1.02 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados		0.00/0.25 (R)	1.81 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados		0.25/0.75 (R)	1.65 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados		0.75/1.00 (R)	1.81 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados		---	0.85 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica		---	0.50 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

ANEJO 10: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS TÚNELES DE DESCOMPOSICIÓN del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

4.7.2. Pórticos intermedios

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente		---	0.39 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1		---	2.66 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2		---	2.66 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 1		---	1.63 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 2		---	1.63 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados		---	2.68 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	270 grados		---	1.68 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente		---	0.63 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso		---	1.56 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1		0.00/0.19 (R)	4.47 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1		0.19/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1		0.00/0.19 (R)	5.20 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1		0.19/1.00 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2		0.00/0.19 (R)	5.20 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2		0.19/1.00 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados		---	1.80 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados		---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica		---	1.00 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente		---	0.63 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso		---	1.56 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1		0.00/0.19 (R)	5.20 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1		0.19/1.00 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2		0.00/0.19 (R)	5.20 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2		0.19/1.00 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1		0.00/0.19 (R)	4.47 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.19/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Uniforme	---	1.80 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	1.00 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.63 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	1.56 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.19 (R)	4.47 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.19/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.19 (R)	5.20 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.19/1.00 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.00/0.19 (R)	5.20 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.19/1.00 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Uniforme	---	1.80 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	1.00 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.63 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	1.56 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.19 (R)	5.20 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.19/1.00 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.00/0.19 (R)	5.20 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.19/1.00 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.19 (R)	4.47 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.19/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Uniforme	---	1.80 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	1.00 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.63 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	1.56 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.19 (R)	4.47 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.19/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.19 (R)	5.20 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

ANEJO 10: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS TÚNELES DE DESCOMPOSICIÓN del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.19/1.00 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.00/0.19 (R)	5.20 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.19/1.00 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Uniforme	---	1.80 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	1.00 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	0.39 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	1.63 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	1.63 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	2.66 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	2.66 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	2.68 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	1.68 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.63 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	1.56 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.19 (R)	5.20 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.19/1.00 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.00/0.19 (R)	5.20 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.19/1.00 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.19 (R)	4.47 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.19/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados		---	1.80 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados		---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica		---	1.00 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Descripción de las abreviaturas:

- R: Posición relativa a la longitud de la barra.
- EG: Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.
- EXB: Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

5. Datos de los pórticos

La estructura metálica estará formada por 6 túneles con 7 pórticos rígidos a una altura separados entre sí 4 metros. Tendrán una luz de 6,15 metros y una altura de pilares de 5,5 y 5,8 metros. La pendiente de la cubierta, de chapa metálica, será del 5%.

5.1. Normas consideradas

Cimentación: ACI 318-99 (Chile)

Hormigón: ACI 318-99 (Chile)

Aceros conformados: NCh427

Aceros laminados y armados: NCh427

5.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	ACI 318-99 (Chile)
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	ACI 318-99 (Chile)
Acero conformado	Manual
Acero laminado	Manual
Tensiones sobre el terreno	Manual
Desplazamientos	Manual

5.3. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

5.3.1. Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

5.3.2. Situaciones sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_A A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Donde:

- G_k Acción permanente
- Q_k Acción variable
- A_E Acción sísmica
- g_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- $g_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $g_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
 - ($i > 1$) para situaciones no sísmicas
 - ($i \geq 1$) para situaciones sísmicas
- g_A Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

ANEJO 10: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS TÚNELES DE DESCOMPOSICIÓN del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

E.L.U. de rotura. Hormigón: ACI 318-99 (Chile)

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: ACI 318-99 (Chile)

Situación 1		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,70
Viento (Q)		
Nieve (Q)		1,70
Sismo (A)		

Situación 2		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1,05	1,05
Sobrecarga (Q)		1,27
Viento (Q)	1,27	1,27
Nieve (Q)		1,27
Sismo (A)		

Situación 3		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	0,90
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	1,30	1,30
Nieve (Q)		
Sismo (A)		

Situación 4		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,40
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Sismo (A)	-1,40	1,40

Acero conformado: NCh427

Acero laminado: NCh427

Tensiones sobre el terreno

Desplazamientos

Situación 1		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,70
Viento (Q)		
Nieve (Q)		1,70
Sismo (A)		

Situación 2		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1,05	1,05
Sobrecarga (Q)		1,27
Viento (Q)	1,27	1,27
Nieve (Q)		1,27
Sismo (A)		

Situación 3		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	0,90
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	1,30	1,30
Nieve (Q)		
Sismo (A)		

Situación 4		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,40
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Sismo (A)	-1,40	1,40

5.4. Combinaciones

Nombres de las hipótesis

G	Carga permanente
Q	Sobrecarga de uso
V1(0°)	0 grados. Presión exterior tipo 1
V2(0°)	0 grados. Presión exterior tipo 2
V1(180°)	180 grados. Presión exterior tipo 1
V2(180°)	180 grados. Presión exterior tipo 2
V(90°)	90 grados
V(270°)	270 grados
SX	Sismo X
SY	Sismo Y
N	Hipótesis de nieve genérica

E.L.U. de rotura. Hormigón: ACI 318-99 (Chile)

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: ACI 318-99 (Chile)

Comb.	G	Q	V1(0°)	V2(0°)	V1(180°)	V2(180°)	V(90°)	V(270°)	SX	SY	N
1	0,900										
2	1,400										
3	0,900	1,700									
4	1,400	1,700									
5	0,900										1,700
6	1,400										1,700
7	0,900	1,700									1,700
8	1,400	1,700									1,700
9	1,050		1,275								
10	1,050	1,275	1,275								
11	1,050			1,275							
12	1,050	1,275		1,275							
13	1,050				1,275						
14	1,050	1,275			1,275						
15	1,050					1,275					
16	1,050	1,275				1,275					
17	1,050						1,275				
18	1,050	1,275					1,275				
19	1,050							1,275			
20	1,050	1,275						1,275			
21	1,050		1,275								1,275
22	1,050	1,275	1,275								1,275
23	1,050			1,275							1,275
24	1,050	1,275		1,275							1,275
25	1,050				1,275						1,275
26	1,050	1,275			1,275						1,275
27	1,050					1,275					1,275
28	1,050	1,275				1,275					1,275
29	1,050						1,275				1,275
30	1,050	1,275					1,275				1,275

ANEJO 10: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS TÚNELES DE DESCOMPOSICIÓN del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

31	1,050							1,275			1,275
32	1,050	1,275						1,275			1,275
33	0,900		1,300								
34	0,900			1,300							
35	0,900				1,300						
36	0,900					1,300					
37	0,900						1,300				
38	0,900							1,300			
39	0,900								-1,400		
40	1,400								-1,400		
41	0,900	1,400							-1,400		
42	1,400	1,400							-1,400		
43	0,900								1,400		
44	1,400								1,400		
45	0,900	1,400							1,400		
46	1,400	1,400							1,400		
47	0,900									-1,400	
48	1,400									-1,400	
49	0,900	1,400								-1,400	
50	1,400	1,400								-1,400	
51	0,900									1,400	
52	1,400									1,400	
53	0,900	1,400								1,400	
54	1,400	1,400								1,400	

Acero conformado: NCh427

Acero laminado: NCh427

Tensiones sobre el terreno

Desplazamientos

Comb.	G	Q	V1(0°)	V2(0°)	V1(180°)	V2(180°)	V(90°)	V(270°)	SX	SY	N
1	0,900										
2	1,400										
3	0,900	1,700									
4	1,400	1,700									
5	0,900										1,700
6	1,400										1,700
7	0,900	1,700									1,700
8	1,400	1,700									1,700
9	1,050		1,275								
10	1,050	1,275	1,275								
11	1,050			1,275							
12	1,050	1,275		1,275							
13	1,050				1,275						
14	1,050	1,275			1,275						
15	1,050					1,275					
16	1,050	1,275				1,275					
17	1,050						1,275				
18	1,050	1,275					1,275				
19	1,050							1,275			
20	1,050	1,275						1,275			
21	1,050		1,275								1,275

ANEJO 10: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS TÚNELES DE DESCOMPOSICIÓN del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

22	1,050	1,275	1,275							1,275
23	1,050			1,275						1,275
24	1,050	1,275		1,275						1,275
25	1,050				1,275					1,275
26	1,050	1,275			1,275					1,275
27	1,050					1,275				1,275
28	1,050	1,275				1,275				1,275
29	1,050						1,275			1,275
30	1,050	1,275					1,275			1,275
31	1,050							1,275		1,275
32	1,050	1,275						1,275		1,275
33	0,900		1,300							
34	0,900			1,300						
35	0,900				1,300					
36	0,900					1,300				
37	0,900						1,300			
38	0,900							1,300		
39	0,900								-1,400	
40	1,400								-1,400	
41	0,900	1,400							-1,400	
42	1,400	1,400							-1,400	
43	0,900								1,400	
44	1,400								1,400	
45	0,900	1,400							1,400	
46	1,400	1,400							1,400	
47	0,900									-1,400
48	1,400									-1,400
49	0,900	1,400								-1,400
50	1,400	1,400								-1,400
51	0,900									1,400
52	1,400									1,400
53	0,900	1,400								1,400
54	1,400	1,400								1,400

5.5. Sismo dinámico

5.5.1. Datos generales de sismo

Norma Chilena Oficial
Diseño Sísmico de Edificios

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden
Acción sísmica según X
Acción sísmica según Y

Pañaflo (Región METROPOLITANA) Zona 2
Aceleración efectiva $A_0 = 0.30 \text{ g}$
Tipo de suelo: Tipo III
Tipo de edificación: Categoría D: $\gamma = 0.6$
Número de modos: 6
Factor de modificación de la respuesta: 7.00

5.5.2. Coeficientes de participación

	T	Lx	Ly	Mx	My	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	0.846	1	0	6.09 %	0 %	R = 6.48 A = 0.261 m/s ² D = 4.72338 mm	R = 6.48 A = 0.261 m/s ² D = 4.72338 mm
Modo 2	0.805	1	0	0.08 %	0 %	R = 6.48 A = 0.28 m/s ² D = 4.59122 mm	R = 6.48 A = 0.28 m/s ² D = 4.59122 mm
Modo 3	0.759	1	0	92.98 %	0 %	R = 6.48 A = 0.304 m/s ² D = 4.4351 mm	R = 6.48 A = 0.304 m/s ² D = 4.4351 mm
Modo 4	0.043	0	1	0.02 %	0 %	R = 6.48 A = 0.337 m/s ² D = 0.0156 mm	R = 6.48 A = 0.337 m/s ² D = 0.0156 mm
Modo 5	0.043	0	1	0 %	0 %	R = 6.48 A = 0.337 m/s ² D = 0.0156 mm	R = 6.48 A = 0.337 m/s ² D = 0.0156 mm
Modo 6	0.043	0	1	0.78 %	0 %	R = 6.48 A = 0.337 m/s ² D = 0.01559 mm	R = 6.48 A = 0.337 m/s ² D = 0.01559 mm

- T = Periodo de vibración en segundos.
- Lx, Ly = Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.
- Mx, My = Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.
- R = Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.
- A = Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.
- D = Coeficiente del modo, equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

	Masa total desplazada
Masa X	99,94%
Masa Y	0%

6. Cálculos pórtico

En la siguiente figura podemos apreciar el diseño del pórtico de los túneles de descomposición y los tipos de perfiles que lo configuran:

ANEJO 10: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS TÚNELES DE DESCOMPOSICIÓN del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

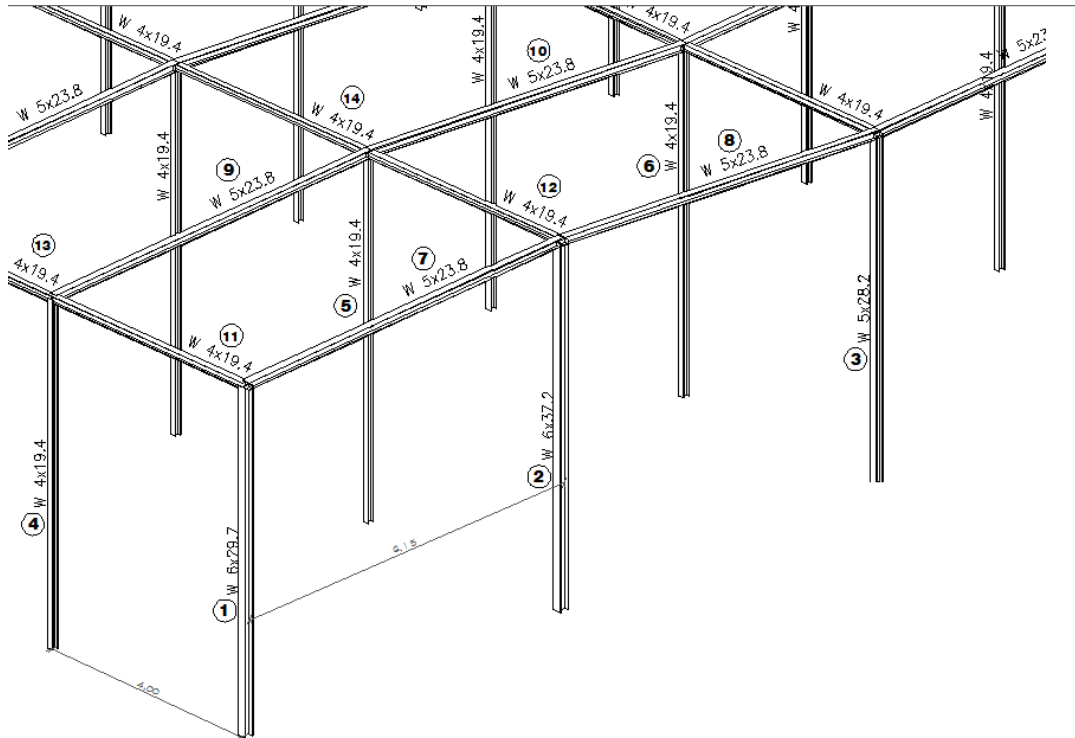


Fig 2. Esquema de la estructura metálica de los túneles de descomposición.

Los cálculos expuestos a continuación consisten en los obtenidos para los pórticos frontales y segundos de uno de los extremos de la estructura metálica de los túneles de compostaje. Estos son representativos de los otros elementos de la estructura metálica.

6.1. Geometría

Materiales utilizados

Referencias:

- E: Módulo de elasticidad
- G: Módulo de cortadura
- σ_e : Límite elástico
- $\alpha \cdot t$: Coeficiente de dilatación
- γ : peso específico

Materiales utilizados					
Material	E (GPa)	G (GPa)	σ_e (GPa)	$\alpha \cdot t$ (m/m°C)	γ (kN/m³)
Acero (A42-27ES)	206,01	79,23	0,26	1.2e-005	77,01

6.1.1. Descripción

Referencias:

- Ni: Nudo inicial
- Nf: Nudo final
- β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
- β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
- $Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostamientos del ala superior
- $Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostamientos del ala inferior

Descripción								
Numeración	Barra (Ni/Nf)	Material	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
3	N9/N10	Acero (A42-27ES)	W 5x28.2 (W)	5.50	0.00	0.70	5.50	5.50
2	N11/N12	Acero (A42-27ES)	W 6x37.2 (W)	5.80	0.00	0.70	5.80	5.80
8	N10/N12	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	6.16	1.00	1.00	-	-
1	N13/N14	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7 (W)	5.50	0.00	0.70	5.50	5.50
7	N14/N12	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	6.16	1.00	1.00	-	-
6	N23/N24	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	5.50	0.00	0.70	5.50	5.50
5	N25/N26	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	5.80	0.00	0.70	5.80	5.80
10	N24/N26	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	6.16	1.00	1.00	-	-
4	N27/N28	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	5.50	0.00	0.70	5.50	5.50
9	N28/N26	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	6.16	1.00	1.00	-	-
14	N26/N40	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	4.00	1.00	1.00	-	-
12	N12/N26	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	4.00	1.00	1.00	-	-
13	N28/N42	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	4.00	1.00	1.00	-	-
11	N14/N28	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	4.00	1.00	1.00	-	-

6.1.2. Características mecánicas

Referencias:

- A: Sección
- I_{yy} : Inercia flexión I_{yy}
- I_{zz} : Inercia flexión I_{zz}
- I_{xx} : Inercia torsión

Tipos de pieza	
Tipo	Piezas
1	N9/N10
2	N11/N12
3	N10/N12, N14/N12, N24/N26 y N28/N26
4	N13/N14
5	N23/N24, N25/N26, N27/N28, N26/N40, N12/N26, N28/N42 y N14/N28

ANEJO 10: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS TÚNELES DE DESCOMPOSICIÓN del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Características mecánicas						
Tipo	Material	Descripción	A (cm²)	I_{yy} (cm⁴)	I_{zz} (cm⁴)	I_{xx} (cm⁴)
1	Acero (A42-27ES)	W 5x28.2, Perfil simple, (W)	35.90	1090.00	380.00	16.40
2	Acero (A42-27ES)	W 6x37.2, Perfil simple, (W)	47.30	2220.00	710.00	24.60
3	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8, Perfil simple, (W)	30.40	892.00	312.00	9.73
4	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7, Perfil simple, (W)	37.90	1720.00	553.00	12.60
5	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4, Perfil simple, (W)	24.70	473.00	160.00	7.71

Nota: Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

6.2. Tabla de medición

Referencias:

- Ni: Nudo inicial
- Nf: Nudo final

Tabla de medición						
Numeración	Pieza (Ni/Nf)	Material	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kp)
3	N9/N10	Acero (A42-27ES)	W 5x28.2 (W)	5.50	0.020	155.00
2	N11/N12	Acero (A42-27ES)	W 6x37.2 (W)	5.80	0.027	215.36
8	N10/N12	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	6.16	0.019	146.94
1	N13/N14	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7 (W)	5.50	0.021	163.63
7	N14/N12	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	6.16	0.019	146.94
6	N23/N24	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	5.50	0.014	106.64
5	N25/N26	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	5.80	0.014	112.46
10	N24/N26	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	6.16	0.019	146.94
4	N27/N28	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	5.50	0.014	106.64
9	N28/N26	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	6.16	0.019	146.94
14	N26/N40	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	4.00	0.010	77.56
12	N12/N26	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	4.00	0.010	77.56
13	N28/N42	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	4.00	0.010	77.56
11	N14/N28	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	4.00	0.010	77.56

6.3. Resultados

6.3.1. Esfuerzos

Referencias:

- N: Esfuerzo axial (kN)
- V_y: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
- V_z: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

ANEJO 10: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS TÚNELES DE DESCOMPOSICIÓN del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Mt: Momento torsor (kN·m)
- My: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

6.3.2. Resistencia

Referencias:

- N: Esfuerzo axial (kN)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
- Mt: Momento torsor (kN·m)
- My: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100\%$.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N(kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N9/N10	91.08	0.000	-0.684	14.374	0.001	0.000	0.001	14.327	GV	Cumple
N11/N12	91.13	0.000	-0.951	17.145	-0.009	-0.002	-0.017	22.163	GV	Cumple
N10/N12	39.31	6.157	0.538	0.002	9.117	0.000	-9.590	-0.005	G	Cumple
N13/N14	76.80	0.000	-1.208	-11.022	-6.264	-0.001	-7.098	-11.231	GV	Cumple
N14/N12	42.77	6.157	0.345	0.000	9.700	0.000	-10.449	0.005	G	Cumple
N23/N24	33.85	5.500	0.549	0.113	1.226	0.000	-4.506	-0.413	GV	Cumple
N25/N26	30.31	5.800	0.579	0.110	-0.992	0.000	3.844	-0.430	GV	Cumple
N24/N26	80.47	6.157	0.961	0.000	17.552	0.000	-19.665	0.000	G	Cumple
N27/N28	78.02	0.000	-1.442	0.083	-11.196	0.000	-11.800	0.151	GV	Cumple
N28/N26	85.84	6.157	0.706	0.000	19.365	0.000	-20.994	0.000	G	Cumple
N26/N40	12.11	0.000	-6.462	0.041	0.335	0.000	1.397	0.069	GV	Cumple
N12/N26	36.76	0.000	13.412	-0.013	2.007	-0.005	7.028	-0.041	GV	Cumple

ANEJO 10: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS TÚNELES DE DESCOMPOSICIÓN del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

N28/N42	13.86	4.000	0.000	-0.459	0.584	-0.002	-0.471	0.954	GV	Cumple
N14/N28	34.26	0.000	0.000	-0.698	-1.269	0.003	-3.114	-1.590	GV	Cumple

6.3.3. Flechas

Referencias:

- Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
- L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N9/N10	3.094	20.35	3.781	1.82	3.094	38.64	3.781	3.63
	3.094	L/270.2	3.781	L(>1000)	3.094	L/270.3	3.781	L(>1000)
N11/N12	3.190	17.96	3.770	1.21	3.190	30.71	3.770	2.40
	3.190	L/323.0	3.770	L(>1000)	3.190	L/324.8	3.770	L(>1000)
N10/N12	1.539	5.03	3.079	7.34	1.539	10.05	3.079	13.05
	4.926	L/664.6	3.079	L/838.7	4.926	L/664.9	2.771	L/853.7
N13/N14	3.094	11.46	3.094	2.89	3.094	18.94	3.094	5.63
	3.094	L/480.0	3.094	L(>1000)	3.094	L/482.9	3.094	L(>1000)
N14/N12	4.310	5.51	2.771	8.48	4.310	10.99	3.079	13.38
	4.310	L/967.9	2.771	L/726.2	4.310	L/969.0	2.771	L/740.9
N23/N24	3.781	1.61	3.781	5.30	3.781	3.03	3.781	10.48
	3.781	L(>1000)	3.781	L(>1000)	3.781	L(>1000)	3.781	L(>1000)
N25/N26	4.712	3.67	3.987	5.06	4.712	7.28	3.987	9.98
	4.712	L/804.9	3.987	L(>1000)	4.712	L/807.2	3.987	L(>1000)
N24/N26	1.539	3.99	3.079	17.18	1.539	7.99	3.079	31.83
	4.926	L/706.8	3.079	L/358.4	4.926	L/706.9	3.079	L/361.8
N27/N28	3.781	1.03	3.094	15.19	3.781	1.70	3.094	29.53
	3.781	L(>1000)	3.094	L/362.0	3.781	L(>1000)	3.094	L/388.9
N28/N26	4.618	4.35	2.771	21.29	4.618	8.70	2.771	35.33
	4.618	L/897.7	2.771	L/289.2	4.618	L/898.0	2.463	L/301.7
N12/N96	22.750	0.53	22.500	5.78	22.750	1.05	1.500	8.61
	22.750	L(>1000)	22.500	L/691.5	22.750	L(>1000)	22.500	L/694.1
N14/N98	1.000	2.17	1.500	3.75	1.000	4.34	1.500	5.93
	1.000	L(>1000)	1.500	L(>1000)	1.000	L(>1000)	1.500	L(>1000)

6.4. Resumen de medición estructura metálica

A continuación se presenta la tabla resumen de medición de toda la estructura metálica que conforma los 6 túneles de descomposición. Como ya se ha especificado con anterioridad el acero estructural utilizado será Acero (A42-27ES).

Descripción		Longitud			Volumen			Peso		
Perfil	Serie	Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kp)	Serie (kp)	Material (kp)
W 4x19.4, Perfil simple W 5x23.8, Perfil simple W 6x29.7, Perfil simple W 6x37.2, Perfil simple W 5x28.2, Perfil simple	W	365.00			0.902			7077.17		
		258.61			0.786			6171.40		
		22.00			0.083			654.53		
		34.80			0.165			1292.14		
		22.00			0.079			619.99		
			702.41				2.015			15815.24
TOTALES		702.41			2.015			15815.24		

7. Placas de anclaje

7.1. Descripción

Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N1,N5,N9,N13, N85,N89,N93, N97	Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 15 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: 2(100x0x6.0) Paralelos Y: -	8Ø15.87 mm L=40 cm Gancho a 180 grados
N3,N7,N11,N87, N91,N95	Ancho X: 400 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 15 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: 2(100x0x7.0) Paralelos Y: -	8Ø19.05 mm L=40 cm Gancho a 180 grados
N15,N27,N29, N41,N43,N55, N57,N69,N71,N83	Ancho X: 300 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 15 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x5.0)	8Ø12.66 mm L=45 cm Gancho a 180 grados
N17,N19,N21, N23,N25,N31, N33,N35,N37, N39,N45,N47, N49,N51,N53, N59,N61,N63, N65,N67,N73, N75,N77,N79, N81	Ancho X: 250 mm Ancho Y: 250 mm Espesor: 11 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: -	4Ø12.66 mm L=30 cm Gancho a 180 grados

7.2. Medición placas de anclaje

Pilares	Acero	Peso kp	Totales kp
N1,N5,N9,N13,N85,N89,N93,N97	A42-27ES	8 x 16.79	
N3,N7,N11,N87, N91,N95	A42-27ES	6 x 22.14	
N15,N27,N29,N41,N43,N55, N57,N69,N71,N83	A42-27ES	10 x 12.19	
N17,N19,N21,N23,N25,N31, N33,N35,N37,N39,N45,N47, N49,N51,N53,N59,N61,N63, N65,N67,N73,N75,N77,N79, N81	A42-27ES	25 x 5.40	
			523,99
Totales			523,99

7.3. Medición pernos placas de anclaje

Pilares	Pernos	Acero	Longitud m	Peso kp	Totales m	Totales kp
N1,N5,N9,N13, N85,N89,N93, N97	64Ø15.87 mm L=63 cm	A-307 (liso)	64 x 0.63	64 x 0.98		
N3,N7,N11,N87, N91,N95	48Ø19.05 mm L=67 cm	A-307 (liso)	48 x 0.67	48 x 1.50		
N15,N27,N29, N41,N43,N55, N57,N69,N71,N83	80Ø12.66 mm L=64 cm	A-307 (liso)	80 x 0.64	80 x 0.63		
N17,N19,N21, N23,N25,N31, N33,N35,N37, N39,N45,N47, N49,N51,N53, N59,N61,N63, N65,N67,N73, N75,N77,N79, N81	100Ø12.66 mm L=49 cm	A-307 (liso)	100 x 0.49	100 x 0.48		
					172.91	233.99
Totales					172.91	233.99

7.4. Comprobación de las placas de anclaje

Como modo de ejemplo se ha introducido la comprobación de una de las placas de anclaje:

Referencia: N1

- Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 15 mm
- Pernos: 8Ø15.87 mm L=40 cm Gancho a 180 grados
- Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada
- Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x0x6.0) Paralelos Y: -

ANEJO 10: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS TÚNELES DE DESCOMPOSICIÓN del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 23 mm Calculado: 135 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 31 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: Paralelos a X:	Máximo: 50 Calculado: 40.5	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: Tracción:	Máximo: 27.7 kN Calculado: 24.67 kN	Cumple
Cortante:	Máximo: 19.39 kN Calculado: 1.59 kN	Cumple
Tracción + Cortante:	Máximo: 27.7 kN Calculado: 26.93 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 40.14 kN Calculado: 24.67 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 202.74 MPa Calculado: 125.527 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 63.05 kN Calculado: 1.59 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: Derecha:	Máximo: 176.58 MPa Calculado: 74.1128 MPa	Cumple
Izquierda:	Calculado: 89.1047 MPa	Cumple
Arriba:	Calculado: 160.835 MPa	Cumple
Abajo:	Calculado: 172.357 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> Derecha:	Mínimo: 250 Calculado: 12230.6	Cumple
Izquierda:	Calculado: 9957.61	Cumple
Arriba:	Calculado: 627.406	Cumple
Abajo:	Calculado: 699.052	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 176.58 MPa Calculado: 58.0897 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

En el *Plano 20.4* se puede apreciar los detalles y ubicaciones de cada una de las placas de anclaje anteriormente descritas.

8. Cimentaciones

En el *Plano 13.2* se aprecian las distribuciones de las cimentaciones conjuntamente con las redes de saneamiento.

8.1. Elementos de cimentación aislados

8.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N1, N13, N85 y N97	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 77.5 cm Ancho inicial Y: 77.5 cm Ancho final X: 77.5 cm Ancho final Y: 77.5 cm Ancho zapata X: 155.0 cm Ancho zapata Y: 155.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 7Ø18 c/ 23 Sup Y: 7Ø18 c/ 23 Inf X: 7Ø18 c/ 23 Inf Y: 7Ø18 c/ 23
N3, N7, N11, N87, N91 y N95	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 90.0 cm Ancho inicial Y: 90.0 cm Ancho final X: 90.0 cm Ancho final Y: 90.0 cm Ancho zapata X: 180.0 cm Ancho zapata Y: 180.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 8Ø18 c/ 23 Sup Y: 8Ø18 c/ 23 Inf X: 8Ø18 c/ 23 Inf Y: 8Ø18 c/ 23
N5, N9, N89 y N93	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 82.5 cm Ancho inicial Y: 82.5 cm Ancho final X: 82.5 cm Ancho final Y: 82.5 cm Ancho zapata X: 165.0 cm Ancho zapata Y: 165.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 7Ø18 c/ 23 Sup Y: 7Ø18 c/ 23 Inf X: 7Ø18 c/ 23 Inf Y: 7Ø18 c/ 23
N15, N27, N29, N41, N43, N55, N57, N69, N71 y N83	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 75.0 cm Ancho inicial Y: 75.0 cm Ancho final X: 75.0 cm Ancho final Y: 75.0 cm Ancho zapata X: 150.0 cm Ancho zapata Y: 150.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 6Ø18 c/ 23 Sup Y: 6Ø18 c/ 23 Inf X: 6Ø18 c/ 23 Inf Y: 6Ø18 c/ 23

ANEJO 10: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS TÚNELES DE DESCOMPOSICIÓN del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

N17, N19, N21, N23, N25, N31, N33, N35, N37, N39, N45, N47, N49, N51, N53, N59, N61, N63, N65, N67, N73, N75, N77, N79 y N81	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 47.5 cm Ancho inicial Y: 47.5 cm Ancho final X: 47.5 cm Ancho final Y: 47.5 cm Ancho zapata X: 95.0 cm Ancho zapata Y: 95.0 cm Canto: 45.0 cm	X: 4Ø16 c/ 24 Y: 4Ø16 c/ 24
--	---	--------------------------------

8.1.2. Medición

Referencias: N1, N13, N85 y N97		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø18	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	7x2.01	14.07
	Peso (kg)	7x4.02	28.11
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	7x2.01	14.07
	Peso (kg)	7x4.02	28.11
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	7x2.01	14.07
	Peso (kg)	7x4.02	28.11
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	7x2.01	14.07
	Peso (kg)	7x4.02	28.11
Totales	Longitud (m)	56.28	
	Peso (kg)	112.44	112.44
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	61.91	
	Peso (kg)	123.68	123.68

Referencias: N3, N7, N11, N87, N91 y N95		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø18	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	8x2.26	18.08
	Peso (kg)	8x4.51	36.12
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	8x2.26	18.08
	Peso (kg)	8x4.51	36.12
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	8x2.26	18.08
	Peso (kg)	8x4.51	36.12
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	8x2.26	18.08
	Peso (kg)	8x4.51	36.12
Totales	Longitud (m)	72.32	
	Peso (kg)	144.48	144.48
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	79.55	
	Peso (kg)	158.93	158.93

Referencias: N5, N9, N89 y N93		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø18	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	7x2.11	14.77
	Peso (kg)	7x4.21	29.50
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	7x2.11	14.77
	Peso (kg)	7x4.21	29.50

ANEJO 10: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS TÚNELES DE DESCOMPOSICIÓN del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	7x2.11	14.77
	Peso (kg)	7x4.21	29.50
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	7x2.11	14.77
	Peso (kg)	7x4.21	29.50
Totales	Longitud (m)	59.08	
	Peso (kg)	118.00	118.00
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	64.99	
	Peso (kg)	129.80	129.80

Referencias: N15, N27, N29, N41, N43, N55, N57, N69, N71 y N83		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø18	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x1.96	11.76
	Peso (kg)	6x3.92	23.49
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.96	11.76
	Peso (kg)	6x3.92	23.49
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	6x1.96	11.76
	Peso (kg)	6x3.92	23.49
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.96	11.76
	Peso (kg)	6x3.92	23.49
Totales	Longitud (m)	47.04	
	Peso (kg)	93.96	93.96
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	6x1.96	11.76
	Peso (kg)	6x3.92	23.49

Referencias: N15, N27, N29, N41, N43, N55, N57, N69, N71 y N83		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø18	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x1.96	11.76
	Peso (kg)	6x3.92	23.49
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.96	11.76
	Peso (kg)	6x3.92	23.49
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	6x1.96	11.76
	Peso (kg)	6x3.92	23.49
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.96	11.76
	Peso (kg)	6x3.92	23.49
Totales	Longitud (m)	47.04	
	Peso (kg)	93.96	93.96
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	51.74	
	Peso (kg)	103.36	103.36

Referencias: N17, N19, N21, N23, N25, N31, N33, N35, N37, N39, N45, N47, N49, N51, N53, N59, N61, N63, N65, N67, N73, N75, N77, N79 y N81		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø18	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	4x1.43	5.72
	Peso (kg)	4x2.26	9.03
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	4x1.43	5.72
	Peso (kg)	4x2.26	9.03
Totales	Longitud (m)	11.44	
	Peso (kg)	18.06	18.06

ANEJO 10: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS TÚNELES DE DESCOMPOSICIÓN del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	12.58	
	Peso (kg)	19.87	19.87

8.1.3. Resumen de Medición

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)					
Elemento	A-63-42H (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø16	Ø18	Total	H25	Limpieza
Referencias: N1, N13, N85 y N97		4x123.68	494.72	4x1.44	4x0.24
Referencias: N3, N7, N11, N87, N91 y N95		6x158.93	953.58	6x1.94	6x0.32
Referencias: N5, N9, N89 y N93		4x129.80	519.20	4x1.63	4x0.27
Referencias: N15, N27, N29, N41, N43, N55, N57, N69, N71 y N83		10x103.36	1033.60	10x1.35	10x0.23
Referencias: N17, N19, N21, N23, N25, N31, N33, N35, N37, N39, N45, N47, N49, N51, N53, N59, N61, N63, N65, N67, N73, N75, N77, N79 y N81	25x19.87		496.75	25x0.41	25x0.09
Totales	496.75	3001.10	3497.85	47.62	8.50

8.1.4. Comprobación

Como modo de ejemplo se ha introducido la comprobación de una de las cimentaciones:

Referencia: N1

- Dimensiones: 155 x 155 x 60
- Armados: Xi:Ø18 c/ 23 Yi:Ø18 c/ 23 Xs:Ø18 c/ 23 Ys:Ø18 c/ 23

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.196 MPa Calculado: 0.0399267 MPa	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales (sismo):	Máximo: 0.294 MPa Calculado: 0.0212877 MPa	Cumple
Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 0.244956 MPa Calculado: 0.0283509 MPa	Cumple
Tensión máxima con acc. de viento:	Máximo: 0.244956 MPa Calculado: 0.118014 MPa	Cumple
Tensión máxima con acc. sísmicas:	Máximo: 0.367483 MPa Calculado: 0.0258003 MPa	Cumple
Flexión en la zapata:		
En dirección X:	Momento: 9.43 kN·m	Cumple
En dirección Y:	Momento: 5.02 kN·m	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las</i>		

ANEJO 10: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS TÚNELES DE DESCOMPOSICIÓN del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

<i>combinaciones de equilibrio.</i>		
En dirección X:	Reserva seguridad: 43.4 %	Cumple
En dirección Y:	Reserva seguridad: 135.8 %	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5886 kN/m ² Calculado: 2.8449 kN/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
En dirección X:	Cortante: 8.53 kN	Cumple
En dirección Y:	Cortante: 3.73 kN	Cumple
Canto mínimo: <i>Capítulo 15.7 (norma ACI-CHILE 318-95)</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: N1:	Mínimo: 45 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Capítulo 7.12 (norma ACI-CHILE 318-95)</i>	Mínimo: 0.0018	
Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 10 mm	
Parrilla inferior:	Calculado: 18 mm	Cumple
Parrilla superior:	Calculado: 18 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 cm	
Armado inferior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
Armado inferior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
Armado superior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
Armado superior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
Armado inferior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
Armado inferior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
Armado superior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
Armado superior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 40 cm	
Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 40 cm	Cumple
Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 40 cm	Cumple
Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 40 cm	Cumple
Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 40 cm	Cumple
Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 40 cm	Cumple
Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 40 cm	Cumple
Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 40 cm	Cumple
Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 40 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 28 cm	
Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 29 cm	Cumple
Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 29 cm	Cumple
Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 29 cm	Cumple
Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 29 cm	Cumple
Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 29 cm	Cumple

ANEJO 10: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS TÚNELES DE DESCOMPOSICIÓN del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 29 cm	Cumple
Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 29 cm	Cumple
Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 29 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Todas las cimentaciones cumplen con las comprobaciones anteriormente descritas. En los *Planos 20* se puede apreciar los detalles y ubicaciones de cada una de las cimentaciones de la estructura de los túneles de descomposición.

9.1. Vigas

9.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
C [N13-N27], C [N27-N41], C [N41-N55], C [N55-N69], C [N69-N83], C [N83-N97], C [N85-N71], C [N71-N57], C [N57-N43], C [N43-N29], C [N29-N15], C [N15-N1], C [N11-N25], C [N25-N39], C [N39-N53], C [N53-N67], C [N67-N81], C [N81-N95], C [N93-N79], C [N79-N65], C [N65-N51], C [N51-N37], C [N37-N23], C [N23-N9], C [N7-N21], C [N21-N35], C [N35-N49], C [N49-N63], C [N63-N77], C [N77-N91], C [N89-N75], C [N75-N61], C [N61-N47], C [N47-N33], C [N33-N19], C [N19-N5], C [N3-N17], C [N17-N31], C [N31-N45], C [N45-N59], C [N59-N73] y C [N73-N87]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø16 Inferior: 2 Ø16 Estribos: 1xØ10 c/ 20
C [N97-N95], C [N95-N93], C [N93-N91], C [N91-N89], C [N89-N87], C [N87-N85], C [N1-N3], C [N3-N5], C [N5-N7], C [N7-N9], C [N9-N11] y C [N11-N13]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø16 Inferior: 2 Ø16 Estribos: 1xØ10 c/ 20

9.1.2. Medición

Referencias: C [N13-N27], C [N27-N41], C [N41-N55], C [N55-N69], C [N69-N83], C [N83-N97], C [N85-N71], C [N71-N57], C [N57-N43], C [N43-N29], C [N29-N15], C [N15-N1], C [N11-N25], C [N25-N39], C [N39-N53], C [N53-N67], C [N67-N81], C [N81-N95], C [N93-N79], C [N79-N65], C [N65-N51], C [N51-N37], C [N37-N23], C [N23-N9], C [N7-N21], C [N21-N35], C [N35-N49], C [N49-N63], C [N63-N77], C [N77-N91], C [N89-N75], C [N75-N61], C [N61-N47], C [N47-N33], C [N33-N19], C [N19-N5], C [N3-N17], C [N17-N31], C [N31-N45], C [N45-N59], C [N59-N73] y C [N73-N87]	A-63-42H		Total
Nombre de armado	Ø10	Ø16	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x4.60
	Peso (kg)		2x7.26
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x4.60
	Peso (kg)		2x7.26

ANEJO 10: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS TÚNELES DE DESCOMPOSICIÓN del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Armado viga - Estribo	Longitud (m)	14x1.36		19.04
	Peso (kg)	14x0.84		11.74
Totales	Longitud (m)	19.04	18.40	
	Peso (kg)	11.74	29.04	40.78
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	20.94	20.24	
	Peso (kg)	12.91	31.95	44.86

Referencias : C [N97-N95], C [N95-N93], C [N93-N91], C [N91-N89], C [N89-N87], C [N87-N85], C [N1-N3], C [N3-N5], C [N5-N7], C [N7-N9], C [N9-N11] y C [N11-N13]		A-63-42H		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø16	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6.75	13.50
	Peso (kg)		2x10.65	21.31
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6.75	13.50
	Peso (kg)		2x10.65	21.31
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	24x1.36		32.64
	Peso (kg)	24x0.84		20.12
Totales	Longitud (m)	32.64	27.00	
	Peso (kg)	20.12	42.62	62.74
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	35.90	29.70	
	Peso (kg)	22.13	46.88	69.01

9.1.3. Resumen de Medición

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)					
Elemento	A-63-42H (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø10	Ø16	Total	H25	Limpieza
Referencias: C [N13-N27], C [N27-N41], C [N41-N55], C [N55-N69], C [N69-N83], C [N83-N97], C [N85-N71], C [N71-N57], C [N57-N43], C [N43-N29], C [N29-N15], C [N15-N1], C [N11-N25], C [N25-N39], C [N39-N53], C [N53-N67], C [N67-N81], C [N81-N95], C [N93-N79], C [N79-N65], C [N65-N51], C [N51-N37], C [N37-N23], C [N23-N9], C [N7-N21], C [N21-N35], C [N35-N49], C [N49-N63], C [N63-N77], C [N77-N91], C [N89-N75], C [N75-N61], C [N61-N47], C [N47-N33], C [N33-N19], C [N19-N5], C [N3-N17], C [N17-N31], C [N31-N45], C [N45-N59], C [N59-N73] y C [N73-N87]	42x12.92	42x31.94	1884.12	42x0.40	42x0.10
Referencias: C [N97-N95], C [N95-N93], C [N93-N91], C [N91-N89], C [N89-N87], C [N87-N85], C [N1-N3], C [N3-N5], C [N5-N7], C [N7-N9], C [N9-N11] y C [N11-N13]	12x22.13	12x46.88	828.12	12x0.72	12x0.18
Totales	808.20	1904.04	2712.24	25.22	6.31

9.1.4. Comprobación

Como modo de ejemplo se ha introducido la comprobación de una de las vigas:

Referencia: C.1 [N13-N17] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2 Ø16
- Armadura inferior: 2 Ø16
- Estribos: 1xØ10 c/ 20

Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 21.8.3.2 (pag.503).</i>	Mínimo: 12.3 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 21.8.3.2 (pag.503).</i>	Mínimo: 12.3 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 8 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 7.6 (norma ACI-Chile)</i>	Mínimo: 4 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 7.6 (norma ACI-Chile)</i>	Mínimo: 4 cm	
Armadura superior:	Calculado: 24.8 cm	Cumple
Armadura inferior:	Calculado: 24.8 cm	Cumple
Separación máxima estribos: Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 21.8.3.2 (pag.503).</i>	Máximo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 10.5 (norma ACI-Chile)</i>	Máximo: 50 cm	
Armadura superior:	Calculado: 24.8 cm	Cumple
Armadura inferior:	Calculado: 24.8 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Todas las vigas cumplen con las comprobaciones anteriormente descritas. En los *Planos 20* se puede apreciar los detalles y ubicaciones de cada una de las cimentaciones de la estructura de los túneles de descomposición.

Índice

1. Objeto	3
2. Normativa	3
3. Nave del taller de mecánica	4
4. Correas	5
4.1. Datos de la obra	5
4.2. Acciones	5
4.2.1. Datos de viento	5
4.2.2. Datos de nieve	6
4.3. Aceros en perfiles	6
4.4. Datos de los pórticos	6
4.5. Datos de las correas en cubierta	6
4.6. Medición de correas	7
4.7. Cargas en barras	7
4.7.1. Pórticos extremos	7
4.7.2. Pórticos intermedios	7
5. Datos de los pórticos	8
5.1. Normas consideradas	8
5.2. Estados límite	8
5.3. Situaciones de proyecto	9
5.3.1. Situaciones no sísmicas	9
5.3.2. Situaciones sísmicas	9
5.4. Combinaciones	11
5.5. Sismo dinámico	14
5.5.1. Datos generales de sismo	14
5.5.2. Coeficientes de participación	15
6. Cálculos pórtico	16
6.1. Geometría	17
6.1.1. Descripción	18
6.1.2. Características mecánicas	18
6.2. Tabla de medición	19
6.3. Resultados	20

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

6.3.1.	Esfuerzos	20
6.3.2.	Resistencia.....	20
6.3.3.	Flechas.....	22
6.4.	Resumen de medición estructura metálica	23
7.	<i>Placas de anclaje</i>	23
7.1.	Descripción.....	23
7.2.	Medición placas de anclaje.....	23
7.3.	Medición pernos placas de anclaje	24
7.4.	Comprobación de las placas de anclaje	24
8.	<i>Cimentaciones</i>	25
8.1.	Elementos de cimentación aislados	25
8.1.1.	Descripción	25
8.1.2.	Medición	26
8.1.3.	Resumen de Medición.....	28
8.1.4.	Comprobación	28
9.1.	Vigas	30
9.1.1.	Descripción	30
9.1.2.	Medición	30
9.1.3.	Resumen de Medición.....	31
9.1.4.	Comprobación	31

1. Objeto

En este anejo se describen los cálculos, las características constructivas y las medidas de la nave del taller de mecánica de la planta de compostaje.

Los cálculos se han realizado mediante las aplicaciones 'Nuevo Metal 3D' y 'Generador de Pórticos' del programa CYPE Ingenieros. Ajustando los parámetros a la normativa Chilena actual.

2. Normativa

Los elementos a diseñar y construir deberán cumplir con los requerimientos de las Normas y Reglamentos que sean aplicables, utilizando la última versión de cada uno de ellos. En particular serán aplicables:

- NCh 428. Of 57. Ejecución de construcciones de acero.
- NCh 427. Especificaciones para el cálculo de estructuras de acero para edificios.
- NCh 203. Acero para uso estructural – Requisitos.
- NCh 206. Acero laminado en barras para pernos corrientes.
- NCh 207. Acero laminado en barras para remaches estructurales.
- NCh 208. Acero laminado en barras para tuercas corrientes.
- NCh 215. Planchas gruesas de acero al carbono para tubos soldados el arco eléctrico.
- NCh 217. Acero – Mallas de alta resistencia para hormigón armado – Especificaciones.
- NCh 300. Elementos de fijación – Pernos, tuercas, tornillos y accesorios – Terminología y designación.
- NCh 301. Pernos de acero con cabeza y tuerca hexagonales.
- NCh 302. Pernos de acero, de cabeza redonda, con cuello cuadrado y tuerca cuadrado.
- NCh 308. Examen de soldadores que trabajan con arco eléctrico.
- NCh 428. Ejecución de construcciones de acero.
- NCh 431. Construcción – Sobrecargas de nieve.
- NCh 432. Cálculo de acción del viento sobre construcciones.
- NCh 433. Diseño sísmico de edificios.
- NCh 1185. Rosa ISO – Perfil básico – Dimensiones métricas.
- ICHA. Manual de Estructuras de Acero para Edificios. 2ª Edición.
- ASTM A242. High-Strength Low-Alloy Structural Steel.
- ASTM A325. High-Strength Bolts for Structural Steel Joints Including Suitable Nuts and Plain Hardened. Washers.
- ASTM A375. High-Strength Low-Alloy Hot-Rolled Steel Sheet and Strip.
- ASTM A490. Quenched and Tempered Alloy Steel Bolts for Structural Steel Joints.
- ASTM 1502. Specifications for Structural Rivets. Grade 1 or Grade 2, latest edition.
- AWS A5.1. Specifications for Mild Steel Covered Arc-Welding Electrodes.
- AWS A5.5. Specifications for Low-Alloy Steel Covered Arc-Welding Electrodes.
- AWS A5.17. Specifications for Bare Mild Steel Electrodes and Fluxes for Submerged Arc Welding.
- AWS A5.18. Specifications for Mild Steel Electrodes for Gas Metal Arc Welding.
- AWS A5.20. Mild Steel Electrodes for Flux-Cored-Arc Welding.

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- AWS Sec. 2 Recommended Practics for Resistance Welding. Tables 26.1 y 26.2.
- AWS Art. 422. Requirements for Electroslag and Electrogas Welding.
- AISC. Manual of Steel Construction – Seventh Edition.
- AISI. Cold-Formed Steel Design Manual, latest edition.
- ASIE. Specifications for the Design and Construction of Mill Buildings.
- “Código de Diseño de Hormigón Armado”, basado en el ACI 318-95, incluyendo Capítulo 21.
- American Iron and Steel Institute, AISI “Specification for the Design of Cold Formed Steel Structural Members”.
- Manual of Steel Construction Allowable Stress Design, American Institute of Steel Construction Inc., 9ª Edition.
- UBC 97. Uniform Building Code,
- Código ACI 318-99. Diseño y calculo de elementos y estructuras de hormigón armado.
- NCh 430-2007. Hormigón Armado – Requisitos de diseño y cálculo
- NCh 148. Cemento – Terminología, clasificación y especificaciones generales.
- NCh 163. Áridos para morteros y hormigones – Requisitos generales.
- NCh 170. Hormigón – Requisitos generales.
- NCh 204. Acero – Barras laminadas en caliente para hormigón armado.
- NCh 1174. Construcción – Alambre de acero, los o con entalladuras, de grado AT56-50H, en forma de barras rectas – Condiciones de uso en el hormigón armado.
- NCh 1498. Hormigón – Agua de amasado – Requisitos.
- NCh 1573. Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso.
- NCh 1934. Hormigón preparado en central hormigonera.
- NCh 2182. Hormigón y mortero – Aditivos – Clasificación y requisitos.
- NCh 2369. Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
- AC 133. Acceptance Criteria for Mechanical Connectors for Steel Bar Reinforcement.
- ACI 318S. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario.
- ACI 318M. Building Code Requirements for Reinforced Concrete and Commentary.

3. Nave del taller de mecánica

La nave tendrá una altura mínima de 5,5 m y unas dimensiones de 17,00 m de largo por 15,11 m de ancho. Los cerramientos se realizaran mediante bloque de hormigón y el techo será de plancha metálica con una pendiente del 8%.

En la Figura 1 se puede apreciar esta geometría. También en el *Plano 21.3* con las acotaciones.

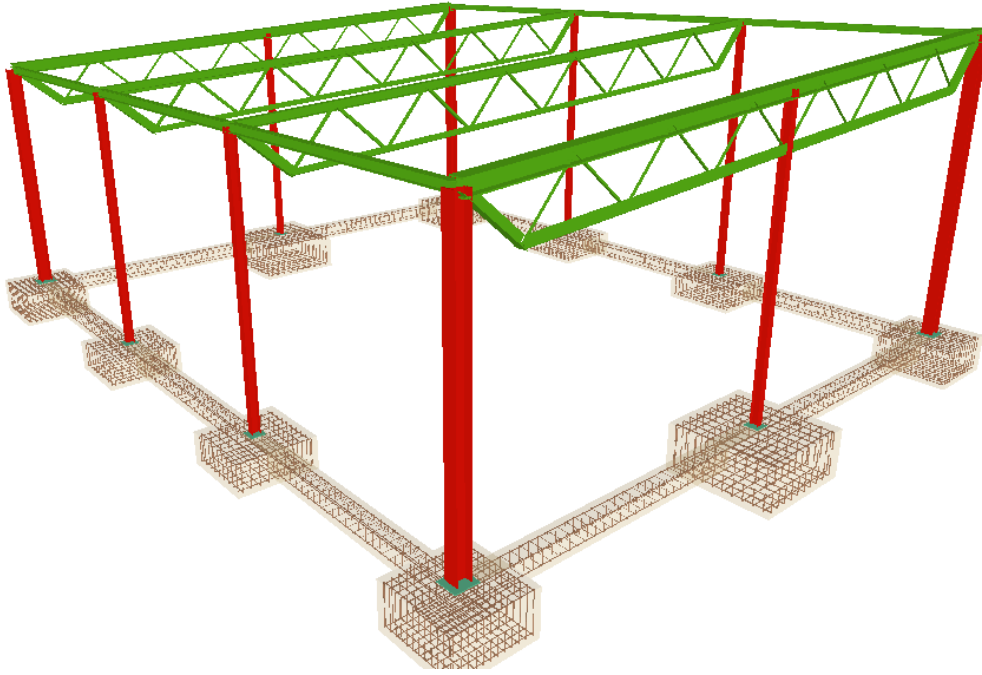


Fig 1. Estructura metálica y cimentaciones de la nave del taller de mecánica.

4. Correas

4.1. Datos de la obra

Separación entre pórticos: 5.67 m.

Con cerramiento en cubierta

- Peso del cerramiento: 0.10 kN/m²
- Sobrecarga del cerramiento: 0.39 kN/m²

4.2. Acciones

4.2.1. Datos de viento

Normativa: Eurocódigo 1

Velocidad de referencia: 26.0 m/s

Categoría del terreno: Categoría II

Dirección transversal (X)

Tipo de terreno: Llano

Dirección longitudinal (Y)

Tipo de terreno: Llano

Profundidad nave industrial: 17.01 m

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Hipótesis aplicadas:

- 1 - 0 grados. Presión exterior tipo 1
- 2 - 0 grados. Presión exterior tipo 2
- 3 - 180 grados
- 4 - 90 grados
- 5 - 270 grados

4.2.2. Datos de nieve

Nieve genérica

Carga superficial: 0.25 kN/m²

Hipótesis aplicadas:

- 1 - Hipótesis de nieve genérica

4.3. Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. Elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Aceros Conformados	A42-27ES	265	206

4.4. Datos de los pórticos

Pórtico	Tipo exterior	Geometría	Tipo interior
1	Un agua	Luz total: 14.00 m. Alero izquierdo: 5.50 m. Alero derecho: 6.60 m.	Viga en celosía

4.5. Datos de las correas en cubierta

Parámetros de cálculo	Descripción de correas
Límite flecha: L / 250	Tipo de perfil: C 10x9.11
Número de vanos: Dos vanos	Separación: 1.00 m.
Tipo de fijación: Fijación rígida	Tipo de Acero: A42-27ES
Comprobación	
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.	
Porcentajes de aprovechamiento:	
- Tensión: 87.76 %	
- Flecha: 97.08 %	

En el *Plano 21.2* se puede apreciar la distribución de estas correas en el pórtico.

4.6. Medición de correas

Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m ²
Correas de cubierta	15	137.42	0,10

4.7. Cargas en barras

4.7.1. Pórticos extremos

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	1.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	1.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados	Uniforme	---	0.85 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	2.79 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	1.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	0.90 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	0.90 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados	Uniforme	---	1.83 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	2.94 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	1.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.53 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	1.11 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.09 (R)	4.27 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.09/1.00 (R)	1.51 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados	Faja	0.00/0.09 (R)	5.77 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados	Faja	0.09/1.00 (R)	2.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.00/0.24 (R)	3.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.24/0.76 (R)	2.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.76/1.00 (R)	3.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	1.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	0.71 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

4.7.2. Pórticos intermedios

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	3.47 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	3.47 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados	Uniforme	---	1.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	3.80 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	3.56 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	1.80 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	1.80 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados	Uniforme	---	3.66 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	4.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	3.76 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	1.07 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	2.21 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.09 (R)	6.23 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.09/1.00 (R)	3.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados	Faja	0.00/0.09 (R)	6.93 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados	Faja	0.09/1.00 (R)	4.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Uniforme	---	2.84 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	2.51 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	1.42 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Descripción de las abreviaturas:

- R: Posición relativa a la longitud de la barra.
- EG: Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.
- EXB: Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

5. Datos de los pórticos

La estructura metálica estará formada por 4 pórticos con viga en celosía a una altura separados entre sí 5,67 metros. Tendrán una luz de 14 m y una altura de pilares de 5,5 y 6,6 metros. La pendiente de la cubierta, que será de chapa metálica, será del 6%.

5.1. Normas consideradas

Cimentación: ACI 318-99 (Chile)
 Hormigón: ACI 318-99 (Chile)
 Aceros conformados: NCh427
 Aceros laminados y armados: NCh427

5.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	ACI 318-99 (Chile)
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	ACI 318-99 (Chile)
Acero conformado	Manual
Acero laminado	Manual
Tensiones sobre el terreno	Manual
Desplazamientos	Manual

5.3. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

5.3.1. Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

5.3.2. Situaciones sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_A A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Donde:

- G_k Acción permanente
- Q_k Acción variable
- A_E Acción sísmica
- g_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- $g_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $g_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
($i > 1$) para situaciones no sísmicas
($i \geq 1$) para situaciones sísmicas
- g_A Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: ACI 318-99 (Chile)

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: ACI 318-99 (Chile)

Situación 1		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,70
Viento (Q)		
Nieve (Q)		1,70

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Situación 2		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Sismo (A)		
Carga permanente (G)	1,05	1,05
Sobrecarga (Q)		1,27
Viento (Q)	1,27	1,27
Nieve (Q)		1,27
Sismo (A)		

Situación 3		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	0,90
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	1,30	1,30
Nieve (Q)		
Sismo (A)		

Situación 4		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,40
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Sismo (A)	-1,40	1,40

Acero conformado: NCh427

Acero laminado: NCh427

Tensiones sobre el terreno

Desplazamientos

Situación 1		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,70
Viento (Q)		
Nieve (Q)		1,70

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Sismo (A)		
-----------	--	--

Situación 2		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1,05	1,05
Sobrecarga (Q)		1,27
Viento (Q)	1,27	1,27
Nieve (Q)		1,27
Sismo (A)		

Situación 3		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	0,90
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	1,30	1,30
Nieve (Q)		
Sismo (A)		

Situación 4		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,40
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Sismo (A)	-1,40	1,40

5.4. Combinaciones

Nombres de las hipótesis

- G Carga permanente
- Q Sobrecarga de uso
- V1(0°) 0 grados. Presión exterior tipo 1
- V2(0°) 0 grados. Presión exterior tipo 2
- V1(180°) 180 grados. Presión exterior tipo 1
- V2(180°) 180 grados. Presión exterior tipo 2

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

V(90°)	90 grados
V(270°)	270 grados
SX	Sismo X
SY	Sismo Y
N	Hipótesis de nieve genérica

E.L.U. de rotura. Hormigón: ACI 318-99 (Chile)

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: ACI 318-99 (Chile)

Comb.	G	Q	V1(0°)	V2(0°)	V1(180°)	V2(180°)	V(90°)	V(270°)	SX	SY	N
1	0,900										
2	1,400										
3	0,900	1,700									
4	1,400	1,700									
5	0,900										1,700
6	1,400										1,700
7	0,900	1,700									1,700
8	1,400	1,700									1,700
9	1,050		1,275								
10	1,050	1,275	1,275								
11	1,050			1,275							
12	1,050	1,275		1,275							
13	1,050				1,275						
14	1,050	1,275			1,275						
15	1,050					1,275					
16	1,050	1,275				1,275					
17	1,050						1,275				
18	1,050	1,275					1,275				
19	1,050							1,275			
20	1,050	1,275						1,275			
21	1,050		1,275								1,275
22	1,050	1,275	1,275								1,275
23	1,050			1,275							1,275
24	1,050	1,275		1,275							1,275
25	1,050				1,275						1,275
26	1,050	1,275			1,275						1,275
27	1,050					1,275					1,275
28	1,050	1,275				1,275					1,275
29	1,050						1,275				1,275
30	1,050	1,275					1,275				1,275
31	1,050							1,275			1,275
32	1,050	1,275						1,275			1,275
33	0,900		1,300								
34	0,900			1,300							
35	0,900				1,300						
36	0,900					1,300					
37	0,900						1,300				
38	0,900							1,300			
39	0,900								-1,400		
40	1,400								-1,400		
41	0,900	1,400							-1,400		

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

42	1,400	1,400								-1,400	
43	0,900									1,400	
44	1,400									1,400	
45	0,900	1,400								1,400	
46	1,400	1,400								1,400	
47	0,900									-1,400	
48	1,400									-1,400	
49	0,900	1,400								-1,400	
50	1,400	1,400								-1,400	
51	0,900									1,400	
52	1,400									1,400	
53	0,900	1,400								1,400	
54	1,400	1,400								1,400	

Acero conformado: NCh427

Acero laminado: NCh427

Tensiones sobre el terreno

Desplazamientos

Comb.	G	Q	V1(0°)	V2(0°)	V1(180°)	V2(180°)	V(90°)	V(270°)	SX	SY	N
1	0,900										
2	1,400										
3	0,900	1,700									
4	1,400	1,700									
5	0,900										1,700
6	1,400										1,700
7	0,900	1,700									1,700
8	1,400	1,700									1,700
9	1,050		1,275								
10	1,050	1,275	1,275								
11	1,050			1,275							
12	1,050	1,275		1,275							
13	1,050				1,275						
14	1,050	1,275			1,275						
15	1,050					1,275					
16	1,050	1,275				1,275					
17	1,050						1,275				
18	1,050	1,275					1,275				
19	1,050							1,275			
20	1,050	1,275						1,275			
21	1,050		1,275								1,275
22	1,050	1,275	1,275								1,275
23	1,050			1,275							1,275
24	1,050	1,275		1,275							1,275
25	1,050				1,275						1,275
26	1,050	1,275			1,275						1,275
27	1,050					1,275					1,275
28	1,050	1,275				1,275					1,275
29	1,050						1,275				1,275
30	1,050	1,275					1,275				1,275
31	1,050							1,275			1,275

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

32	1,050	1,275						1,275			1,275
33	0,900		1,300								
34	0,900			1,300							
35	0,900				1,300						
36	0,900					1,300					
37	0,900						1,300				
38	0,900							1,300			
39	0,900								-1,400		
40	1,400								-1,400		
41	0,900	1,400							-1,400		
42	1,400	1,400							-1,400		
43	0,900								1,400		
44	1,400								1,400		
45	0,900	1,400							1,400		
46	1,400	1,400							1,400		
47	0,900									-1,400	
48	1,400									-1,400	
49	0,900	1,400								-1,400	
50	1,400	1,400								-1,400	
51	0,900									1,400	
52	1,400									1,400	
53	0,900	1,400								1,400	
54	1,400	1,400								1,400	

5.5. Sismo dinámico

5.5.1. Datos generales de sismo

Norma Chilena Oficial
Diseño Sísmico de Edificios

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden
Acción sísmica según X
Acción sísmica según Y

Pañaflo (Región METROPOLITANA) Zona 2
Aceleración efectiva $A_0 = 0.30 \text{ g}$
Tipo de suelo: Tipo II
Tipo de edificación: Categoría D: $y = 0.6$
Número de modos: 20
Factor de modificación de la respuesta: 7.00

5.5.2. Coeficientes de participación

	T	Lx	Ly	Mx	My	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	1.07	1	0.0032	1.2 %	0.11 %	R = 6.78 A = 0.176 m/s ² D = 5.10699 mm	R = 3.59 A = 0.332 m/s ² D = 9.6426 mm
Modo 2	0.991	1	0	65.82 %	0.44 %	R = 6.78 A = 0.198 m/s ² D = 4.91454 mm	R = 3.59 A = 0.373 m/s ² D = 9.27924 mm
Modo 3	0.535	0.9997	0.0259	3.54 %	0.44 %	R = 6.78 A = 0.46 m/s ² D = 3.33984 mm	R = 3.59 A = 0.869 m/s ² D = 6.30601 mm
Modo 4	0.528	0.9997	0.0263	4.28 %	0.47 %	R = 6.78 A = 0.468 m/s ² D = 3.30153 mm	R = 3.59 A = 0.883 m/s ² D = 6.23367 mm
Modo 5	0.457	0.9998	0.0216	0.07 %	0 %	R = 6.78 A = 0.545 m/s ² D = 2.88195 mm	R = 3.59 A = 1.03 m/s ² D = 5.44146 mm
Modo 6	0.456	1	0.0003	22 %	1.92 %	R = 6.78 A = 0.546 m/s ² D = 2.87689 mm	R = 3.59 A = 1.032 m/s ² D = 5.43191 mm
Modo 7	0.372	0.9994	0.0345	0.01 %	0 %	R = 6.78 A = 0.642 m/s ² D = 2.25568 mm	R = 3.59 A = 1.213 m/s ² D = 4.25899 mm
Modo 8	0.353	0.984	0.1779	1.84 %	0.02 %	R = 6.78 A = 0.662 m/s ² D = 2.08805 mm	R = 3.59 A = 1.251 m/s ² D = 3.94248 mm
Modo 9	0.186	1	0.0085	0.01 %	0 %	R = 6.78 A = 0.672 m/s ² D = 0.58785 mm	R = 3.59 A = 1.27 m/s ² D = 1.10993 mm
Modo 10	0.179	1	0.0025	0.45 %	0.02 %	R = 6.78 A = 0.66 m/s ² D = 0.53377 mm	R = 3.59 A = 1.246 m/s ² D = 1.00783 mm
Modo 11	0.138	0.1107	0.9939	0 %	0 %	R = 6.78 A = 0.57 m/s ² D = 0.27308 mm	R = 3.59 A = 1.076 m/s ² D = 0.51561 mm
Modo 12	0.137	0.1351	0.9908	0.08 %	0.03 %	R = 6.78 A = 0.567 m/s ² D = 0.26838 mm	R = 3.59 A = 1.071 m/s ² D = 0.50673 mm
Modo 13	0.135	0.1444	0.9895	0.12 %	0 %	R = 6.78 A = 0.563 m/s ² D = 0.25988 mm	R = 3.59 A = 1.063 m/s ² D = 0.49068 mm
Modo 14	0.135	0.1503	0.9886	0.32 %	0.02 %	R = 6.78	R = 3.59

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

						A = 0.563 m/s ² D = 0.25935 mm	A = 1.063 m/s ² D = 0.48968 mm
Modo 15	0.123	0.0036	1	0 %	38.23 %	R = 6.78 A = 0.532 m/s ² D = 0.20477 mm	R = 3.59 A = 1.005 m/s ² D = 0.38663 mm
Modo 16	0.123	0.0033	1	0 %	21.64 %	R = 6.78 A = 0.532 m/s ² D = 0.20474 mm	R = 3.59 A = 1.005 m/s ² D = 0.38657 mm
Modo 17	0.112	0.995	0.0997	0 %	0 %	R = 6.78 A = 0.501 m/s ² D = 0.15818 mm	R = 3.59 A = 0.946 m/s ² D = 0.29866 mm
Modo 18	0.109	0.4043	0.9146	0.03 %	0 %	R = 6.78 A = 0.493 m/s ² D = 0.14818 mm	R = 3.59 A = 0.932 m/s ² D = 0.27978 mm
Modo 19	0.08	0.1075	0.9942	0 %	0 %	R = 6.78 A = 0.415 m/s ² D = 0.06804 mm	R = 3.59 A = 0.784 m/s ² D = 0.12847 mm
Modo 20	0.08	0.0006	1	0 %	0 %	R = 6.78 A = 0.415 m/s ² D = 0.06775 mm	R = 3.59 A = 0.784 m/s ² D = 0.12793 mm

- T = Periodo de vibración en segundos.
- Lx, Ly = Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.
- Mx, My = Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.
- R = Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.
- A = Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.
- D = Coeficiente del modo, equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

Masa total desplazada	
Masa X	99.77 %
Masa Y	63.36 %

6. Cálculos pórtico

En la siguiente figura podemos apreciar el diseño del pórtico de la nave del taller de mecánica y los tipos de perfiles que lo configuran:

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

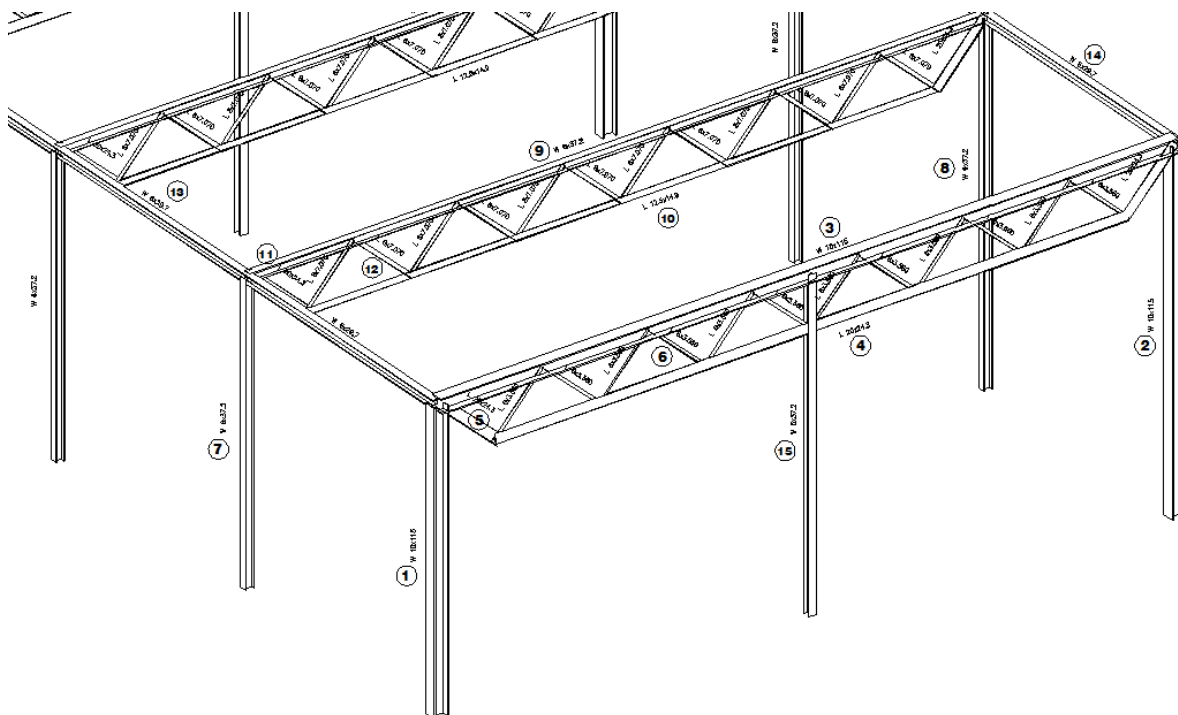


Fig 2. Esquema de la estructura metálica de la nave del taller de mecánica.

Los cálculos expuestos a continuación consisten en los obtenidos para el pórtico frontal y segundo de la estructura metálica de la nave del taller de mecánica. Estos son representativos de los otros elementos de la estructura metálica.

El cordón inferior de la celosía será arriostrada mediante tirantes en forma de cruz de San Andrés cada 4,0 m.

6.1. Geometría

Materiales utilizados

Referencias:

- E: Módulo de elasticidad
- G: Módulo de cortadura
- σ_e : Límite elástico
- $\alpha \cdot t$: Coeficiente de dilatación
- γ : peso específico

Materiales utilizados					
Material	E (GPa)	G (GPa)	σ_e (GPa)	$\alpha \cdot t$ (m/m°C)	γ (kN/m³)
Acero (A42-27ES)	206,01	79,23	0,26	1.2e-005	77,01

6.1.1. Descripción

Referencias:

- Ni: Nudo inicial
- Nf: Nudo final
- β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
- β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
- $L_{bSup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
- $L_{bInf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

Descripción								
Numeración	Barra (Ni/Nf)	Material	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$L_{bSup.}$ (m)	$L_{bInf.}$ (m)
1	N52/N53	Acero (A42-27ES)	W 10x115 (W)	5.50	0.00	0.70	5.50	-
2	N54/N55	Acero (A42-27ES)	W 10x115 (W)	6.60	0.00	0.70	-	6.60
3	N60/N62	Acero (A42-27ES)	W 10x115 (W)	2.01	0.50	1.00	1.00	2.01
4	N59/N61	Acero (A42-27ES)	L 20x24.3 (ANGULOS ALAS IGUALES)	2.01	1.99	1.00	2.01	2.01
5	N56/N53	Acero (A42-27ES)	L 20x24.3 (ANGULOS ALAS IGUALES)	1.42	7.00	1.00	1.42	1.42
6	N61/N62	Acero (A42-27ES)	L 6x3.560 (ANGULOS ALAS IGUALES)	1.42	1.00	1.00	1.42	1.42
7	N35/N36	Acero (A42-27ES)	W 6x37.2 (W)	5.50	0.00	0.70	5.50	-
8	N37/N38	Acero (A42-27ES)	W 6x37.2 (W)	6.60	0.00	0.70	-	6.60
9	N41/N43	Acero (A42-27ES)	W 6x37.2 (W)	2.01	0.50	1.00	1.00	2.01
10	N42/N44	Acero (A42-27ES)	L 12.5x14.9 (ANGULOS ALAS IGUALES)	2.01	1.99	1.00	2.01	2.01
11	N39/N36	Acero (A42-27ES)	L 20x24.3 (ANGULOS ALAS IGUALES)	1.42	7.00	1.00	1.42	1.42
12	N42/N43	Acero (A42-27ES)	L 8x7.070 (ANGULOS ALAS IGUALES)	1.42	1.00	1.00	1.42	1.42
13	N19/N36	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7 (W)	5.67	1.00	1.00	-	-
14	N38/N55	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7 (W)	5.67	1.00	1.00	-	-
15	N70/N63	Acero (A42-27ES)	W 6x37.2 (W)	5.05	0.00	0.70	-	-

6.1.2. Características mecánicas

Referencias:

- A: Sección
- I_{yy} : Inercia flexión I_{yy}
- I_{zz} : Inercia flexión I_{zz}
- I_{xx} : Inercia torsión

Tipos de pieza	
Tipo	Piezas
1	N52/N53, N54/N55 y N53/N55

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

2	N56/N57, N56/N53 y N39/N36
3	N61/N62
4	N35/N36, N37/N38, N36/N38 y N70/N72
5	N39/N40
6	N42/N43
7	N19/N36 y N38/N55

Características mecánicas						
Tipo	Material	Descripción	A (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _{xx} (cm ⁴)
1	Acero (A42-27ES)	W 10x115, Perfil simple, (W)	146.00	19000.00	6390.00	273.00
2	Acero (A42-27ES)	L 20x24.3, Perfil simple, (ANGULOS ALAS IGUALES)	30.94	1243.78	1243.78	6.60
3	Acero (A42-27ES)	L 6x3.560, Perfil simple, (ANGULOS ALAS IGUALES)	4.53	16.00	16.00	0.24
4	Acero (A42-27ES)	W 6x37.2, Perfil simple, (W)	47.30	2220.00	710.00	24.60
5	Acero (A42-27ES)	L 12.5x14.9, Perfil simple, (ANGULOS ALAS IGUALES)	18.94	290.78	290.78	4.04
6	Acero (A42-27ES)	L 8x7.070, Perfil simple, (ANGULOS ALAS IGUALES)	9.00	56.02	56.02	1.08
7	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7, Perfil simple, (W)	37.90	1720.00	553.00	12.60

Nota: Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

6.2. Tabla de medición

Referencias:

- Ni: Nudo inicial
- Nf: Nudo final

Tabla de medición						
Numeración	Pieza (Ni/Nf)	Material	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kp)
1	N1/N2	Acero (A42-27ES)	W 10x115 (W)	5.50	0.080	630.36
2	N3/N4	Acero (A42-27ES)	W 10x115 (W)	6.60	0.096	756.43
3	N2/N4	Acero (A42-27ES)	W 10x115 (W)	14.04	0.205	1609.49
4	N5/N6	Acero (A42-27ES)	L 20x24.3 (ANGULOS ALAS IGUALES)	12.04	0.037	292.34
5	N2/N5	Acero (A42-27ES)	L 20x24.3 (ANGULOS ALAS IGUALES)	1.42	0.004	34.40
6	N9/N10	Acero (A42-27ES)	L 6x3.560 (ANGULOS ALAS IGUALES)	1.42	0.001	5.04
7	N18/N19	Acero (A42-27ES)	W 6x37.2 (W)	5.50	0.026	204.22
8	N20/N21	Acero (A42-27ES)	W 6x37.2 (W)	6.60	0.031	245.06

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

9	N19/N21	Acero (A42-27ES)	W 6x37.2 (W)	14.04	0.066	521.43
10	N22/N23	Acero (A42-27ES)	L 12.5x14.9 (ANGULOS ALAS IGUALES)	12.04	0.023	178.95
11	N19/N22	Acero (A42-27ES)	L 20x24.3 (ANGULOS ALAS IGUALES)	1.42	0.004	34.40
12	N24/N25	Acero (A42-27ES)	L 8x7.070 (ANGULOS ALAS IGUALES)	1.42	0.001	10.01
13	N19/N36	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7 (W)	5.67	0.021	168.69
14	N4/N21	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7 (W)	5.67	0.021	168.69
15	N69/N71	Acero (A42-27ES)	W 6x37.2 (W)	6.06	0.029	224.87

6.3. Resultados

6.3.1. Esfuerzos

Referencias:

- N: Esfuerzo axial (kN)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
- Mt: Momento torsor (kN·m)
- My: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

6.3.2. Resistencia

Referencias:

- N: Esfuerzo axial (kN)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
- Mt: Momento torsor (kN·m)
- My: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100\%$.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N(kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N52/N53	14.34	0.000	-2.783	14.396	6.810	-0.369	6.759	15.677	GV	Cumple
N54/N55	20.17	0.000	-3.339	16.624	-8.924	0.304	-10.937	21.443	GV	Cumple
N60/N62	23.50	2.006	-0.961	-4.783	-1.507	0.187	0.477	30.505	GV	Cumple
N59/N61	33.40	2.006	-2.777	-0.331	0.461	0.000	-2.923	4.641	GV	Cumple
N56/N53	32.72	1.416	-3.700	-3.717	2.110	0.000	-2.825	4.545	GV	Cumple
N61/N62	33.06	0.708	-0.577	-0.002	0.000	0.000	0.005	0.185	GV	Cumple
N35/N36	25.49	5.500	1.052	-0.081	-12.944	0.009	14.020	0.299	GV	Cumple
N37/N38	41.97	0.000	-1.082	-0.087	-17.273	-0.008	-20.701	-0.192	GV	Cumple
N41/N43	7.61	1.003	-1.651	0.000	-0.529	0.000	3.528	0.000	G	Cumple
N42/N44	58.73	0.802	163.245	0.000	-0.018	0.000	0.281	-0.009	G	Cumple
N39/N36	29.66	1.416	-26.788	-0.002	2.514	0.014	-3.118	0.017	GV	Cumple
N42/N43	55.86	0.708	-47.191	0.000	0.000	0.000	0.016	0.000	G	Cumple
N19/N36	8.66	0.000	0.000	-0.440	-0.755	0.000	-0.460	-1.485	GV	Cumple
N38/N55	39.11	5.670	0.000	-1.413	-0.065	0.005	2.915	6.396	GV	Cumple
N70/N63	74.92	0.000	-35.480	0.003	-26.926	0.002	-45.112	0.009	GV	Cumple

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

6.3.3. Flechas

Referencias:

- Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
- L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N52/N53	3.025	1.56	3.025	0.34	3.025	2.56	3.025	0.58
	3.025	L(>1000)	3.025	L(>1000)	3.025	L(>1000)	2.750	L(>1000)
N54/N55	3.630	3.00	3.630	0.74	3.630	4.96	3.630	1.28
	3.630	L(>1000)	3.630	L(>1000)	3.630	L(>1000)	3.630	L(>1000)
N53/N55	7.100	44.78	3.611	0.82	7.100	83.11	3.611	1.06
	11.636	L/18.8	3.611	L(>1000)	11.636	L/18.8	3.611	L(>1000)
N56/N57	6.219	28.22	2.809	0.59	6.219	52.73	2.809	0.78
	6.219	L/426.6	2.809	L(>1000)	6.219	L/429.9	2.608	L(>1000)
N56/N53	0.885	0.21	0.885	0.03	0.885	0.37	0.708	0.04
	0.885	L(>1000)	0.885	L(>1000)	0.885	L(>1000)	0.885	L(>1000)
N61/N62	0.708	1.96	0.708	1.25	0.708	3.65	0.708	2.27
	0.708	L/724.4	0.708	L(>1000)	0.708	L/737.0	0.708	L(>1000)
N35/N36	3.781	0.23	3.094	4.17	3.781	0.33	3.094	7.95
	3.781	L(>1000)	3.094	L(>1000)	3.781	L(>1000)	3.094	L(>1000)
N37/N38	4.537	0.42	3.712	8.20	4.537	0.62	3.712	15.81
	4.537	L(>1000)	3.712	L/804.5	4.537	L(>1000)	3.712	L/815.5
N36/N38	7.022	59.14	7.022	14.18	7.022	118.27	7.022	20.85
	7.022	L/237.4	7.022	L/990.0	7.022	L/237.5	7.022	L(>1000)
N39/N40	6.018	39.59	6.018	11.20	6.018	73.63	6.018	16.43
	6.018	L/304.0	6.018	L(>1000)	6.018	L/305.6	6.018	L(>1000)
N39/N36	0.885	0.15	0.885	0.25	0.885	0.30	0.885	0.49
	0.885	L(>1000)	0.885	L(>1000)	0.885	L(>1000)	0.885	L(>1000)
N42/N43	0.708	0.03	0.708	0.05	0.708	0.01	0.708	0.02
	0.708	L(>1000)	0.708	L(>1000)	0.708	L(>1000)	0.708	L(>1000)
N2/N53	2.126	9.13	14.529	1.26	2.126	16.58	2.126	1.66
	0.709	L/182.7	14.529	L(>1000)	0.709	L/182.7	14.884	L(>1000)
N4/N55	14.884	9.01	2.126	1.82	14.884	16.60	2.126	2.59
	14.529	L/347.9	2.126	L(>1000)	14.529	L/348.0	14.884	L(>1000)
N70/N72	3.790	0.01	2.527	6.77	4.042	0.02	2.527	13.53
	5.889	L(>1000)	1.011	L/793.3	5.889	L(>1000)	1.011	L/793.4

6.4. Resumen de medición estructura metálica

A continuación se presenta la tabla resumen de medición de toda la estructura metálica que conforma la nave del taller de mecánica. Como ya se ha especificado con anterioridad el acero estructural utilizado será Acero (A42-27ES).

Descripción		Longitud			Volumen			Peso			
Perfil	Serie	Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kp)	Serie (kp)	Material (kp)	
W 6x37.2, Perfil simple W 10x115, Perfil simple W 6x29.7, Perfil simple	W	64.40			0.305			2391.15			
		52.29			0.763			5992.53			
		34.02			0.129			1012.15			
			150.70			1.197			9395.83		
				150.70			1.197				9395.83
L 12.5x14.9, Perfil simple L 20x24.3, Perfil simple L 8x7.070, Perfil simple L 6x3.560, Perfil simple	ANGULOS ALAS IGUALES	24.07			0.046			357.90			
		35.41			0.110			859.87			
		33.99			0.031			240.24			
		33.99			0.015			121.00			
			127.47			0.201			1579.01		
				127.47			0.201				1579.01
TOTALES		278.17			1.398			10974.84			

7. Placas de anclaje

7.1. Descripción

Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N1,N3,N52,N54	Ancho X: 450 mm Ancho Y: 500 mm Espesor: 18 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: -	4Ø22.22 mm L=65 cm Gancho a 180 grados
N18,N20,N35, N37,N69,N70	Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 20 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x18.0)	8Ø22.22 mm L=65 cm Gancho a 180 grados

7.2. Medición placas de anclaje

Pilares	Acero	Peso kp	Totales kp
N1, N3, N52, N54	A42-27ES	4 x 31.79	
N18,N20,N35, N37,N69,N70	A42-27ES	6 x 41.68	
			377.27
Totales			377.27

7.3. Medición pernos placas de anclaje

Pilares	Pernos	Acero	Longitud m	Peso kp	Totales m	Totales kp
N1, N3, N52, N54	16Ø22.22 mm L=96 cm	A-307 (liso)	16 x 0.96	16 x 2.93		
N18,N20,N35, N37,N69,N70	48Ø22.22 mm L=97 cm	A-307 (liso)	48 x 0.97	48 x 2.94		
					61.80	188.11
Totales					61.80	188.11

7.4. Comprobación de las placas de anclaje

Como modo de ejemplo se ha introducido la comprobación de una de las placas de anclaje:

Referencia: N1

- Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 500 mm Espesor: 18 mm
- Pernos: 4Ø22.22 mm L=65 cm Gancho a 180 grados
- Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 33 mm Calculado: 350 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 44 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 27 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: Tracción:	Máximo: 63.01 kN Calculado: 38.13 kN	Cumple
Cortante:	Máximo: 44.11 kN Calculado: 4.38 kN	Cumple
Tracción + Cortante:	Máximo: 63.01 kN Calculado: 44.39 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 78.66 kN Calculado: 38.13 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 202.74 MPa Calculado: 100.188 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 105.94 kN Calculado: 4.38 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 176.58 MPa	
Derecha:	Calculado: 106.773 MPa	Cumple
Izquierda:	Calculado: 126.222 MPa	Cumple
Arriba:	Calculado: 111.441 MPa	Cumple
Abajo:	Calculado: 110.156 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Derecha:	Calculado: 1167.34	Cumple
Izquierda:	Calculado: 933.628	Cumple
Arriba:	Calculado: 1079.52	Cumple
Abajo:	Calculado: 1409.25	Cumple
Tensión de Von Mises local:	Máximo: 176.58 MPa	
<i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

En el *Plano 21.6* se puede apreciar los detalles y ubicaciones de cada una de las placas de anclaje anteriormente descritas.

8. Cimentaciones

En el *Plano 13.2* se aprecian las distribuciones de las cimentaciones conjuntamente con las redes de saneamiento.

8.1. Elementos de cimentación aislados

8.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N1 y N52	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 80.0 cm Ancho inicial Y: 80.0 cm Ancho final X: 80.0 cm Ancho final Y: 80.0 cm Ancho zapata X: 160.0 cm Ancho zapata Y: 160.0 cm Canto: 85.0 cm	Sup X: 12Ø16 c/ 13 Sup Y: 12Ø16 c/ 13 Inf X: 12Ø16 c/ 13 Inf Y: 12Ø16 c/ 13
N3 y N54	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 85.0 cm Ancho inicial Y: 85.0 cm Ancho final X: 85.0 cm Ancho final Y: 85.0 cm Ancho zapata X: 170.0 cm Ancho zapata Y: 170.0 cm Canto: 85.0 cm	Sup X: 12Ø16 c/ 13 Sup Y: 12Ø16 c/ 13 Inf X: 12Ø16 c/ 13 Inf Y: 12Ø16 c/ 13

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

N18 y N35	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 77.5 cm Ancho inicial Y: 77.5 cm Ancho final X: 77.5 cm Ancho final Y: 77.5 cm Ancho zapata X: 155.0 cm Ancho zapata Y: 155.0 cm Canto: 85.0 cm	Sup X: 11Ø16 c/ 13 Sup Y: 11Ø16 c/ 13 Inf X: 11Ø16 c/ 13 Inf Y: 11Ø16 c/ 13
N20 y N37	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 87.5 cm Ancho inicial Y: 87.5 cm Ancho final X: 87.5 cm Ancho final Y: 87.5 cm Ancho zapata X: 175.0 cm Ancho zapata Y: 175.0 cm Canto: 85.0 cm	Sup X: 13Ø16 c/ 13 Sup Y: 13Ø16 c/ 13 Inf X: 13Ø16 c/ 13 Inf Y: 13Ø16 c/ 13
N69 y N70	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 107.5 cm Ancho inicial Y: 107.5 cm Ancho final X: 107.5 cm Ancho final Y: 107.5 cm Ancho zapata X: 215.0 cm Ancho zapata Y: 215.0 cm Canto: 85.0 cm	Sup X: 16Ø16 c/ 13 Sup Y: 16Ø16 c/ 13 Inf X: 16Ø16 c/ 13 Inf Y: 16Ø16 c/ 13

8.1.2. Medición

Referencias: N1 y N52		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	12x2.08	24.96
	Peso (kg)	12x3.28	39.40
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	12x2.08	24.96
	Peso (kg)	12x3.28	39.40
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	12x2.08	24.96
	Peso (kg)	12x3.28	39.40
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	12x2.08	24.96
	Peso (kg)	12x3.28	39.40
Totales	Longitud (m)	99.84	
	Peso (kg)	157.60	157.60
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	109.82	
	Peso (kg)	173.36	173.36

Referencias: N3 y N54	A-63-42H	Total
-----------------------	----------	-------

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	12x2.18	26.16
	Peso (kg)	12x3.44	41.29
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	12x2.18	26.16
	Peso (kg)	12x3.44	41.29
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	12x2.18	26.16
	Peso (kg)	12x3.44	41.29
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	12x2.18	26.16
	Peso (kg)	12x3.44	41.29
Totales	Longitud (m)	104.64	
	Peso (kg)	165.16	165.16
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	115.10	
	Peso (kg)	181.68	181.68

Referencias: N18 y N35		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	11x2.03	22.33
	Peso (kg)	11x3.20	35.24
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	11x2.03	22.33
	Peso (kg)	11x3.20	35.24
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	11x2.03	22.33
	Peso (kg)	11x3.20	35.24
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	11x2.03	22.33
	Peso (kg)	11x3.20	35.24
Totales	Longitud (m)	89.32	
	Peso (kg)	140.96	140.96
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	98.25	
	Peso (kg)	155.06	155.06

Referencias: N20 y N37		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	13x2.23	28.99
	Peso (kg)	13x3.52	45.76
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	13x2.23	28.99
	Peso (kg)	13x3.52	45.76
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	13x2.23	28.99
	Peso (kg)	13x3.52	45.76
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	13x2.23	28.99
	Peso (kg)	13x3.52	45.76
Totales	Longitud (m)	115.96	
	Peso (kg)	183.04	183.04
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	127.56	
	Peso (kg)	201.34	201.34

Referencias: N69 y N70		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	16x2.55	40.80
	Peso (kg)	16x4.02	64.40
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	16x2.55	40.80

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

	Peso (kg)	16x4.02	64.40
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	16x2.55	40.80
	Peso (kg)	16x4.02	64.40
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	16x2.55	40.80
	Peso (kg)	16x4.02	64.40
Totales	Longitud (m)	163.20	
	Peso (kg)	257.60	257.60
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	179.52	
	Peso (kg)	283.36	283.36

8.1.3. Resumen de Medición

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)			
Elemento	A-63-42H (kg)	Hormigón (m³)	
	Ø16	H25	Limpieza
Referencias: N1 y N52	2x173.36	2x2.18	2x0.26
Referencias: N3 y N54	2x181.68	2x2.46	2x0.29
Referencias: N18 y N35	2x155.06	2x2.04	2x0.24
Referencias: N20 y N37	2x201.34	2x2.60	2x0.31
Referencias: N69 y N70	2x283.36	2x3.93	2x0.46
Totales	1989.60	26.41	3.11

8.1.4. Comprobación

Como modo de ejemplo se ha introducido la comprobación de una de las cimentaciones:

Referencia: N1

- Dimensiones: 160 x 160 x 85
- Armados: Xi:Ø16 c/ 13 Yi:Ø16 c/ 13 Xs:Ø16 c/ 13 Ys:Ø16 c/ 13

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.196 MPa Calculado: 0.0506196 MPa	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales (sismo):	Máximo: 0.294 MPa Calculado: 0.0308034 MPa	Cumple
Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 0.244956 MPa Calculado: 0.0381609 MPa	Cumple
Tensión máxima con acc. de viento:	Máximo: 0.244956 MPa Calculado: 0.143717 MPa	Cumple
Tensión máxima con acc. sísmicas:	Máximo: 0.367483 MPa Calculado: 0.0364932 MPa	Cumple
Flexión en la zapata:		
En dirección X:	Momento: 13.32 kN·m	Cumple
En dirección Y:	Momento: 7.36 kN·m	Cumple

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
En dirección X:	Reserva seguridad: 45.6 %	Cumple
En dirección Y:	Reserva seguridad: 129.0 %	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5886 kN/m ² Calculado: 3.3354 kN/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Canto mínimo: <i>Capítulo 15.7 (norma ACI-CHILE 318-95)</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: N1:	Mínimo: 72 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Capítulo 7.12 (norma ACI-CHILE 318-95)</i>		
Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0019	Cumple
Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
Parrilla inferior:	Mínimo: 10 mm Calculado: 16 mm	Cumple
Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 13 cm	Cumple
Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Armado superior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 13 cm	Cumple
Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Armado superior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas: Armado inf. dirección X hacia der:		
	Mínimo: 26 cm Calculado: 30 cm	Cumple

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Todas las cimentaciones cumplen con las comprobaciones anteriormente descritas. En los *Planos 21* se puede apreciar los detalles y ubicaciones de cada una de las cimentaciones de la estructura de la nave taller.

9.1. Vigas

9.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
C [N3-N20], C [N20-N37], C [N37-N54], C [N1-N18], C [N18-N35] y C [N35-N52]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø16 Inferior: 2 Ø16 Estribos: 1xØ10 c/ 20
C [N54-N70] y C [N3-N69]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø16 Inferior: 2 Ø16 Estribos: 1xØ10 c/ 20
C [N70-N52] y C [N69-N1]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø16 Inferior: 2 Ø16 Estribos: 1xØ10 c/ 20

9.1.2. Medición

Referencias: C [N3-N20], C [N20-N37], C [N37-N54], C [N1-N18], C [N18-N35] y C [N35-N52]		A-63-42H		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø16	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6.27	12.54
	Peso (kg)		2x9.90	19.79
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6.27	12.54
	Peso (kg)		2x9.90	19.79
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	21x1.36		28.56
	Peso (kg)	21x0.84		17.61
Totales	Longitud (m)	28.56	25.08	
	Peso (kg)	17.61	39.58	57.19

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	31.42	27.59	
	Peso (kg)	19.37	43.54	62.91

Referencias: : C [N54-N70] y C [N3-N69]		A-63-42H		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø16	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x7.52	15.04
	Peso (kg)		2x11.87	23.74
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x7.52	15.04
	Peso (kg)		2x11.87	23.74
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	26x1.36		35.36
	Peso (kg)	26x0.84		21.80
Totales	Longitud (m)	35.36	30.08	
	Peso (kg)	21.80	47.48	69.28
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	38.90	33.09	
	Peso (kg)	23.98	52.23	76.21

Referencias: : C [N70-N52] y C [N69-N1]		A-63-42H		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø16	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x7.68	15.36
	Peso (kg)		2x12.12	24.24
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x7.68	15.36
	Peso (kg)		2x12.12	24.24
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	27x1.36		36.72
	Peso (kg)	27x0.84		22.64
Totales	Longitud (m)	36.72	30.72	
	Peso (kg)	22.64	48.48	71.12
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	40.39	33.79	
	Peso (kg)	24.90	53.33	78.23

9.1.3. Resumen de Medición

Elemento	A-63-42H (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø10	Ø16	Total	H25	Limpieza
Referencias: C [N3-N20], C [N20-N37], C [N37-N54], C [N1-N18], C [N18-N35] y C [N35-N52]	6x19.37	6x43.54	377.46	6x0.63	6x0.16
Referencias: C [N54-N70] y C [N3-N69]	2x23.98	2x52.23	152.42	2x0.80	2x0.20
Referencias: C [N70-N52] y C [N69-N1]	2x24.90	2x53.33	156.46	2x0.83	2x0.21
Totales	213.98	472.36	686.34	7.05	1.76

9.1.4. Comprobación

Como modo de ejemplo se ha introducido la comprobación de una de las vigas:

ANEJO 11: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE TALLER del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Referencia: C.1 [N3-N20] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2 Ø16
- Armadura inferior: 2 Ø16
- Estribos: 1xØ10 c/ 20

Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 21.8.3.2 (pag.503).</i>	Mínimo: 19.7 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 21.8.3.2 (pag.503).</i>	Mínimo: 19.7 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 8 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 7.6 (norma ACI-Chile)</i>	Mínimo: 4 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 7.6 (norma ACI-Chile)</i>	Mínimo: 4 cm	
Armadura superior:	Calculado: 24.8 cm	Cumple
Armadura inferior:	Calculado: 24.8 cm	Cumple
Separación máxima estribos: Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 21.8.3.2 (pag.503).</i>	Máximo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 10.5 (norma ACI-Chile)</i>	Máximo: 50 cm	
Armadura superior:	Calculado: 24.8 cm	Cumple
Armadura inferior:	Calculado: 24.8 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Todas las vigas cumplen con las comprobaciones anteriormente descritas. En los *Planos 21* se puede apreciar los detalles y ubicaciones de cada una de las cimentaciones de la estructura de la nave taller.

Índice

1. Objeto	3
2. Normativa	3
3. Nave de limpieza	4
4. Correas	5
4.1. Datos de la obra	5
4.2. Acciones	6
4.2.1. Datos de viento	6
4.2.2. Datos de nieve	6
4.3. Aceros en perfiles	6
4.4. Datos de los pórticos	6
4.5. Datos de las correas en cubierta	7
4.6. Medición de correas	7
4.7. Cargas en barras	7
4.7.1. Pórticos extremos	7
4.7.2. Pórticos intermedios	8
5. Datos de los pórticos	8
5.1. Normas consideradas	8
5.2. Estados límite	9
5.3. Situaciones de proyecto	9
5.3.1. Situaciones no sísmicas	9
5.3.2. Situaciones sísmicas	9
5.4. Combinaciones	12
5.5. Sismo dinámico	14
5.5.1. Datos generales de sismo	14
5.5.2. Coeficientes de participación	15
6. Cálculos pórtico	16
6.1. Geometría	17
6.1.1. Descripción	17
6.1.2. Características mecánicas	18
6.2. Tabla de medición	19
6.3. Resultados	19
6.3.1. Esfuerzos	19

ANEJO 12: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE LIMPIEZA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

6.3.2.	Resistencia.....	20
6.3.3.	Flechas.....	20
6.4.	Resumen de medición estructura metálica	21
7.	<i>Placas de anclaje</i>	22
7.1.	Descripción.....	22
7.2.	Medición placas de anclaje.....	22
7.3.	Medición pernos placas de anclaje	22
7.4.	Comprobación de las placas de anclaje	23
8.	<i>Cimentaciones</i>	24
8.1.	Elementos de cimentación aislados	24
8.1.1.	Descripción	24
8.1.2.	Medición	25
8.1.3.	Resumen de Medición.....	26
8.1.4.	Comprobación	26
9.1.	Vigas	28
9.1.1.	Descripción	28
9.1.2.	Medición	28
9.1.3.	Resumen de Medición.....	29
9.1.4.	Comprobación	29

1. Objeto

En este anejo se describen los cálculos, las características constructivas y las medidas de la nave de limpieza de la planta de compostaje.

Los cálculos se han realizado mediante las aplicaciones 'Nuevo Metal 3D' y 'Generador de Pórticos' del programa CYPE Ingenieros. Ajustando los parámetros a la normativa Chilena actual.

2. Normativa

Los elementos a diseñar y construir deberán cumplir con los requerimientos de las Normas y Reglamentos que sean aplicables, utilizando la última versión de cada uno de ellos. En particular serán aplicables:

- NCh 428. Of 57. Ejecución de construcciones de acero.
- NCh 427. Especificaciones para el cálculo de estructuras de acero para edificios.
- NCh 203. Acero para uso estructural – Requisitos.
- NCh 206. Acero laminado en barras para pernos corrientes.
- NCh 207. Acero laminado en barras para remaches estructurales.
- NCh 208. Acero laminado en barras para tuercas corrientes.
- NCh 215. Planchas gruesas de acero al carbono para tubos soldados el arco eléctrico.
- NCh 217. Acero – Mallas de alta resistencia para hormigón armado – Especificaciones.
- NCh 300. Elementos de fijación – Pernos, tuercas, tornillos y accesorios – Terminología y designación.
- NCh 301. Pernos de acero con cabeza y tuerca hexagonales.
- NCh 302. Pernos de acero, de cabeza redonda, con cuello cuadrado y tuerca cuadrado.
- NCh 308. Examen de soldadores que trabajan con arco eléctrico.
- NCh 428. Ejecución de construcciones de acero.
- NCh 431. Construcción – Sobrecargas de nieve.
- NCh 432. Cálculo de acción del viento sobre construcciones.
- NCh 433. Diseño sísmico de edificios.
- NCh 1185. Rosa ISO – Perfil básico – Dimensiones métricas.
- ICHA. Manual de Estructuras de Acero para Edificios. 2ª Edición.
- ASTM A242. High-Strength Low-Alloy Structural Steel.
- ASTM A325. High-Strength Bolts for Structural Steel Joints Including Suitable Nuts and Plain Hardened. Washers.
- ASTM A375. High-Strength Low-Alloy Hot-Rolled Steel Sheet and Strip.
- ASTM A490. Quenched and Tempered Alloy Steel Bolts for Structural Steel Joints.
- ASTM 1502. Specifications for Structural Rivets. Grade 1 or Grade 2, latest edition.
- AWS A5.1. Specifications for Mild Steel Covered Arc-Welding Electrodes.
- AWS A5.5. Specifications for Low-Alloy Steel Covered Arc-Welding Electrodes.
- AWS A5.17. Specifications for Bare Mild Steel Electrodes and Fluxes for Submerged Arc Welding.
- AWS A5.18. Specifications for Mild Steel Electrodes for Gas Metal Arc Welding.
- AWS A5.20. Mild Steel Electrodes for Flux-Cored-Arc Welding.
- AWS Sec. 2 Recommended Practics for Resistance Welding. Tables 26.1 y 26.2.

ANEJO 12: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE LIMPIEZA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- AWS Art. 422. Requirements for Electroslag and Electrogas Welding.
- AISC. Manual of Steel Construction – Seventh Edition.
- AISI. Cold-Formed Steel Design Manual, latest edition.
- ASIE. Specifications for the Design and Construction of Mill Buildings.
- “Código de Diseño de Hormigón Armado”, basado en el ACI 318-95, incluyendo Capítulo 21.
- American Iron and Steel Institute, AISI “Specification for the Design of Cold Formed Steel Structural Members”.
- Manual of Steel Construction Allowable Stress Design, American Institute of Steel Construction Inc., 9ª Edition.
- UBC 97. Uniform Building Code,
- Código ACI 318-99. Diseño y calculo de elementos y estructuras de hormigón armado.
- NCh 430-2007. Hormigón Armado – Requisitos de diseño y cálculo
- NCh 148. Cemento – Terminología, clasificación y especificaciones generales.
- NCh 163. Áridos para morteros y hormigones – Requisitos generales.
- NCh 170. Hormigón – Requisitos generales.
- NCh 204. Acero – Barras laminadas en caliente para hormigón armado.
- NCh 1174. Construcción – Alambre de acero, los o con entalladuras, de grado AT56-50H, en forma de barras rectas – Condiciones de uso en el hormigón armado.
- NCh 1498. Hormigón – Agua de amasado – Requisitos.
- NCh 1573. Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso.
- NCh 1934. Hormigón preparado en central hormigonera.
- NCh 2182. Hormigón y mortero – Aditivos – Clasificación y requisitos.
- NCh 2369. Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
- AC 133. Acceptance Criteria for Mechanical Connectors for Steel Bar Reinforcement.
- ACI 318S. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario.
- ACI 318M. Building Code Requirements for Reinforced Concrete and Commentary.

3. Nave de limpieza

La instalación necesitara un espacio para la limpieza de los vehículos de transporte de los residuos. Teniendo en cuenta las dimensiones de un camión de recogida de basura grande, concretamente del modelo CROSS 25 de la casa Ros Roca (9,8 m de largo x 2,5 m de ancho) y dejando una anchura de vial de unos 3 metros en cada lado, las dimensiones de la nave serán de 8,5 m de ancho por 16 m de largo, y 5 m de alto en su punto más bajo.

En la Figura 1 se puede apreciar esta geometría. También en el *Plano 22.3* con las acotaciones.

La estructura de este edificio será metálica y los cerramientos ser harán mediante bloque de hormigón.

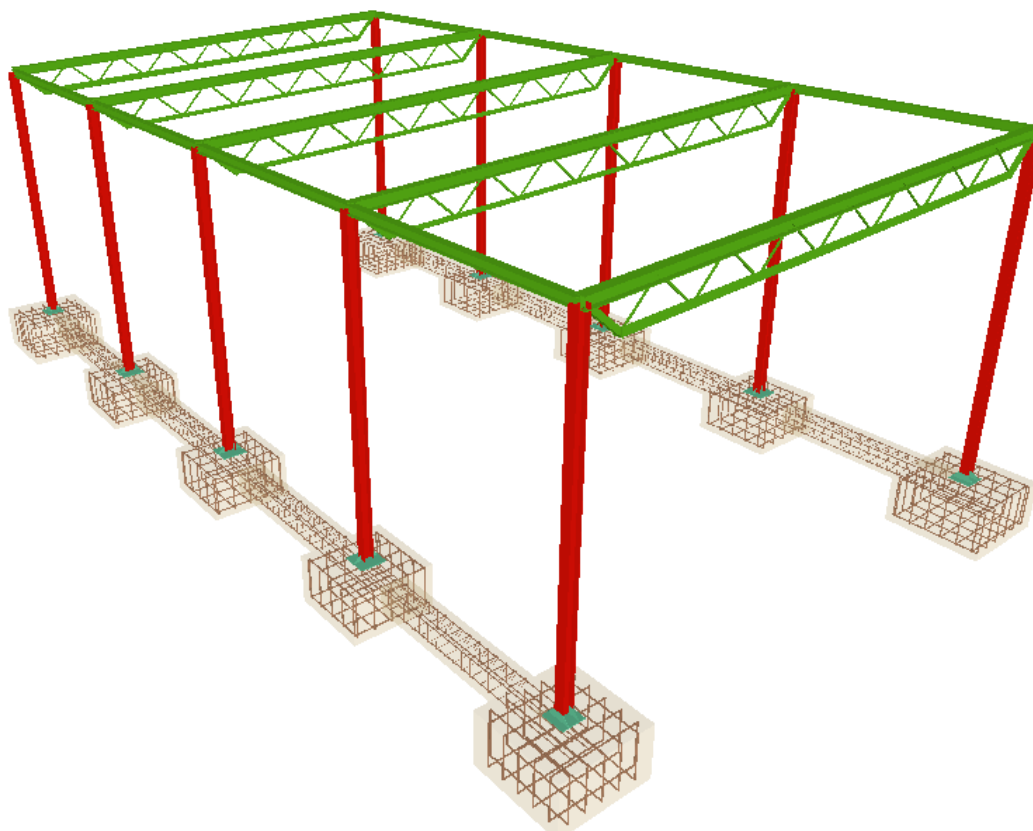


Fig 1. Estructura metálica y cimentaciones de la nave de limpieza.

4. Correas

4.1. Datos de la obra

Separación entre pórticos: 4.00 m.

Con cerramiento en cubierta

- Peso del cerramiento: 0.10 kN/m²
- Sobrecarga del cerramiento: 0.39 kN/m²

4.2. Acciones

4.2.1. Datos de viento

Normativa: Eurocódigo 1

Velocidad de referencia: 26.0 m/s

Categoría del terreno: Categoría II

Dirección transversal (X)

Tipo de terreno: Llano

Dirección longitudinal (Y)

Tipo de terreno: Llano

Profundidad nave industrial: 16.00 m

Hipótesis aplicadas:

1 - 0 grados. Presión exterior tipo 1

2 - 0 grados. Presión exterior tipo 2

3 - 180 grados

4 - 90 grados

5 - 270 grados

4.2.2. Datos de nieve

Nieve genérica

Carga superficial: 0.25 kN/m²

Hipótesis aplicadas:

1 - Hipótesis de nieve genérica

4.3. Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. Elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Aceros Conformados	A42-27ES	265	206

4.4. Datos de los pórticos

Pórtico	Tipo exterior	Geometría	Tipo interior
1	Un agua	Luz total: 8.50 m. Alero izquierdo: 5.00 m. Alero derecho: 5.43 m.	Viga en celosía

4.5. Datos de las correas en cubierta

Parámetros de cálculo	Descripción de correas
Límite flecha: $L / 250$	Tipo de perfil: C 8x6.61
Número de vanos: Dos vanos	Separación: 1.06 m.
Tipo de fijación: Fijación rígida	Tipo de Acero: A42-27ES
Comprobación	
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.	
Porcentajes de aprovechamiento:	
- Tensión: 86.58 %	
- Flecha: 95.84 %	

En el *Plano 22.2* se puede apreciar la distribución de estas correas en el pórtico.

4.6. Medición de correas

Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m ²
Correas de cubierta	9	59.39	0,07

4.7. Cargas en barras

4.7.1. Pórticos extremos

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	1.23 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	1.23 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados	Uniforme	---	0.66 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	1.86 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	0.82 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	0.67 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	0.67 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados	Uniforme	---	1.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	1.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	0.84 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.32 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.78 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.13 (R)	2.84 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.13/1.00 (R)	1.00 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados	Faja	0.00/0.13 (R)	3.84 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados	Faja	0.13/1.00 (R)	1.34 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.00/0.25 (R)	2.07 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.25/0.75 (R)	1.86 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.75/1.00 (R)	2.07 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	0.84 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	0.50 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

4.7.2. Pórticos intermedios

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	2.45 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	2.45 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados	Uniforme	---	1.32 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	2.61 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	1.63 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados	Uniforme	---	2.51 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	2.67 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	1.67 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.64 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	1.56 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.13 (R)	4.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.13/1.00 (R)	2.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados	Faja	0.00/0.13 (R)	4.94 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados	Faja	0.13/1.00 (R)	2.67 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Uniforme	---	1.86 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	1.67 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	1.00 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Descripción de las abreviaturas:

- R: Posición relativa a la longitud de la barra.
- EG: Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.
- EXB: Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

5. Datos de los pórticos

La estructura metálica estará formada por 4 pórticos con viga en celosía a una altura separados entre sí 4 metros. Tendrán una luz de 8,5 metros y una altura de pilares de 5,0 y 5,43 metros. La pendiente de la cubierta, que será de chapa metálica, será del 5%.

5.1. Normas consideradas

Cimentación: ACI 318-99 (Chile)

Hormigón: ACI 318-99 (Chile)

Aceros conformados: NCh427

Aceros laminados y armados: NCh427

5.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	ACI 318-99 (Chile)
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	ACI 318-99 (Chile)
Acero conformado	Manual
Acero laminado	Manual
Tensiones sobre el terreno	Manual
Desplazamientos	Manual

5.3. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

5.3.1. Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

5.3.2. Situaciones sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_A A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Donde:

- G_k Acción permanente
- Q_k Acción variable
- A_E Acción sísmica
- g_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- $g_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $g_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
($i > 1$) para situaciones no sísmicas
($i \geq 1$) para situaciones sísmicas
- g_A Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

ANEJO 12: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE LIMPIEZA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

E.L.U. de rotura. Hormigón: ACI 318-99 (Chile)

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: ACI 318-99 (Chile)

Situación 1		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,70
Viento (Q)		
Nieve (Q)		1,70
Sismo (A)		

Situación 2		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1,05	1,05
Sobrecarga (Q)		1,27
Viento (Q)	1,27	1,27
Nieve (Q)		1,27
Sismo (A)		

Situación 3		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	0,90
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	1,30	1,30
Nieve (Q)		
Sismo (A)		

Situación 4		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,40
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Sismo (A)	-1,40	1,40

Acero conformado: NCh427

Acero laminado: NCh427

Tensiones sobre el terreno

Desplazamientos

Situación 1		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,70
Viento (Q)		
Nieve (Q)		1,70
Sismo (A)		

Situación 2		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1,05	1,05
Sobrecarga (Q)		1,27
Viento (Q)	1,27	1,27
Nieve (Q)		1,27
Sismo (A)		

Situación 3		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	0,90
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	1,30	1,30
Nieve (Q)		
Sismo (A)		

Situación 4		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,40
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Sismo (A)	-1,40	1,40

5.4. Combinaciones

Nombres de las hipótesis

G	Carga permanente
Q	Sobrecarga de uso
V1(0°)	0 grados. Presión exterior tipo 1
V2(0°)	0 grados. Presión exterior tipo 2
V1(180°)	180 grados. Presión exterior tipo 1
V2(180°)	180 grados. Presión exterior tipo 2
V(90°)	90 grados
V(270°)	270 grados
SX	Sismo X
SY	Sismo Y
N	Hipótesis de nieve genérica

E.L.U. de rotura. Hormigón: ACI 318-99 (Chile)

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: ACI 318-99 (Chile)

Comb.	G	Q	V1(0°)	V2(0°)	V1(180°)	V2(180°)	V(90°)	V(270°)	SX	SY	N
1	0,900										
2	1,400										
3	0,900	1,700									
4	1,400	1,700									
5	0,900										1,700
6	1,400										1,700
7	0,900	1,700									1,700
8	1,400	1,700									1,700
9	1,050		1,275								
10	1,050	1,275	1,275								
11	1,050			1,275							
12	1,050	1,275		1,275							
13	1,050				1,275						
14	1,050	1,275			1,275						
15	1,050					1,275					
16	1,050	1,275				1,275					
17	1,050						1,275				
18	1,050	1,275					1,275				
19	1,050							1,275			
20	1,050	1,275						1,275			
21	1,050		1,275								1,275
22	1,050	1,275	1,275								1,275
23	1,050			1,275							1,275
24	1,050	1,275		1,275							1,275
25	1,050				1,275						1,275
26	1,050	1,275			1,275						1,275
27	1,050					1,275					1,275
28	1,050	1,275				1,275					1,275
29	1,050						1,275				1,275
30	1,050	1,275					1,275				1,275

ANEJO 12: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE LIMPIEZA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

31	1,050							1,275			1,275
32	1,050	1,275						1,275			1,275
33	0,900		1,300								
34	0,900			1,300							
35	0,900				1,300						
36	0,900					1,300					
37	0,900						1,300				
38	0,900							1,300			
39	0,900								-1,400		
40	1,400								-1,400		
41	0,900	1,400							-1,400		
42	1,400	1,400							-1,400		
43	0,900								1,400		
44	1,400								1,400		
45	0,900	1,400							1,400		
46	1,400	1,400							1,400		
47	0,900									-1,400	
48	1,400									-1,400	
49	0,900	1,400								-1,400	
50	1,400	1,400								-1,400	
51	0,900									1,400	
52	1,400									1,400	
53	0,900	1,400								1,400	
54	1,400	1,400								1,400	

Acero conformado: NCh427

Acero laminado: NCh427

Tensiones sobre el terreno

Desplazamientos

Comb.	G	Q	V1(0°)	V2(0°)	V1(180°)	V2(180°)	V(90°)	V(270°)	SX	SY	N
1	0,900										
2	1,400										
3	0,900	1,700									
4	1,400	1,700									
5	0,900										1,700
6	1,400										1,700
7	0,900	1,700									1,700
8	1,400	1,700									1,700
9	1,050		1,275								
10	1,050	1,275	1,275								
11	1,050			1,275							
12	1,050	1,275		1,275							
13	1,050				1,275						
14	1,050	1,275			1,275						
15	1,050					1,275					
16	1,050	1,275				1,275					
17	1,050						1,275				
18	1,050	1,275					1,275				
19	1,050							1,275			
20	1,050	1,275						1,275			
21	1,050		1,275								1,275

ANEJO 12: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE LIMPIEZA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

22	1,050	1,275	1,275							1,275
23	1,050			1,275						1,275
24	1,050	1,275		1,275						1,275
25	1,050				1,275					1,275
26	1,050	1,275			1,275					1,275
27	1,050					1,275				1,275
28	1,050	1,275				1,275				1,275
29	1,050						1,275			1,275
30	1,050	1,275					1,275			1,275
31	1,050							1,275		1,275
32	1,050	1,275						1,275		1,275
33	0,900		1,300							
34	0,900			1,300						
35	0,900				1,300					
36	0,900					1,300				
37	0,900						1,300			
38	0,900							1,300		
39	0,900								-1,400	
40	1,400								-1,400	
41	0,900	1,400							-1,400	
42	1,400	1,400							-1,400	
43	0,900								1,400	
44	1,400								1,400	
45	0,900	1,400							1,400	
46	1,400	1,400							1,400	
47	0,900									-1,400
48	1,400									-1,400
49	0,900	1,400								-1,400
50	1,400	1,400								-1,400
51	0,900									1,400
52	1,400									1,400
53	0,900	1,400								1,400
54	1,400	1,400								1,400

5.5. Sismo dinámico

5.5.1. Datos generales de sismo

Norma Chilena Oficial
Diseño Sísmico de Edificios

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden
Acción sísmica según X
Acción sísmica según Y

Pañaflor (Región METROPOLITANA) Zona 2
Aceleración efectiva $A_0 = 0.30 \text{ g}$
Tipo de suelo: Tipo II
Tipo de edificación: Categoría D: $\gamma = 0.6$

Número de modos: 15

Factor de modificación de la respuesta: 7.00

5.5.2. Coeficientes de participación

	T	Lx	Ly	Mx	My	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	0.416	1	0.0027	0.53 %	0 %	R = 5.43 A = 0.743 m/s ² D = 3.24748 mm	R = 5.16 A = 0.781 m/s ² D = 3.41401 mm
Modo 2	0.387	0.9941	0.1085	0.76 %	0.03 %	R = 5.43 A = 0.784 m/s ² D = 2.96772 mm	R = 5.16 A = 0.824 m/s ² D = 3.11991 mm
Modo 3	0.361	1	0.001	30.58 %	0.04 %	R = 5.43 A = 0.817 m/s ² D = 2.69623 mm	R = 5.16 A = 0.859 m/s ² D = 2.83449 mm
Modo 4	0.308	0.9955	0.0946	10.96 %	0.33 %	R = 5.43 A = 0.885 m/s ² D = 2.12373 mm	R = 5.16 A = 0.93 m/s ² D = 2.23263 mm
Modo 5	0.307	1	0.0006	25.58 %	0.07 %	R = 5.43 A = 0.886 m/s ² D = 2.11586 mm	R = 5.16 A = 0.931 m/s ² D = 2.22436 mm
Modo 6	0.308	0.9974	0.072	1.7 %	0.04 %	R = 5.43 A = 0.885 m/s ² D = 2.12423 mm	R = 5.16 A = 0.93 m/s ² D = 2.23316 mm
Modo 7	0.302	1	0.0017	21.84 %	0.02 %	R = 5.43 A = 0.892 m/s ² D = 2.0663 mm	R = 5.16 A = 0.938 m/s ² D = 2.17227 mm
Modo 8	0.217	0.6492	0.7606	1.77 %	0.06 %	R = 5.43 A = 0.89 m/s ² D = 1.06588 mm	R = 5.16 A = 0.936 m/s ² D = 1.12054 mm
Modo 9	0.198	0.9928	0.1196	1.94 %	0.17 %	R = 5.43 A = 0.863 m/s ² D = 0.85664 mm	R = 5.16 A = 0.907 m/s ² D = 0.90057 mm
Modo 10	0.16	0.9634	0.268	0.53 %	0.1 %	R = 5.43 A = 0.778 m/s ² D = 0.50526 mm	R = 5.16 A = 0.818 m/s ² D = 0.53117 mm
Modo 11	0.137	0.9989	0.046	0.03 %	0 %	R = 5.43 A = 0.71 m/s ² D = 0.33861 mm	R = 5.16 A = 0.747 m/s ² D = 0.35598 mm
Modo 12	0.131	0.7368	0.6761	0.02 %	0 %	R = 5.43 A = 0.691 m/s ² D = 0.30056 mm	R = 5.16 A = 0.726 m/s ² D = 0.31597 mm
Modo 13	0.126	0.7151	0.699	1.33 %	0 %	R = 5.43 A = 0.675 m/s ² D = 0.27217 mm	R = 5.16 A = 0.709 m/s ² D = 0.28613 mm
Modo 14	0.1	0.331	0.9436	0.63 %	0 %	R = 5.43 A = 0.584 m/s ² D = 0.14685 mm	R = 5.16 A = 0.614 m/s ² D = 0.15438 mm
Modo 15	0.099	0.8404	0.542	0.53 %	0 %	R = 5.43 A = 0.583 m/s ²	R = 5.16 A = 0.613 m/s ²

ANEJO 12: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE LIMPIEZA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

							D = 0.14517 mm	D = 0.15262 mm
--	--	--	--	--	--	--	----------------	----------------

- T = Periodo de vibración en segundos.
- Lx, Ly = Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.
- Mx, My = Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.
- R = Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.
- A = Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.
- D = Coeficiente del modo, equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

	Masa total desplazada
Masa X	98,73%
Masa Y	0.85%

6. Cálculos pórtico

En la siguiente figura podemos apreciar el diseño del pórtico de los túneles de descomposición y los tipos de perfiles que lo configuran:

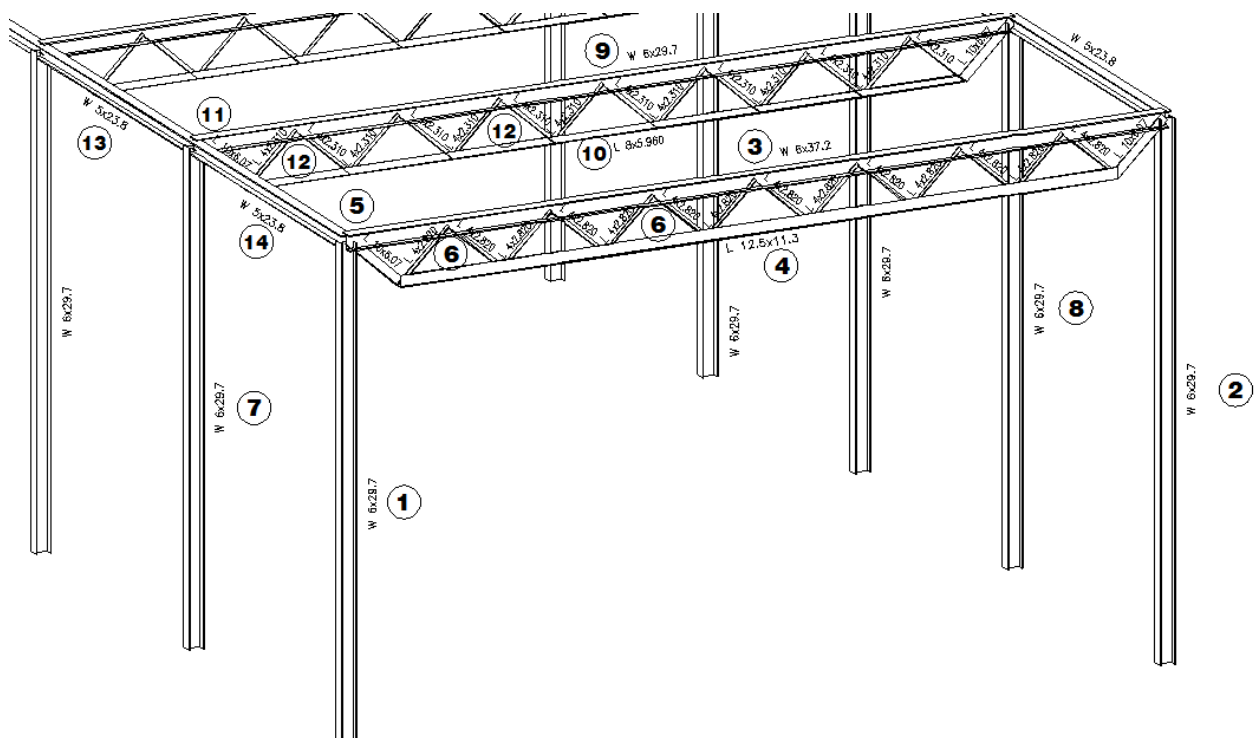


Fig 2. Esquema de la estructura metálica de la nave de limpieza.

Los cálculos expuestos a continuación consisten en los obtenidos para el pórtico frontal y el segundo de un extremo de la estructura metálica de la nave de limpieza. Estos son representativos de los otros elementos de la estructura metálica.

El cordón inferior de la celosía será arriostrada mediante tirantes en forma de cruz de San Andrés cada 2,45 m.

6.1. Geometría

Materiales utilizados

Referencias:

- E: Módulo de elasticidad
- G: Módulo de cortadura
- σ_e : Límite elástico
- $\alpha \cdot t$: Coeficiente de dilatación
- γ : peso específico

Materiales utilizados					
Material	E (GPa)	G (GPa)	σ_e (GPa)	$\alpha \cdot t$ (m/m°C)	γ (kN/m³)
Acero (A42-27ES)	206,01	79,23	0,26	1.2e-005	77,01

6.1.1. Descripción

Referencias:

- Ni: Nudo inicial
- Nf: Nudo final
- β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
- β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
- $Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
- $Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

Descripción								
Numeración	Barra (Ni/Nf)	Material	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
1	N77/N78	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7 (W)	5.00	0.00	1.04	5.00	-
2	N79/N80	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7 (W)	5.43	0.00	1.04	-	5.43
3	N78/N80	Acero (A42-27ES)	W 6x37.2 (W)	1.06	1.00	1.00	1.06	1.06
4	N81/N82	Acero (A42-27ES)	L 12.5x11.3 (ANGULOS ALAS IGUALES)	1.06	2.30	1.00	1.06	1.06
5	N81/N78	Acero (A42-27ES)	L 10x6.07 (ANGULOS ALAS IGUALES)	0.73	8.00	1.00	0.73	0.73
6	N88/N89	Acero (A42-27ES)	L 4x2.820 (ANGULOS ALAS IGUALES)	0.73	1.00	1.00	0.73	0.73
7	N58/N59	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7 (W)	5.00	0.00	1.04	5.00	-

ANEJO 12: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE LIMPIEZA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

8	N60/N61	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7 (W)	5.43	0.00	1.04	-	5.43
9	N59/N61	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7 (W)	1.06	1.00	1.00	1.06	1.06
10	N62/N63	Acero (A42-27ES)	L 8x5.960 (ANGULOS ALAS IGUALES)	1.06	2.30	1.00	1.06	1.06
11	N62/N59	Acero (A42-27ES)	L 10x6.07 (ANGULOS ALAS IGUALES)	0.73	8.00	1.00	0.73	0.73
12	N71/N72	Acero (A42-27ES)	L 4x2.310 (ANGULOS ALAS IGUALES)	0.73	1.00	1.00	0.73	0.73
13	N40/N59	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	4.00	0.00	0.00	-	-
14	N61/N80	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	4.00	0.00	0.00	-	-

6.1.2. Características mecánicas

Referencias:

- A: Sección
- Iyy: Inercia flexión Iyy
- Izz: Inercia flexión Izz
- Ixx: Inercia torsión

Tipos de pieza	
Tipo	Piezas
1	N77/N78, N79/N80, N58/N59, N60/N61 y N59/N61
2	N78/N80
3	N81/N82
4	N81/N78 y N62/N59
5	N88/N89
6	N62/N63
7	N71/N72
8	N40/N59 y N61/N80

Características mecánicas						
Tipo	Material	Descripción	A (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	Ixx (cm ⁴)
1	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7, Perfil simple, (W)	37.90	1720.00	553.00	12.60
2	Acero (A42-27ES)	W 6x37.2, Perfil simple, (W)	47.30	2220.00	710.00	24.60
3	Acero (A42-27ES)	L 12.5x11.3, Perfil simple, (ANGULOS ALAS IGUALES)	14.40	224.51	224.51	1.73
4	Acero (A42-27ES)	L 10x6.07, Perfil simple, (ANGULOS ALAS IGUALES)	7.73	77.74	77.74	0.41
5	Acero (A42-27ES)	L 4x2.820, Perfil simple, (ANGULOS ALAS IGUALES)	3.59	5.30	5.30	0.30
6	Acero (A42-27ES)	L 8x5.960, Perfil simple, (ANGULOS ALAS IGUALES)	7.59	47.77	47.77	0.63
7	Acero (A42-27ES)	L 4x2.310, Perfil simple, (ANGULOS ALAS IGUALES)	2.93	4.45	4.45	0.16
8	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8, Perfil simple, (W)	30.40	892.00	312.00	9.73

Nota: Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

6.2. Tabla de medición

Referencias:

- Ni: Nudo inicial
- Nf: Nudo final

Tabla de medición						
Numeración	Pieza (Ni/Nf)	Material	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kp)
1	N77/N78	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7 (W)	5.00	0.019	148.76
2	N79/N80	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7 (W)	5.43	0.021	161.55
3	N78/N80	Acero (A42-27ES)	W 6x37.2 (W)	8.51	0.040	316.01
4	N81/N82	Acero (A42-27ES)	L 12.5x11.3 (ANGULOS ALAS IGUALES)	7.45	0.011	84.20
5	N81/N78	Acero (A42-27ES)	L 10x6.07 (ANGULOS ALAS IGUALES)	0.73	0.001	4.43
6	N88/N89	Acero (A42-27ES)	L 4x2.820 (ANGULOS ALAS IGUALES)	0.73	0.000	2.05
7	N58/N59	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7 (W)	5.00	0.019	148.76
8	N60/N61	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7 (W)	5.43	0.021	161.55
9	N59/N61	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7 (W)	8.51	0.032	253.21
10	N62/N63	Acero (A42-27ES)	L 8x5.960 (ANGULOS ALAS IGUALES)	7.45	0.006	44.34
11	N62/N59	Acero (A42-27ES)	L 10x6.07 (ANGULOS ALAS IGUALES)	0.73	0.001	4.43
12	N71/N72	Acero (A42-27ES)	L 4x2.310 (ANGULOS ALAS IGUALES)	0.73	0.000	1.68
13	N40/N59	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	4.00	0.012	95.46
14	N77/N78	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7 (W)	5.00	0.019	148.76

6.3. Resultados

6.3.1. Esfuerzos

Referencias:

- N: Esfuerzo axil (kN)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
- Mt: Momento torsor (kN·m)
- My: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)
-

6.3.2. Resistencia

Referencias:

- N: Esfuerzo axil (kN)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
- Mt: Momento torsor (kN·m)
- My: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100\%$.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N(kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N77/N78	67.53	0.000	-0.657	12.344	4.383	-0.006	3.976	11.161	GV	Cumple
N79/N80	79.90	0.000	-0.713	13.267	-4.951	0.005	-4.937	12.915	GV	Cumple
N87/N89	11.63	0.887	-12.530	-0.213	0.707	-0.048	1.723	1.848	GV	Cumple
N88/N90	48.47	0.000	-16.289	0.094	-0.141	0.000	-1.120	1.724	GV	Cumple
N81/N78	73.41	0.730	-6.227	-1.434	0.941	0.003	-0.659	0.953	GV	Cumple
N88/N89	13.31	0.365	-2.219	0.000	0.000	0.000	0.001	0.023	GV	Cumple
N58/N59	26.18	5.000	0.766	-0.206	-8.806	0.000	9.841	0.688	GV	Cumple
N60/N61	29.11	0.000	-0.713	-0.209	-10.414	0.000	-10.792	-0.378	GV	Cumple
N70/N72	18.03	0.532	-27.318	0.000	0.298	0.000	5.020	0.000	G	Cumple
N73/N75	59.23	0.355	58.233	0.000	-0.007	0.000	0.068	0.000	G	Cumple
N62/N59	46.46	0.730	-12.080	0.000	0.402	0.000	-0.229	0.000	GV	Cumple
N71/N72	9.16	0.365	4.040	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	G	Cumple
N40/N59	8.06	4.000	0.000	-0.138	0.999	0.000	-1.689	0.375	GV	Cumple
N61/N80	33.17	4.000	0.000	-0.488	-2.032	0.003	7.140	1.472	GV	Cumple

6.3.3. Flechas

Referencias:

ANEJO 12: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE LIMPIEZA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
- L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N77/N78	2.750	9.04	2.750	1.45	2.750	15.49	2.750	2.57
	2.750	L/553.4	2.750	L/(>1000)	2.750	L/556.4	2.500	L/(>1000)
N79/N80	2.986	12.12	2.986	2.05	2.986	20.78	2.986	3.70
	2.986	L/448.2	2.986	L/(>1000)	2.986	L/448.7	2.715	L/(>1000)
N78/N80	4.255	28.06	4.255	3.60	4.255	56.00	4.255	4.92
	4.255	L/303.3	4.255	L/(>1000)	4.255	L/303.6	4.255	L/(>1000)
N81/N82	3.546	21.13	3.724	2.96	3.546	39.12	3.724	4.08
	3.546	L/352.4	3.724	L/(>1000)	3.546	L/357.0	3.724	L/(>1000)
N81/N78	0.365	0.18	0.365	0.04	0.365	0.30	0.365	0.08
	0.365	L/(>1000)	0.365	L/(>1000)	0.365	L/(>1000)	0.365	L/(>1000)
N88/N89	0.365	0.21	0.365	0.14	0.365	0.39	0.365	0.25
	0.365	L/(>1000)	0.365	L/(>1000)	0.365	L/(>1000)	0.365	L/(>1000)
N58/N59	3.438	0.57	2.813	2.99	3.438	0.98	2.813	5.70
	3.438	L/(>1000)	2.813	L/(>1000)	3.438	L/(>1000)	3.125	L/(>1000)
N60/N61	3.733	0.72	3.054	3.95	3.733	1.25	3.054	7.80
	3.733	L/(>1000)	3.054	L/(>1000)	3.733	L/(>1000)	3.054	L/(>1000)
N59/N61	4.255	20.13	4.255	9.82	4.255	40.25	4.255	14.71
	4.255	L/422.8	4.255	L/866.5	4.255	L/422.9	4.078	L/924.2
N62/N63	3.724	31.38	3.724	8.03	3.724	58.94	3.724	12.00
	0.355	L/56.7	3.724	L/927.0	0.355	L/56.7	3.724	L/980.6
N62/N59	0.365	0.07	0.365	0.11	0.365	0.12	0.365	0.19
	0.365	L/(>1000)	0.365	L/(>1000)	0.365	L/(>1000)	0.365	L/(>1000)
N71/N72	0.365	0.01	0.365	0.02	0.365	0.00	0.365	0.01
	0.365	L/(>1000)	0.365	L/(>1000)	0.365	L/(>1000)	0.365	L/(>1000)
N2/N78	1.500	5.17	1.500	2.64	1.500	10.33	1.500	4.33
	15.250	L/214.0	1.500	L/(>1000)	15.250	L/214.0	1.500	L/(>1000)
N4/N80	1.500	5.19	14.500	3.06	1.500	10.38	14.500	5.04
	1.500	L/410.9	14.500	L/(>1000)	1.500	L/411.0	14.500	L/(>1000)

6.4. Resumen de medición estructura metálica

A continuación se presenta la tabla resumen de medición de toda la estructura metálica que conforma la nave de limpieza. Como ya se ha especificado con anterioridad el acero estructural utilizado será Acero (A42-27ES).

Descripción		Longitud			Volumen			Peso		
Perfil	Serie	Perfil	Serie	Material	Perfil	Serie	Material	Perfil	Serie	Material
		(m)	(m)	(m)	(m³)	(m³)	(m³)	(kp)	(kp)	(kp)

ANEJO 12: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE LIMPIEZA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

W 6x29.7, Perfil simple W 6x37.2, Perfil simple W 5x23.8, Perfil simple	W	77.68			0.294		2311.17			
		17.02			0.081		632.03			
		32.00			0.097		763.65			
			126.70			0.472			3706.85	
				126.70			0.472			3706.85
L 8x5.960, Perfil simple L 10x6.07, Perfil simple L 4x2.310, Perfil simple L 12.5x11.3, Perfil simple L 4x2.820, Perfil simple	ANGULOS ALAS IGUALES	22.34			0.017		133.03			
		7.30			0.006		44.32			
		30.66			0.009		70.63			
		14.89			0.021		168.39			
		20.44			0.007		57.53			
			95.64			0.060			473.91	
		95.64			0.060			473.91		
TOTALES			222.34			0.533			4180.76	

7. Placas de anclaje

7.1. Descripción

Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N1,N3,N77,N79	Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 15 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: 2(100x0x5.0) Paralelos Y: -	6Ø15.87 mm L=60 cm Gancho a 180 grados
N20,N22,N39, N41,N58,N60	Ancho X: 400 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 15 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 1(100x0x5.0)	4Ø19.05 mm L=55 cm Gancho a 180 grados

7.2. Medición placas de anclaje

Pilares	Acero	Peso kp	Totales kp
N1, N3, N77, N79	A42-27ES	4 x 16.40	
N20,N22,N39,N41,N58,N60	A42-27ES	6 x 19.40	
			181.99
Totales			181.99

7.3. Medición pernos placas de anclaje

Pilares	Pernos	Acero	Longitud m	Peso kp	Totales m	Totales kp
---------	--------	-------	------------	---------	-----------	------------

ANEJO 12: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE LIMPIEZA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

N1, N3, N77, N79	24Ø15.87 mm L=83 cm	A-307 (liso)	24 x 0.83	24 x 1.29		
N20,N22,N39, N41,N58,N60	24Ø19.05 mm L=82 cm	A-307 (liso)	24 x 0.82	24 x 1.84		
					39.69	75.14
Totales					39.69	75.14

7.4. Comprobación de las placas de anclaje

Como modo de ejemplo se ha introducido la comprobación de una de las placas de anclaje:

Referencia: N1

- Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 15 mm
- Pernos: 6Ø15.87 mm L=60 cm Gancho a 180 grados
- Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada
- Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x0x5.0) Paralelos Y: -

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 23 mm Calculado: 135 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 31 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: Paralelos a X:	Máximo: 50 Calculado: 48.6	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
Tracción:	Máximo: 41.54 kN Calculado: 28.25 kN	Cumple
Cortante:	Máximo: 29.08 kN Calculado: 2.2 kN	Cumple
Tracción + Cortante:	Máximo: 41.54 kN Calculado: 31.39 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 40.14 kN Calculado: 28.25 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 202.74 MPa Calculado: 144.261 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 63.05 kN Calculado: 2.2 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 176.58 MPa	
Derecha:	Calculado: 79.8596 MPa	Cumple
Izquierda:	Calculado: 114.471 MPa	Cumple
Arriba:	Calculado: 162.005 MPa	Cumple
Abajo:	Calculado: 163.489 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
Derecha:	Calculado: 11564.6	Cumple
Izquierda:	Calculado: 7488.59	Cumple
Arriba:	Calculado: 732.62	Cumple
Abajo:	Calculado: 923.41	Cumple

ANEJO 12: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE LIMPIEZA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Tensión de Von Mises local:	Máximo: 176.58 MPa	
Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo	Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

En el *Plano 22.5* se puede apreciar los detalles y ubicaciones de cada una de las placas de anclaje anteriormente descritas.

8. Cimentaciones

En el *Plano 13.1* se aprecian las distribuciones de las cimentaciones conjuntamente con las redes de saneamiento.

8.1. Elementos de cimentación aislados

8.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N1 y N77	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 72.5 cm Ancho inicial Y: 72.5 cm Ancho final X: 72.5 cm Ancho final Y: 72.5 cm Ancho zapata X: 145.0 cm Ancho zapata Y: 145.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 5Ø22 c/ 26 Sup Y: 5Ø22 c/ 26 Inf X: 5Ø22 c/ 26 Inf Y: 5Ø22 c/ 26
N3 y N79	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 77.5 cm Ancho inicial Y: 77.5 cm Ancho final X: 77.5 cm Ancho final Y: 77.5 cm Ancho zapata X: 155.0 cm Ancho zapata Y: 155.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 6Ø22 c/ 26 Sup Y: 6Ø22 c/ 26 Inf X: 6Ø22 c/ 26 Inf Y: 6Ø22 c/ 26
N20, N39 y N58	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 65.0 cm Ancho inicial Y: 65.0 cm Ancho final X: 65.0 cm Ancho final Y: 65.0 cm Ancho zapata X: 130.0 cm Ancho zapata Y: 130.0 cm Canto: 75.0 cm	Sup X: 5Ø22 c/ 28 Sup Y: 5Ø22 c/ 28 Inf X: 5Ø22 c/ 28 Inf Y: 5Ø22 c/ 28

ANEJO 12: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE LIMPIEZA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

N22, N41 y N60	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 70.0 cm Ancho inicial Y: 70.0 cm Ancho final X: 70.0 cm Ancho final Y: 70.0 cm Ancho zapata X: 140.0 cm Ancho zapata Y: 140.0 cm Canto: 75.0 cm	Sup X: 5Ø22 c/ 28 Sup Y: 5Ø22 c/ 28 Inf X: 5Ø22 c/ 28 Inf Y: 5Ø22 c/ 28
----------------	---	--

8.1.2. Medición

Referencias: N1 y N77		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø22	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	5x2.03	10.15
	Peso (kg)	5x6.06	30.29
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	5x2.03	10.15
	Peso (kg)	5x6.06	30.29
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	5x2.03	10.15
	Peso (kg)	5x6.06	30.29
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	5x2.03	10.15
	Peso (kg)	5x6.06	30.29
Totales	Longitud (m)	40.60	
	Peso (kg)	121.16	121.16
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	46.69	
	Peso (kg)	139.33	139.33

Referencias: N3 y N79		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø22	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x2.13	12.78
	Peso (kg)	6x6.36	38.14
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x2.13	12.78
	Peso (kg)	6x6.36	38.14
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	6x2.13	12.78
	Peso (kg)	6x6.36	38.14
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	6x2.13	12.78
	Peso (kg)	6x6.36	38.14
Totales	Longitud (m)	51.12	
	Peso (kg)	152.56	152.56
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	58.79	
	Peso (kg)	175.44	175.44

Referencias: N20, N39 y N58		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø22	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	5x1.90	9.50
	Peso (kg)	5x5.67	28.35
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.89	9.45
	Peso (kg)	5x5.64	28.20

ANEJO 12: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE LIMPIEZA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	5x1.90	9.50
	Peso (kg)	5x5.67	28.35
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.89	9.45
	Peso (kg)	5x5.64	28.20
Totales	Longitud (m)	37.90	
	Peso (kg)	113.10	113.10
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	43.58	
	Peso (kg)	130.07	130.07

Referencias: N22, N41 y N60		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø22	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	5x1.98	9.90
	Peso (kg)	5x5.91	29.54
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.98	9.90
	Peso (kg)	5x5.91	29.54
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	5x1.98	9.90
	Peso (kg)	5x5.91	29.54
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.98	9.90
	Peso (kg)	5x5.91	29.54
Totales	Longitud (m)	39.60	
	Peso (kg)	118.16	118.16
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	45.54	
	Peso (kg)	135.88	135.88

8.1.3. Resumen de Medición

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)			
Elemento	A-63-42H (kg)	Hormigón (m³)	
	Ø22	H25	Limpieza
Referencias: N1 y N77	2x139.33	2x1.68	2x0.21
Referencias: N3 y N79	2x175.44	2x1.92	2x0.24
Referencias: N20, N39 y N58	3x130.07	3x1.27	3x0.17
Referencias: N22, N41 y N60	3x135.88	3x1.47	3x0.20
Totales	1427.39	15.42	2.00

8.1.4. Comprobación

Como modo de ejemplo se ha introducido la comprobación de una de las cimentaciones:

Referencia: N1

- Dimensiones: 145 x 145 x 80
- Armados: Xi:Ø22 c/ 26 Yi:Ø22 c/ 26 Xs:Ø22 c/ 26 Ys:Ø22 c/ 26

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa	

ANEJO 12: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE LIMPIEZA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Tensión media en situaciones accidentales (sismo):	Calculado: 0.0583695 MPa Máximo: 0.2943 MPa	Cumple
Tensión máxima acc. gravitatorias:	Calculado: 0.0278604 MPa Máximo: 0.24525 MPa	Cumple
Tensión máxima con acc. de viento:	Calculado: 0.0321768 MPa Máximo: 0.24525 MPa	Cumple
Tensión máxima con acc. sísmicas:	Calculado: 0.159118 MPa Máximo: 0.367875 MPa Calculado: 0.0309015 MPa	Cumple
Flexión en la zapata:		
En dirección X:	Momento: 11.69 kN·m	Cumple
En dirección Y:	Momento: 4.25 kN·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
En dirección X:	Reserva seguridad: 30.2 %	Cumple
En dirección Y:	Reserva seguridad: 190.0 %	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:	Máximo: 5886 kN/m ²	
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 1.0791 kN/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Canto mínimo:	Mínimo: 15 cm	
<i>Capítulo 15.7 (norma ACI-CHILE 318-95)</i>	Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 65 cm	
N1:	Calculado: 71 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Capítulo 7.12 (norma ACI-CHILE 318-95)</i>	Mínimo: 0.0018	
Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 10 mm	
Parrilla inferior:	Calculado: 22 mm	Cumple
Parrilla superior:	Calculado: 22 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 cm	
Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:		
<i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
	Mínimo: 10 cm	
Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud de anclaje:		
<i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de</i>	Mínimo: 35 cm	

ANEJO 12: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE LIMPIEZA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

<i>cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 35 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 35 cm	
Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 35 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Todas las cimentaciones cumplen con las comprobaciones anteriormente descritas. En los Planos 22 se puede apreciar los detalles y ubicaciones de cada una de las cimentaciones de la estructura de la nave de limpieza.

9.1. Vigas

9.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
C [N3-N22], C [N22-N41], C [N41-N60], C [N60-N79], C [N1-N20], C [N20-N39], C [N39-N58] y C [N58-N77]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø16 Inferior: 2 Ø16 Estribos: 1xØ10 c/ 20

9.1.2. Medición

Referencias: C [N3-N22], C [N22-N41], C [N41-N60], C [N60-N79], C [N1-N20], C [N20-N39], C [N39-N58] y C [N58-N77]		A-63-42H		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø16	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x4.60	9.20
	Peso (kg)		2x7.26	14.52
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x4.60	9.20
	Peso (kg)		2x7.26	14.52
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	14x1.36		19.04

ANEJO 12: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE LIMPIEZA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

	Peso (kg)	14x0.84		11.74
Totales	Longitud (m)	19.04	18.40	
	Peso (kg)	11.74	29.04	40.78
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	21.90	21.16	
	Peso (kg)	13.50	33.40	46.90

Referencias: C [N97-N95], C [N95-N93], C [N93-N91], C [N91-N89], C [N89-N87], C [N87-N85], C [N1-N3], C [N3-N5], C [N5-N7], C [N7-N9], C [N9-N11] y C [N11-N13]		A-63-42H		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø16	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6.75	13.50
	Peso (kg)		2x10.65	21.31
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6.75	13.50
	Peso (kg)		2x10.65	21.31
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	24x1.36		32.64
	Peso (kg)	24x0.84		20.12
Totales	Longitud (m)	32.64	27.00	
	Peso (kg)	20.12	42.62	62.74
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	35.90	29.70	
	Peso (kg)	22.13	46.88	69.01

9.1.3. Resumen de Medición

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)					
Elemento	A-63-42H (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø10	Ø16	Total	H25	Limpieza
Referencias: C [N97-N95], C [N95-N93], C [N93-N91], C [N91-N89], C [N89-N87], C [N87-N85], C [N1-N3], C [N3-N5], C [N5-N7], C [N7-N9], C [N9-N11] y C [N11-N13]	8x33.40	375.20	8x0.40	8x0.10	8x33.40
Totales	108.00	267.20	375.20	3.23	0.81

9.1.4. Comprobación

Como modo de ejemplo se ha introducido la comprobación de una de las vigas:

Referencia: C.1 [N3-N22] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2 Ø16
- Armadura inferior: 2 Ø16
- Estribos: 1xØ10 c/ 20

ANEJO 12: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE LIMPIEZA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 21.8.3.2 (pag.503).</i>	Mínimo: 12.6 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 21.8.3.2 (pag.503).</i>	Mínimo: 12.6 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 8 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 7.6 (norma ACI-Chile)</i>	Mínimo: 4 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 7.6 (norma ACI-Chile)</i>	Mínimo: 4 cm	
Armadura superior:	Calculado: 24.8 cm	Cumple
Armadura inferior:	Calculado: 24.8 cm	Cumple
Separación máxima estribos: Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 21.8.3.2 (pag.503).</i>	Máximo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 10.5 (norma ACI-Chile)</i>	Máximo: 50 cm	
Armadura superior:	Calculado: 24.8 cm	Cumple
Armadura inferior:	Calculado: 24.8 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Todas las vigas cumplen con las comprobaciones anteriormente descritas. En los *Planos 22* se puede apreciar los detalles y ubicaciones de cada una de las cimentaciones de la estructura de la nave de limpieza.

Índice

1. Objeto	3
2. Normativa	3
3. Nave equipo de bombeo y lavador de gases	4
4. Correas	5
4.1. Datos de la obra	5
4.2. Acciones	5
4.2.1. Datos de viento	5
4.2.2. Datos de nieve	6
4.3. Aceros en perfiles	6
4.4. Datos de los pórticos	6
4.5. Datos de las correas en cubierta	6
4.6. Medición de correas	7
4.7. Cargas en barras	7
4.7.1. Pórticos extremos	7
4.7.2. Pórticos intermedios	7
5. Datos de los pórticos	8
5.1. Normas consideradas	8
5.2. Estados límite	8
5.3. Situaciones de proyecto	9
5.3.1. Situaciones no sísmicas	9
5.3.2. Situaciones sísmicas	9
5.4. Combinaciones	12
5.5. Sismo dinámico	14
5.5.1. Datos generales de sismo	14
5.5.2. Coeficientes de participación	15
6. Cálculos pórtico	15
6.1. Geometría	16
6.1.1. Descripción	17
6.1.2. Características mecánicas	17
6.2. Tabla de medición	18
6.3. Resultados	18

ANEJO 13: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE BOMBEO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

6.3.1.	Esfuerzos	18
6.3.2.	Resistencia.....	19
6.3.3.	Flechas.....	20
6.4.	Resumen de medición estructura metálica	20
7.	<i>Placas de anclaje</i>	21
7.1.	Descripción.....	21
7.2.	Medición placas de anclaje.....	21
7.3.	Medición pernos placas de anclaje	21
7.4.	Comprobación de las placas de anclaje	21
8.	<i>Cimentaciones</i>	23
8.1.	Elementos de cimentación aislados	23
8.1.1.	Descripción	23
8.1.2.	Medición	24
8.1.3.	Resumen de Medición.....	25
8.1.4.	Comprobación	25
9.1.	Vigas	27
9.1.1.	Descripción	27
9.1.2.	Medición	27
9.1.3.	Resumen de Medición.....	28
9.1.4.	Comprobación	28

1. Objeto

En este anejo se describen los cálculos, las características constructivas y las medidas de la nave de la nave donde se ubicará el equipo de bombeo y el lavador de gases.

Los cálculos se han realizado mediante las aplicaciones 'Nuevo Metal 3D' y 'Generador de Pórticos' del programa CYPE Ingenieros. Ajustando los parámetros a la normativa Chilena actual.

2. Normativa

Los elementos a diseñar y construir deberán cumplir con los requerimientos de las Normas y Reglamentos que sean aplicables, utilizando la última versión de cada uno de ellos. En particular serán aplicables:

- NCh 428. Of 57. Ejecución de construcciones de acero.
- NCh 427. Especificaciones para el cálculo de estructuras de acero para edificios.
- NCh 203. Acero para uso estructural – Requisitos.
- NCh 206. Acero laminado en barras para pernos corrientes.
- NCh 207. Acero laminado en barras para remaches estructurales.
- NCh 208. Acero laminado en barras para tuercas corrientes.
- NCh 215. Planchas gruesas de acero al carbono para tubos soldados el arco eléctrico.
- NCh 217. Acero – Mallas de alta resistencia para hormigón armado – Especificaciones.
- NCh 300. Elementos de fijación – Pernos, tuercas, tornillos y accesorios – Terminología y designación.
- NCh 301. Pernos de acero con cabeza y tuerca hexagonales.
- NCh 302. Pernos de acero, de cabeza redonda, con cuello cuadrado y tuerca cuadrado.
- NCh 308. Examen de soldadores que trabajan con arco eléctrico.
- NCh 428. Ejecución de construcciones de acero.
- NCh 431. Construcción – Sobrecargas de nieve.
- NCh 432. Cálculo de acción del viento sobre construcciones.
- NCh 433. Diseño sísmico de edificios.
- NCh 1185. Rosa ISO – Perfil básico – Dimensiones métricas.
- ICHA. Manual de Estructuras de Acero para Edificios. 2ª Edición.
- ASTM A242. High-Strength Low-Alloy Structural Steel.
- ASTM A325. High-Strength Bolts for Structural Steel Joints Including Suitable Nuts and Plain Hardened. Washers.
- ASTM A375. High-Strength Low-Alloy Hot-Rolled Steel Sheet and Strip.
- ASTM A490. Quenched and Tempered Alloy Steel Bolts for Structural Steel Joints.
- ASTM 1502. Specifications for Structural Rivets. Grade 1 or Grade 2, latest edition.
- AWS A5.1. Specifications for Mild Steel Covered Arc-Welding Electrodes.
- AWS A5.5. Specifications for Low-Alloy Steel Covered Arc-Welding Electrodes.
- AWS A5.17. Specifications for Bare Mild Steel Electrodes and Fluxes for Submerged Arc Welding.
- AWS A5.18. Specifications for Mild Steel Electrodes for Gas Metal Arc Welding.
- AWS A5.20. Mild Steel Electrodes for Flux-Cored-Arc Welding.
- AWS Sec. 2 Recommended Practics for Resistance Welding. Tables 26.1 y 26.2.

ANEJO 13: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE BOMBEO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- AWS Art. 422. Requirements for Electroslag and Electrogas Welding.
- AISC. Manual of Steel Construction – Seventh Edition.
- AISI. Cold-Formed Steel Design Manual, latest edition.
- ASIE. Specifications for the Design and Construction of Mill Buildings.
- “Código de Diseño de Hormigón Armado”, basado en el ACI 318-95, incluyendo Capítulo 21.
- American Iron and Steel Institute, AISI “Specification for the Design of Cold Formed Steel Structural Members”.
- Manual of Steel Construction Allowable Stress Design, American Institute of Steel Construction Inc., 9ª Edition.
- UBC 97. Uniform Building Code,
- Código ACI 318-99. Diseño y calculo de elementos y estructuras de hormigón armado.
- NCh 430-2007. Hormigón Armado – Requisitos de diseño y cálculo
- NCh 148. Cemento – Terminología, clasificación y especificaciones generales.
- NCh 163. Áridos para morteros y hormigones – Requisitos generales.
- NCh 170. Hormigón – Requisitos generales.
- NCh 204. Acero – Barras laminadas en caliente para hormigón armado.
- NCh 1174. Construcción – Alambre de acero, los o con entalladuras, de grado AT56-50H, en forma de barras rectas – Condiciones de uso en el hormigón armado.
- NCh 1498. Hormigón – Agua de amasado – Requisitos.
- NCh 1573. Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso.
- NCh 1934. Hormigón preparado en central hormigonera.
- NCh 2182. Hormigón y mortero – Aditivos – Clasificación y requisitos.
- NCh 2369. Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
- AC 133. Acceptance Criteria for Mechanical Connectors for Steel Bar Reinforcement.
- ACI 318S. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario.
- ACI 318M. Building Code Requirements for Reinforced Concrete and Commentary.

3. Nave equipo de bombeo y lavador de gases

En esta nave se ubicará el lavador de gases y el equipo de bombeo. Estará adosada a los túneles de compostaje y sus dimensiones serán de 12 m de largo por 5 m de ancho, y 3 metros de alto en su punto más bajo. Ésta estará construida mediante una estructura metálica y cerramiento con bloque de hormigón. El techo será de plancha metálica con una pendiente del 5%.

En la Figura 1 se puede apreciar esta geometría. También en el *Plano 23.3* con las acotaciones.

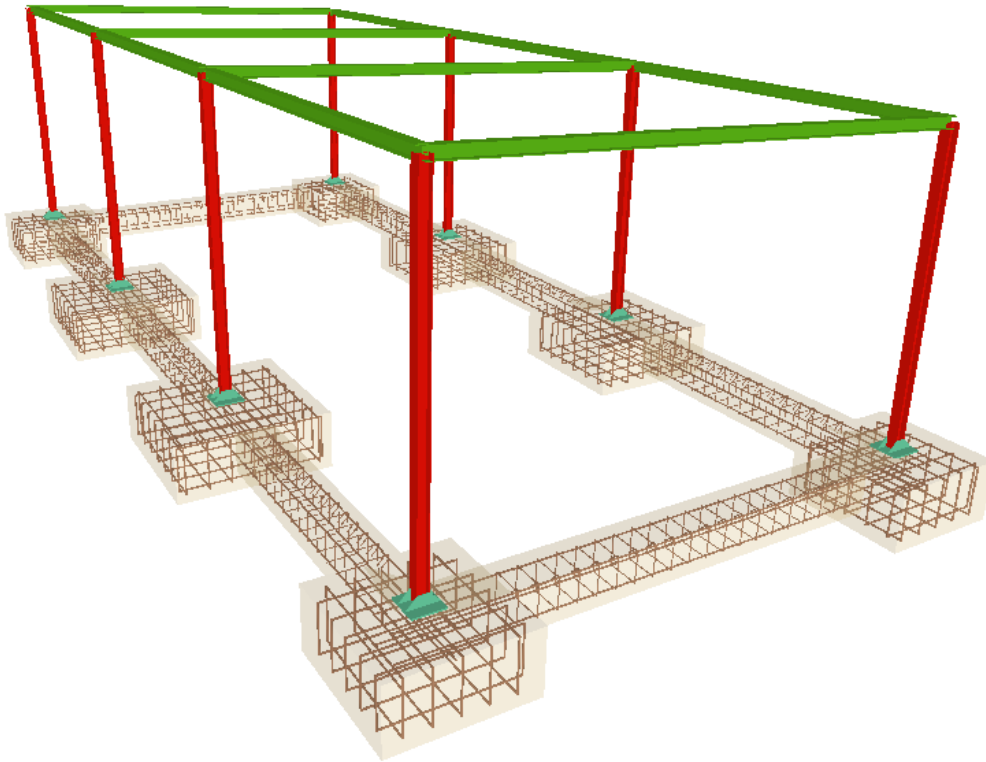


Fig 1. Estructura metálica y cimentaciones de la nave del equipo de bombeo y lavador de gases.

4. Correas

4.1. Datos de la obra

Separación entre pórticos: 4.00 m.

Con cerramiento en cubierta

- Peso del cerramiento: 0.10 kN/m²
- Sobrecarga del cerramiento: 0.39 kN/m²

4.2. Acciones

4.2.1. Datos de viento

Normativa: Eurocódigo 1

Velocidad de referencia: 26.0 m/s

Categoría del terreno: Categoría II

Dirección transversal (X)

Tipo de terreno: Llano

ANEJO 13: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE BOMBEO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Dirección longitudinal (Y)

Tipo de terreno: Llano

Profundidad nave industrial: 12.00 m

Hipótesis aplicadas:

1 - 0 grados

2 - 180 grados. Presión exterior tipo 1

3 - 180 grados. Presión exterior tipo 2

4 - 90 grados

5 - 270 grados

4.2.2. Datos de nieve

Nieve genérica

Carga superficial: 0.25 kN/m²

Hipótesis aplicadas:

1 - Hipótesis de nieve genérica

4.3. Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. Elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Aceros Conformados	A42-27ES	265	206

4.4. Datos de los pórticos

Pórtico	Tipo exterior	Geometría	Tipo interior
1	Un agua	Luz total: 5.00 m. Alero izquierdo: 3.25 m. Alero derecho: 3.00 m.	Pórtico rígido

4.5. Datos de las correas en cubierta

Parámetros de cálculo	Descripción de correas
Límite flecha: L / 250	Tipo de perfil: C 8x4.61
Número de vanos: Dos vanos	Separación: 1.00 m.
Tipo de fijación: Fijación rígida	Tipo de Acero: A42-27ES
Comprobación	
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.	
Porcentajes de aprovechamiento:	
- Tensión: 82.52 %	

- Flecha: 91.19 %

En el Plano 23.2 se puede apreciar la distribución de estas correas en el pórtico.

4.6. Medición de correas

Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m ²
Correas de cubierta	6	27.64	0,05

4.7. Cargas en barras

4.7.1. Pórticos extremos

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	0 grados	Uniforme	---	1.07 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	0.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	0.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	1.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	0.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	0 grados	Uniforme	---	0.56 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	1.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	1.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	1.39 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	0.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.29 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.78 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados	Faja	0.00/0.13 (R)	3.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados	Faja	0.13/1.00 (R)	1.14 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.13 (R)	2.29 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.13/1.00 (R)	0.85 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.00/0.25 (R)	1.39 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.25/0.75 (R)	1.28 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.75/1.00 (R)	1.39 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	0.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	0.50 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

4.7.2. Pórticos intermedios

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	0 grados	Uniforme	---	2.14 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	1.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	1.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	2.06 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	1.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

ANEJO 13: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE BOMBEO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Pilar	0 grados	Uniforme	---	1.13 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	2.09 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	2.09 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	2.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	1.39 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.57 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	1.56 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados	Faja	0.00/0.13 (R)	3.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados	Faja	0.13/1.00 (R)	2.28 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.13 (R)	3.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.13/1.00 (R)	1.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Uniforme	---	1.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	1.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	1.00 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Descripción de las abreviaturas:

- R: Posición relativa a la longitud de la barra.
- EG: Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.
- EXB: Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

5. Datos de los pórticos

La estructura metálica estará formada por 4 pórticos rígidos a una altura separados entre sí 4 metros. Tendrán una luz de 5 metros y una altura de pilares de 3.0 y 3.25 metros. La pendiente de la cubierta, de chapa metálica, será del 5%.

5.1. Normas consideradas

Cimentación: ACI 318-99 (Chile)
 Hormigón: ACI 318-99 (Chile)
 Aceros conformados: NCh427
 Aceros laminados y armados: NCh427

5.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	ACI 318-99 (Chile)
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	ACI 318-99 (Chile)
Acero conformado	Manual
Acero laminado	Manual
Tensiones sobre el terreno	Manual
Desplazamientos	Manual

5.3. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

5.3.1. Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

5.3.2. Situaciones sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_A A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Donde:

- G_k Acción permanente
- Q_k Acción variable
- A_E Acción sísmica
- g_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- $g_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $g_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
 - ($i > 1$) para situaciones no sísmicas
 - ($i \geq 1$) para situaciones sísmicas

- g_A Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: ACI 318-99 (Chile)

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: ACI 318-99 (Chile)

Situación 1		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,70
Viento (Q)		
Nieve (Q)		1,70
Sismo (A)		

Situación 2		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1,05	1,05
Sobrecarga (Q)		1,27
Viento (Q)	1,27	1,27
Nieve (Q)		1,27
Sismo (A)		

Situación 3		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	0,90
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	1,30	1,30
Nieve (Q)		
Sismo (A)		

Situación 4		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,40
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Sismo (A)	-1,40	1,40

Acero conformado: NCh427

Acero laminado: NCh427

Tensiones sobre el terreno

Desplazamientos

Situación 1		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,70
Viento (Q)		
Nieve (Q)		1,70
Sismo (A)		

Situación 2		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1,05	1,05
Sobrecarga (Q)		1,27
Viento (Q)	1,27	1,27
Nieve (Q)		1,27
Sismo (A)		

Situación 3		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	0,90
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	1,30	1,30
Nieve (Q)		
Sismo (A)		

Situación 4		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,40
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Sismo (A)	-1,40	1,40

5.4. Combinaciones

Nombres de las hipótesis

G	Carga permanente
Q	Sobrecarga de uso
V1(0°)	0 grados. Presión exterior tipo 1
V2(0°)	0 grados. Presión exterior tipo 2
V1(180°)	180 grados. Presión exterior tipo 1
V2(180°)	180 grados. Presión exterior tipo 2
V(90°)	90 grados
V(270°)	270 grados
SX	Sismo X
SY	Sismo Y
N	Hipótesis de nieve genérica

E.L.U. de rotura. Hormigón: ACI 318-99 (Chile)

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: ACI 318-99 (Chile)

Comb.	G	Q	V1(0°)	V2(0°)	V1(180°)	V2(180°)	V(90°)	V(270°)	SX	SY	N
1	0,900										
2	1,400										
3	0,900	1,700									
4	1,400	1,700									
5	0,900										1,700
6	1,400										1,700
7	0,900	1,700									1,700
8	1,400	1,700									1,700
9	1,050		1,275								
10	1,050	1,275	1,275								
11	1,050			1,275							
12	1,050	1,275		1,275							
13	1,050				1,275						
14	1,050	1,275			1,275						
15	1,050					1,275					
16	1,050	1,275				1,275					
17	1,050						1,275				
18	1,050	1,275					1,275				
19	1,050							1,275			
20	1,050	1,275						1,275			
21	1,050		1,275								1,275
22	1,050	1,275	1,275								1,275
23	1,050			1,275							1,275
24	1,050	1,275		1,275							1,275
25	1,050				1,275						1,275
26	1,050	1,275			1,275						1,275
27	1,050					1,275					1,275
28	1,050	1,275				1,275					1,275
29	1,050						1,275				1,275
30	1,050	1,275					1,275				1,275

ANEJO 13: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE BOMBEO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

31	1,050							1,275			1,275
32	1,050	1,275						1,275			1,275
33	0,900		1,300								
34	0,900			1,300							
35	0,900				1,300						
36	0,900					1,300					
37	0,900						1,300				
38	0,900							1,300			
39	0,900								-1,400		
40	1,400								-1,400		
41	0,900	1,400							-1,400		
42	1,400	1,400							-1,400		
43	0,900								1,400		
44	1,400								1,400		
45	0,900	1,400							1,400		
46	1,400	1,400							1,400		
47	0,900									-1,400	
48	1,400									-1,400	
49	0,900	1,400								-1,400	
50	1,400	1,400								-1,400	
51	0,900									1,400	
52	1,400									1,400	
53	0,900	1,400								1,400	
54	1,400	1,400								1,400	

Acero conformado: NCh427

Acero laminado: NCh427

Tensiones sobre el terreno

Desplazamientos

Comb.	G	Q	V1(0°)	V2(0°)	V1(180°)	V2(180°)	V(90°)	V(270°)	SX	SY	N
1	0,900										
2	1,400										
3	0,900	1,700									
4	1,400	1,700									
5	0,900										1,700
6	1,400										1,700
7	0,900	1,700									1,700
8	1,400	1,700									1,700
9	1,050		1,275								
10	1,050	1,275	1,275								
11	1,050			1,275							
12	1,050	1,275		1,275							
13	1,050				1,275						
14	1,050	1,275			1,275						
15	1,050					1,275					
16	1,050	1,275				1,275					
17	1,050						1,275				
18	1,050	1,275					1,275				
19	1,050							1,275			
20	1,050	1,275						1,275			

ANEJO 13: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE BOMBEO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

21	1,050		1,275							1,275
22	1,050	1,275	1,275							1,275
23	1,050			1,275						1,275
24	1,050	1,275		1,275						1,275
25	1,050				1,275					1,275
26	1,050	1,275			1,275					1,275
27	1,050					1,275				1,275
28	1,050	1,275				1,275				1,275
29	1,050						1,275			1,275
30	1,050	1,275					1,275			1,275
31	1,050							1,275		1,275
32	1,050	1,275						1,275		1,275
33	0,900		1,300							
34	0,900			1,300						
35	0,900				1,300					
36	0,900					1,300				
37	0,900						1,300			
38	0,900							1,300		
39	0,900								-1,400	
40	1,400								-1,400	
41	0,900	1,400							-1,400	
42	1,400	1,400							-1,400	
43	0,900								1,400	
44	1,400								1,400	
45	0,900	1,400							1,400	
46	1,400	1,400							1,400	
47	0,900									-1,400
48	1,400									-1,400
49	0,900	1,400								-1,400
50	1,400	1,400								-1,400
51	0,900									1,400
52	1,400									1,400
53	0,900	1,400								1,400
54	1,400	1,400								1,400

5.5. Sismo dinámico

5.5.1. Datos generales de sismo

Norma Chilena Oficial
Diseño Sísmico de Edificios

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden
Acción sísmica según X
Acción sísmica según Y

Pañaflo (Región METROPOLITANA) Zona 2
Aceleración efectiva $A_0 = 0.30 g$
Tipo de suelo: Tipo II

Tipo de edificación: Categoría D: $y = 0.6$

Número de modos: 6

Factor de modificación de la respuesta: 7.00

5.5.2. Coeficientes de participación

	T	Lx	Ly	Mx	My	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	0.327	0	1	0 %	31.96 %	R = 6.57 A = 0.71 m/s ² D = 1.92857 mm	R = 5.26 A = 0.886 m/s ² D = 2.40626 mm
Modo 2	0.817	1	0	61.6 %	0 %	R = 6.57 A = 0.27 m/s ² D = 4.57438 mm	R = 5.26 A = 0.337 m/s ² D = 5.70742 mm
Modo 3	0.246	0	1	0 %	17.99 %	R = 6.57 A = 0.752 m/s ² D = 1.14924 mm	R = 5.26 A = 0.938 m/s ² D = 1.43389 mm
Modo 4	0.246	0	1	0 %	17.99 %	R = 6.57 A = 0.752 m/s ² D = 1.14924 mm	R = 5.26 A = 0.938 m/s ² D = 1.43389 mm
Modo 5	0.327	0	1	0 %	31.96 %	R = 6.57 A = 0.71 m/s ² D = 1.92857 mm	R = 5.26 A = 0.886 m/s ² D = 2.40626 mm
Modo 6	0.723	1	0	38.37 %	0 %	R = 6.57 A = 0.322 m/s ² D = 4.25752 mm	R = 5.26 A = 0.401 m/s ² D = 5.31207 mm

- T = Periodo de vibración en segundos.
- Lx, Ly = Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.
- Mx, My = Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.
- R = Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.
- A = Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.
- D = Coeficiente del modo, equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

	Masa total desplazada
Masa X	99.96 %
Masa Y	99.9 %

6. Cálculos pórtico

En la siguiente figura podemos apreciar el diseño del pórtico de la nave del taller de mecánica y los tipos de perfiles que lo configuran:

ANEJO 13: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE BOMBEO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

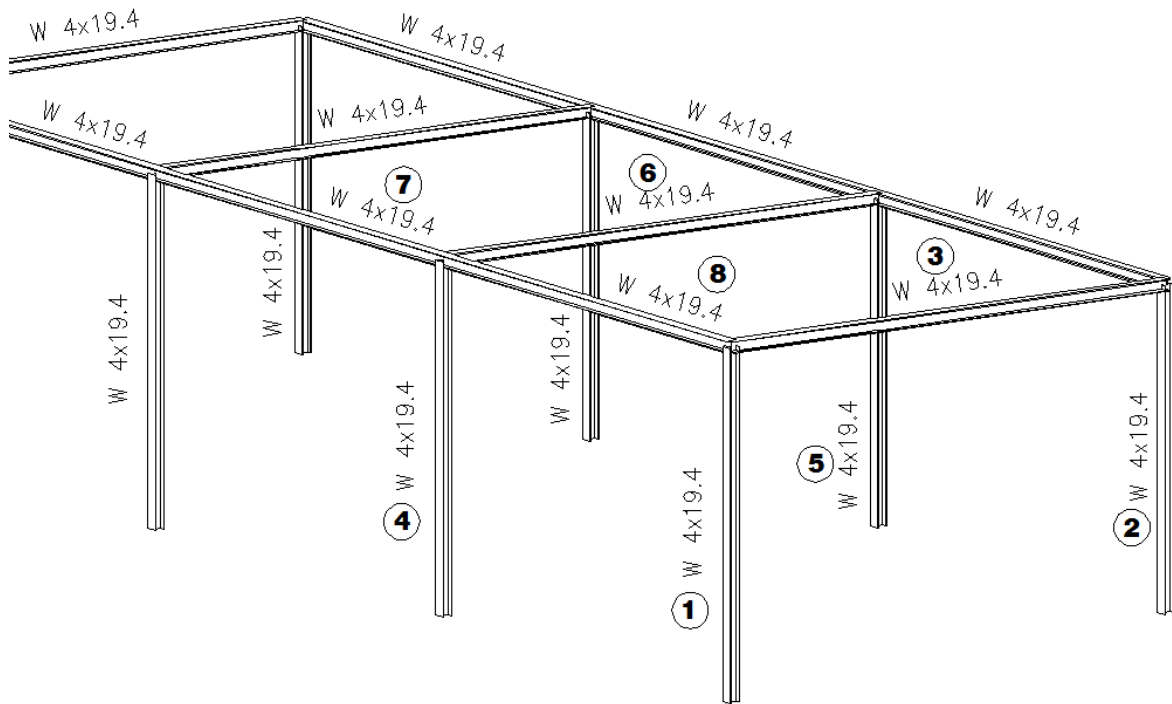


Fig 2. Esquema de la estructura metálica de la nave del equipo de bombeo y lavador de gases.

Los cálculos expuestos a continuación consisten en los obtenidos para el pórtico frontal y segundo de la estructura metálica de la nave del equipo de bombeo y lavador de gases. Estos son representativos de los otros elementos de la estructura metálica.

6.1. Geometría

Materiales utilizados

Referencias:

- E: Módulo de elasticidad
- G: Módulo de cortadura
- σ_e : Límite elástico
- $\alpha \cdot t$: Coeficiente de dilatación
- γ : peso específico

Materiales utilizados					
Material	E (GPa)	G (GPa)	σ_e (GPa)	$\alpha \cdot t$ (m/m°C)	γ (kN/m³)
Acero (A42-27ES)	206,01	79,23	0,26	1.2e-005	77,01

6.1.1. Descripción

Referencias:

- Ni: Nudo inicial
- Nf: Nudo final
- β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
- β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
- $L_{b_{Sup.}}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
- $L_{b_{Inf.}}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

Descripción								
Numeración	Barra (Ni/Nf)	Material	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$L_{b_{Sup.}}$ (m)	$L_{b_{Inf.}}$ (m)
1	N13/N14	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	3.25	0.00	0.70	3.25	-
2	N15/N16	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	3.00	0.00	0.70	-	3.00
3	N16/N14	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	5.01	0.20	0.75	1.00	5.01
4	N9/N10	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	3.25	0.00	0.70	3.25	-
5	N11/N12	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	3.00	0.00	0.70	-	3.00
6	N12/N10	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	5.01	0.20	0.75	1.00	5.01
7	N6/N10	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	4.00	1.00	1.00	-	-
8	N10/N14	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	4.00	1.00	1.00	-	-

6.1.2. Características mecánicas

Referencias:

- A: Sección
- I_{yy} : Inercia flexión I_{yy}
- I_{zz} : Inercia flexión I_{zz}
- I_{xx} : Inercia torsión

Tipos de pieza	
Tipo	Piezas
1	N13/N14, N15/N16, N16/N14, N9/N10, N11/N12, N12/N10, N6/N10 y N10/N14

Características mecánicas						
Tipo	Material	Descripción	A (cm ²)	I_{yy} (cm ⁴)	I_{zz} (cm ⁴)	I_{xx} (cm ⁴)
1	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4, Perfil simple, (W)	24.70	473.00	160.00	7.71

Nota: Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

6.2. Tabla de medición

Referencias:

- Ni: Nudo inicial
- Nf: Nudo final

Tabla de medición						
Numeración	Pieza (Ni/Nf)	Material	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kp)
1	N13/N14	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	3.25	0.008	63.02
2	N15/N16	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	3.00	0.007	58.17
3	N16/N14	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	5.01	0.012	97.07
4	N9/N10	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	3.25	0.008	63.02
5	N11/N12	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	3.00	0.007	58.17
6	N12/N10	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	5.01	0.012	97.07
7	N6/N10	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	4.00	0.010	77.56
8	N10/N14	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	4.00	0.010	77.56

6.3. Resultados

6.3.1. Esfuerzos

Referencias:

- N: Esfuerzo axil (kN)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
- Mt: Momento torsor (kN·m)
- My: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

6.3.2. Resistencia

Referencias:

- N: Esfuerzo axil (kN)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
- Mt: Momento torsor (kN·m)
- My: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100 \%$.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N(kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N13/N14	66.09	0.000	2.453	4.597	4.991	0.000	5.562	2.983	GV	Cumple
N15/N16	58.07	0.000	-2.212	-3.668	3.554	-0.002	2.286	-3.832	GV	Cumple
N16/N14	36.76	5.006	-1.784	0.000	7.136	0.000	-4.563	0.000	G	Cumple
N9/N10	65.56	3.250	-14.483	0.000	-4.075	0.000	8.698	0.000	G	Cumple
N11/N12	63.72	3.000	-14.785	0.000	4.075	0.000	-8.436	0.000	G	Cumple
N12/N10	70.07	5.006	-3.400	0.000	13.604	0.000	-8.698	0.000	G	Cumple
N6/N10	3.40	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.533	0.000	G	Cumple
N10/N14	3.40	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.533	0.000	G	Cumple

6.3.3. Flechas

Referencias:

- Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
- L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.
-

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N13/N14	1.422	8.60	1.422	1.93	1.422	17.19	1.016	3.07
	1.422	L/378.1	2.438	L(>1000)	1.422	L/378.1	2.234	L(>1000)
N15/N16	1.286	7.29	1.286	2.00	1.286	14.59	1.071	3.20
	1.286	L/411.4	1.286	L(>1000)	1.286	L/411.4	1.071	L(>1000)
N16/N14	2.503	1.38	2.503	9.59	2.503	2.38	2.253	13.83
	2.503	L(>1000)	2.503	L/522.2	2.503	L(>1000)	2.503	L/522.7
N9/N10	1.422	8.60	2.234	3.38	1.422	17.19	2.234	5.67
	1.422	L/378.1	2.438	L/800.6	1.422	L/378.1	2.234	L/826.6
N11/N12	1.286	7.29	1.286	3.48	1.286	14.59	1.286	5.80
	1.286	L/411.3	1.286	L/862.3	1.286	L/411.3	1.071	L/899.2
N12/N10	1.502	0.06	2.503	18.28	1.502	0.13	2.503	27.11
	1.502	L(>1000)	2.503	L/273.9	1.502	L(>1000)	2.253	L/286.3
N2/N14	8.000	21.87	6.000	0.97	8.000	43.41	6.000	0.40
	8.000	L/548.7	8.000	L(>1000)	7.000	L/548.9	8.000	L(>1000)

6.4. Resumen de medición estructura metálica

A continuación se presenta la tabla resumen de medición de toda la estructura metálica que conforma la nave del equipo de bombeo y lavador de gases. Como ya se ha especificado con anterioridad el acero estructural utilizado será Acero (A42-27ES).

Descripción		Longitud			Volumen			Peso		
Perfil	Serie	Perfil	Serie	Material	Perfil	Serie	Material	Perfil	Serie	Material
		(m)	(m)	(m)	(m³)	(m³)	(m³)	(kp)	(kp)	(kp)
W 4x19.4, Perfil simple	W	69.02			0.170			1338.36		
			69.02			0.170			1338.36	
TOTALES		69.02			0.170			1338.36		

7. Placas de anclaje

7.1. Descripción

Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N1,N3,N5,N7,N9 , N11,N13,N15	Ancho X: 300 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 15 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x5.0)	8Ø12.66 mm L=45 cm Gancho a 180 grados

7.2. Medición placas de anclaje

Pilares	Acero	Peso kp	Totales kp
N1, N3, N5, N7, N9, N11, N13, N15	A42-27ES	8 x 12.19	
Totales			97.52

7.3. Medición pernos placas de anclaje

Pilares	Pernos	Acero	Longitud m	Peso kp	Totales m	Totales kp
N1, N3, N5, N7, N9, N11, N13, N15	64Ø12.66 mm L=64 cm	A-307 (liso)	64 x 0.64	64 x 0.63		
Totales					41.11	40.62

7.4. Comprobación de las placas de anclaje

Como modo de ejemplo se ha introducido la comprobación de una de las placas de anclaje:

Referencia: N1

- Placa base: Ancho X: 300 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 15 mm
- Pernos: 8Ø12.66 mm L=45 cm Gancho a 180 grados
- Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada
- Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x5.0)

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 18 mm Calculado: 121 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 25 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores:	Máximo: 50	

ANEJO 13: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE BOMBEO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Paralelos a Y:	Calculado: 48.3	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
Tracción:	Máximo: 24.86 kN Calculado: 13.73 kN	Cumple
Cortante:	Máximo: 17.4 kN Calculado: 0.85 kN	Cumple
Tracción + Cortante:	Máximo: 24.86 kN Calculado: 14.95 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 25.55 kN Calculado: 13.73 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 202.74 MPa Calculado: 109.757 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 50.3 kN Calculado: 0.85 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 176.58 MPa	
Derecha:	Calculado: 163.898 MPa	Cumple
Izquierda:	Calculado: 148.751 MPa	Cumple
Arriba:	Calculado: 62.0008 MPa	Cumple
Abajo:	Calculado: 63.8158 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
Derecha:	Calculado: 486.226	Cumple
Izquierda:	Calculado: 436.347	Cumple
Arriba:	Calculado: 14279.8	Cumple
Abajo:	Calculado: 13715	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 176.58 MPa Calculado: 43.7516 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

En el *Plano 23.4* se puede apreciar los detalles y ubicaciones de cada una de las placas de anclaje anteriormente descritas.

8. Cimentaciones

En los *Plano 13.2* se aprecian las distribuciones de las cimentaciones conjuntamente con las redes de saneamiento.

8.1. Elementos de cimentación aislados

8.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N1 y N13	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 65.0 cm Ancho inicial Y: 65.0 cm Ancho final X: 65.0 cm Ancho final Y: 65.0 cm Ancho zapata X: 130.0 cm Ancho zapata Y: 130.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 5Ø18 c/ 23 Sup Y: 5Ø18 c/ 23 Inf X: 5Ø18 c/ 23 Inf Y: 5Ø18 c/ 23
N3 y N15	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 60.0 cm Ancho inicial Y: 60.0 cm Ancho final X: 60.0 cm Ancho final Y: 60.0 cm Ancho zapata X: 120.0 cm Ancho zapata Y: 120.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 5Ø18 c/ 23 Sup Y: 5Ø18 c/ 23 Inf X: 5Ø18 c/ 23 Inf Y: 5Ø18 c/ 23
N5 y N9	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 80.0 cm Ancho inicial Y: 80.0 cm Ancho final X: 80.0 cm Ancho final Y: 80.0 cm Ancho zapata X: 160.0 cm Ancho zapata Y: 160.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 7Ø18 c/ 23 Sup Y: 7Ø18 c/ 23 Inf X: 7Ø18 c/ 23 Inf Y: 7Ø18 c/ 23
N7 y N11	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 75.0 cm Ancho inicial Y: 75.0 cm Ancho final X: 75.0 cm Ancho final Y: 75.0 cm Ancho zapata X: 150.0 cm Ancho zapata Y: 150.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 6Ø18 c/ 23 Sup Y: 6Ø18 c/ 23 Inf X: 6Ø18 c/ 23 Inf Y: 6Ø18 c/ 23

8.1.2. Medición

Referencias: N1 y N13		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø18	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	5x1.78	8.90
	Peso (kg)	5x3.56	17.78
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.78	8.90
	Peso (kg)	5x3.56	17.78
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	5x1.78	8.90
	Peso (kg)	5x3.56	17.78
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.78	8.90
	Peso (kg)	5x3.56	17.78
Totales	Longitud (m)	35.60	
	Peso (kg)	71.12	71.12
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	39.16	
	Peso (kg)	78.23	78.23

Referencias: N3 y N15		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø18	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	5x1.68	8.40
	Peso (kg)	5x3.36	16.78
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.68	8.40
	Peso (kg)	5x3.36	16.78
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	5x1.68	8.40
	Peso (kg)	5x3.36	16.78
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.68	8.40
	Peso (kg)	5x3.36	16.78
Totales	Longitud (m)	33.60	
	Peso (kg)	67.12	67.12
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	36.96	
	Peso (kg)	73.83	73.83

Referencias: N5 y N9		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø18	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	7x2.06	14.42
	Peso (kg)	7x4.12	28.81
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	7x2.06	14.42
	Peso (kg)	7x4.12	28.81
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	7x2.06	14.42
	Peso (kg)	7x4.12	28.81
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	7x2.06	14.42
	Peso (kg)	7x4.12	28.81
Totales	Longitud (m)	57.68	
	Peso (kg)	115.24	115.24
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	63.45	
	Peso (kg)	126.76	126.76

Referencias: N7 y N11		A-63-42H	Total
-----------------------	--	----------	-------

ANEJO 13: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE BOMBEO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Nombre de armado		Ø18	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x1.96	11.76
	Peso (kg)	6x3.92	23.49
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.96	11.76
	Peso (kg)	6x3.92	23.49
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	6x1.96	11.76
	Peso (kg)	6x3.92	23.49
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.96	11.76
	Peso (kg)	6x3.92	23.49
Totales	Longitud (m)	47.04	
	Peso (kg)	93.96	93.96
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	51.74	
	Peso (kg)	103.36	103.36

8.1.3. Resumen de Medición

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)			
Elemento	A-63-42H (kg)	Hormigón (m³)	
	Ø18	H25	Limpieza
Referencias: N1 y N13	2x78.23	2x1.01	2x0.17
Referencias: N3 y N15	2x73.83	2x0.86	2x0.14
Referencias: N5 y N9	2x126.76	2x1.54	2x0.26
Referencias: N7 y N11	2x103.36	2x1.35	2x0.23
Totales	764.36	9.53	1.59

8.1.4. Comprobación

Como modo de ejemplo se ha introducido la comprobación de una de las cimentaciones:

Referencia: N1

- Dimensiones: 130 x 130 x 60
- Armados: Xi:Ø18 c/ 23 Yi:Ø18 c/ 23 Xs:Ø18 c/ 23 Ys:Ø18 c/ 23

Comprobación	Valores	Estado
Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.196 MPa Calculado: 0.031392 MPa	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales (sismo):	Máximo: 0.294 MPa Calculado: 0.0241326 MPa	Cumple
Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 0.244956 MPa Calculado: 0.0355122 MPa	Cumple
Tensión máxima con acc. de viento:	Máximo: 0.244956 MPa Calculado: 0.0934893 MPa	Cumple
Tensión máxima con acc. sísmicas:	Máximo: 0.367483 MPa Calculado: 0.0332559 MPa	Cumple
Flexión en la zapata: En dirección X:	Momento: 2.93 kN·m	Cumple

ANEJO 13: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE BOMBEO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

En dirección Y:	Momento: 4.03 kN·m	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
En dirección X:	Reserva seguridad: 96.2 %	Cumple
En dirección Y:	Reserva seguridad: 51.4 %	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5886 kN/m ² Calculado: 15.1074 kN/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
En dirección X:	Cortante: 0.49 kN	Cumple
En dirección Y:	Cortante: 0.88 kN	Cumple
Canto mínimo: <i>Capítulo 15.7 (norma ACI-CHILE 318-95)</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: N1:	Mínimo: 49 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Capítulo 7.12 (norma ACI-CHILE 318-95)</i>		
Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
Parrilla inferior:	Mínimo: 10 mm Calculado: 18 mm	Cumple
Parrilla superior:	Calculado: 18 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 23 cm	Cumple
Armado inferior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
Armado superior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
Armado superior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 23 cm	Cumple
Armado inferior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
Armado superior dirección X:	Calculado: 23 cm	Cumple
Armado superior dirección Y:	Calculado: 23 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 28 cm Calculado: 30 cm	Cumple

ANEJO 13: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE BOMBEO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 30 cm	Cumple
Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 30 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Todas las cimentaciones cumplen con las comprobaciones anteriormente descritas. En el *Plano 23* se puede apreciar los detalles y ubicaciones de cada una de las cimentaciones de la estructura de la nave de bombeo.

9.1. Vigas

9.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
C [N3-N7], C [N7-N11], C [N11-N15], C [N1-N5], C [N5-N9] y C [N9-N13]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø16 Inferior: 2 Ø16 Estribos: 1xØ10 c/ 20
C [N15-N13] y C [N3-N1]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø16 Inferior: 2 Ø16 Estribos: 1xØ10 c/ 20

9.1.2. Medición

Referencias: C [N3-N7], C [N7-N11], C [N11-N15], C [N1-N5], C [N5-N9] y C [N9-N13]		A-63-42H		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø16	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x4.60	9.20
	Peso (kg)		2x7.26	14.52
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x4.60	9.20
	Peso (kg)		2x7.26	14.52
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	15x1.36		20.40
	Peso (kg)	15x0.84		12.58
Totales	Longitud (m)	20.40	18.40	
	Peso (kg)	12.58	29.04	41.62
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	22.44	20.24	
	Peso (kg)	13.84	31.94	45.78

Referencias: : C [N15-N13] y C [N3-N1]		A-63-42H		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø16	

ANEJO 13: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE BOMBEO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x5.60	11.20
	Peso (kg)		2x8.84	17.68
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x5.60	11.20
	Peso (kg)		2x8.84	17.68
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	20x1.36		27.20
	Peso (kg)	20x0.84		16.77
Totales	Longitud (m)	27.20	22.40	
	Peso (kg)	16.77	35.36	52.13
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	29.92	24.64	
	Peso (kg)	18.45	38.89	57.34

9.1.3. Resumen de Medición

Elemento	A-63-42H (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø10	Ø16	Total	H25	Limpieza
Referencias: C [N3-N7], C [N7-N11], C [N11-N15], C [N1-N5], C [N5-N9] y C [N9-N13]	6x13.84	6x31.94	274.68	6x0.42	6x0.11
Referencias: : C [N15-N13] y C [N3-N1]	2x18.44	2x38.90	114.68	2x0.60	2x0.15
Totales	119.92	269.44	389.36	3.74	0.94

9.1.4. Comprobación

Como modo de ejemplo se ha introducido la comprobación de una de las vigas:

Referencia: C.1 [N3-N7] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2 Ø16
- Armadura inferior: 2 Ø16
- Estribos: 1xØ10 c/ 20
-

Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 21.8.3.2 (pag.503).</i>	Mínimo: 13.2 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 21.8.3.2 (pag.503).</i>	Mínimo: 13.2 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 8 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 7.6 (norma ACI-Chile)</i>	Mínimo: 4 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 7.6 (norma ACI-Chile)</i>	Mínimo: 4 cm	
Armadura superior:	Calculado: 24.8 cm	Cumple
Armadura inferior:	Calculado: 24.8 cm	Cumple
Separación máxima estribos: Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-98)</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple

ANEJO 13: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS NAVE BOMBEO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 21.8.3.2 (pag.503).</i>	Máximo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 10.5 (norma ACI-Chile)</i>	Máximo: 50 cm	
Armadura superior:	Calculado: 24.8 cm	Cumple
Armadura inferior:	Calculado: 24.8 cm	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles: Armadura total (Acciones dinámicas): <i>Criterio de CYPE Ingenieros basado en el Artículo 38.4 de la EH-91</i>	Mínimo: 6.09 cm ² Calculado: 8.04 cm ²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión: Acciones dinámicas: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 10.3.5.2 (pag.165).</i>	Mínimo: 0 cm ² Calculado: 8.04 cm ²	Cumple
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción: Acciones dinámicas: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.125).</i>	Mínimo: 0 cm ² Calculado: 8.04 cm ²	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 30 cm	
Acciones estáticas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Acciones dinámicas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 30 cm	
Acciones estáticas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Acciones dinámicas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 30 cm	
Acciones estáticas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Acciones dinámicas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 30 cm	
Acciones estáticas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Acciones dinámicas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Acciones dinámicas:	Momento flector: 0.00 kN·m Axil: ± 0.02 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Todas las vigas cumplen con las comprobaciones anteriormente descritas. En los *Planos 23* se puede apreciar los detalles y ubicaciones de cada una de las cimentaciones de la estructura de la nave de bombeo.

Índice

1. Objeto	3
2. Normativa	3
3. Edificio de servicios	4
4. Correas servicios	5
4.1. Datos de la obra	5
4.2. Acciones	6
4.2.1. Datos de viento	6
4.2.2. Datos de nieve	6
4.3. Aceros en perfiles	6
4.4. Datos de los pórticos	6
4.5. Datos de las correas en cubierta	7
4.6. Medición de correas	7
4.7. Cargas en barras	7
4.7.1. Pórtico 1	7
4.7.2. Pórtico 2	8
5. Correas laboratorio y oficina	9
5.1. Datos de la obra	9
5.2. Acciones	9
5.2.1. Datos de viento	9
5.2.2. Datos de nieve	10
5.3. Aceros en perfiles	10
5.4. Datos de los pórticos	10
5.5. Datos de las correas en cubierta	10
5.6. Medición de correas	11
5.7. Cargas en barras	11
5.7.1. Pórtico 1	11
5.7.2. Pórtico 2	12
6. Datos de los pórticos	13
6.1. Normas consideradas	13
6.2. Estados límite	13
6.3. Situaciones de proyecto	13

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

6.3.1.	Situaciones no sísmicas	13
6.3.2.	Situaciones sísmicas	14
6.4.	Combinaciones	16
6.5.	Sismo dinámico.....	19
6.5.1.	Datos generales de sismo.....	19
6.5.2.	Coefficientes de participación	19
7.	Cálculos pórtico	20
7.1.	Geometría	21
7.1.1.	Descripción	21
7.1.2.	Características mecánicas	22
7.2.	Tabla de medición.....	22
7.3.	Resultados.....	23
7.3.1.	Esfuerzos	23
7.3.2.	Resistencia.....	23
7.3.3.	Flechas.....	25
7.4.	Resumen de medición estructura metálica	26
8.	Placas de anclaje	26
8.1.	Descripción.....	26
8.2.	Medición placas de anclaje.....	27
8.3.	Medición pernos placas de anclaje	27
8.4.	Comprobación de las placas de anclaje	27
9.	Cimentaciones	29
9.1.	Elementos de cimentación aislados	29
9.1.1.	Descripción	29
9.1.2.	Medición	30
9.1.3.	Resumen de Medición.....	33
9.1.4.	Comprobación	34
9.1.	Vigas	36
9.1.1.	Descripción	36
9.1.2.	Medición	36
9.1.3.	Resumen de Medición.....	38
9.1.4.	Comprobación	38

1. Objeto

En este anejo se describen los cálculos, las características constructivas y las medidas del edificio de servicios de la planta de compostaje.

Los cálculos se han realizado mediante las aplicaciones 'Nuevo Metal 3D' y 'Generador de Pórticos' del programa CYPE Ingenieros. Ajustando los parámetros a la normativa Chilena actual.

2. Normativa

Los elementos a diseñar y construir deberán cumplir con los requerimientos de las Normas y Reglamentos que sean aplicables, utilizando la última versión de cada uno de ellos. En particular serán aplicables:

- NCh 428. Of 57. Ejecución de construcciones de acero.
- NCh 427. Especificaciones para el cálculo de estructuras de acero para edificios.
- NCh 203. Acero para uso estructural – Requisitos.
- NCh 206. Acero laminado en barras para pernos corrientes.
- NCh 207. Acero laminado en barras para remaches estructurales.
- NCh 208. Acero laminado en barras para tuercas corrientes.
- NCh 215. Planchas gruesas de acero al carbono para tubos soldados el arco eléctrico.
- NCh 217. Acero – Mallas de alta resistencia para hormigón armado – Especificaciones.
- NCh 300. Elementos de fijación – Pernos, tuercas, tornillos y accesorios – Terminología y designación.
- NCh 301. Pernos de acero con cabeza y tuerca hexagonales.
- NCh 302. Pernos de acero, de cabeza redonda, con cuello cuadrado y tuerca cuadrado.
- NCh 308. Examen de soldadores que trabajan con arco eléctrico.
- NCh 428. Ejecución de construcciones de acero.
- NCh 431. Construcción – Sobrecargas de nieve.
- NCh 432. Cálculo de acción del viento sobre construcciones.
- NCh 433. Diseño sísmico de edificios.
- NCh 1185. Rosa ISO – Perfil básico – Dimensiones métricas.
- ICHA. Manual de Estructuras de Acero para Edificios. 2ª Edición.
- ASTM A242. High-Strength Low-Alloy Structural Steel.
- ASTM A325. High-Strength Bolts for Structural Steel Joints Including Suitable Nuts and Plain Hardened. Washers.
- ASTM A375. High-Strength Low-Alloy Hot-Rolled Steel Sheet and Strip.
- ASTM A490. Quenched and Tempered Alloy Steel Bolts for Structural Steel Joints.
- ASTM 1502. Specifications for Structural Rivets. Grade 1 or Grade 2, latest edition.
- AWS A5.1. Specifications for Mild Steel Covered Arc-Welding Electrodes.
- AWS A5.5. Specifications for Low-Alloy Steel Covered Arc-Welding Electrodes.
- AWS A5.17. Specifications for Bare Mild Steel Electrodes and Fluxes for Submerged Arc Welding.
- AWS A5.18. Specifications for Mild Steel Electrodes for Gas Metal Arc Welding.
- AWS A5.20. Mild Steel Electrodes for Flux-Cored-Arc Welding.
- AWS Sec. 2 Recommended Practics for Resistance Welding. Tables 26.1 y 26.2.
- AWS Art. 422. Requirements for Electroslag and Electrogas Welding.

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- AISC. Manual of Steel Construction – Seventh Edition.
- AISI. Cold-Formed Steel Design Manual, latest edition.
- ASIE. Specifications for the Design and Construction of Mill Buildings.
- “Código de Diseño de Hormigón Armado”, basado en el ACI 318-95, incluyendo Capítulo 21.
- American Iron and Steel Institute, AISI “Specification for the Design of Cold Formed Steel Structural Members”.
- Manual of Steel Construction Allowable Stress Design, American Institute of Steel Construction Inc., 9ª Edition.
- UBC 97. Uniform Building Code,
- Código ACI 318-99. Diseño y calculo de elementos y estructuras de hormigón armado.
- NCh 430-2007. Hormigón Armado – Requisitos de diseño y cálculo
- NCh 148. Cemento – Terminología, clasificación y especificaciones generales.
- NCh 163. Áridos para morteros y hormigones – Requisitos generales.
- NCh 170. Hormigón – Requisitos generales.
- NCh 204. Acero – Barras laminadas en caliente para hormigón armado.
- NCh 1174. Construcción – Alambre de acero, los o con entalladuras, de grado AT56-50H, en forma de barras rectas – Condiciones de uso en el hormigón armado.
- NCh 1498. Hormigón – Agua de amasado – Requisitos.
- NCh 1573. Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso.
- NCh 1934. Hormigón preparado en central hormigonera.
- NCh 2182. Hormigón y mortero – Aditivos – Clasificación y requisitos.
- NCh 2369. Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
- AC 133. Acceptance Criteria for Mechanical Connectors for Steel Bar Reinforcement.
- ACI 318S. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario.
- ACI 318M. Building Code Requirements for Reinforced Concrete and Commentary.

3. Edificio de servicios

Se prevé que la planta de compostaje disponga de un edificio de servicios que incorpore vestuarios, lavabos, comedor, oficina y laboratorio, para cubrir las necesidades de los 20 operarios que se estima que trabajen en la planta.

Los vestuarios de los hombres tendrán unas dimensiones de 6,20 m por 5,00 m y los de las mujeres 6,20 m por 2,50 m. Los servicios de hombre y mujeres tendrán unas dimensiones totales de 3,40 m por 2,55 m.

Las dimensiones del comedor serán de 7,35 metros por 5,30, lo que supone una superficie total de 38,59 m². Las dimensiones del laboratorio serán de 5 metros de largo por 4,26, con una superficie total de 21,3 m² y la oficina tendrá una superficie de 15 m² (5,0 m * 3,0 m).

Los espacios anteriormente descritos se agruparan en un mismo edificio, con una superficie total de 177,42 m² y una altura mínima de 3 m. El edificio tendrá forma de ‘T’ con una entrada destinada a los servicios, vestuarios y comedor, que conformaran un cuadrado con una superficie de 137,51 m². Sus dimensiones serán de 12,5 m de largo por 10,8 m de ancho. La parte más estrecha del edificio es donde se ubicaran la oficina y el laboratorio, con entradas independientes al anterior espacio descrito y también entre sí. Este espacio tendrá unas dimensiones de 7,75 m de largo por 5,15 m de ancho, lo que supone una superficie total de 39,91 m².

En la Figura 1 se puede apreciar esta geometría. También en el *Plano 24.3* con las acotaciones.

La estructura de este edificio será metálica y los cerramientos ser harán mediante bloque de hormigón. El techo será de plancha metálica con una pendiente mínima del 5%. El edificio dispondrá de un doble techo del tipo pladur^R.

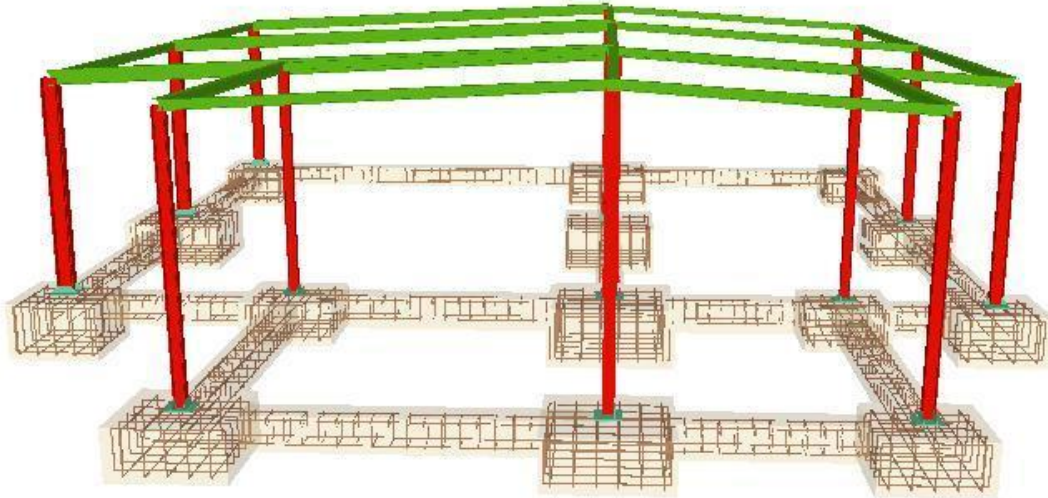


Fig 1. Estructura metálica y cimentaciones del edificio de servicios.

4. Correas servicios

Hay dos grupos estructurales diferenciados: la estructura del comedor, lavabos y vestuarios; y la de la oficina y laboratorio.

4.1. Datos de la obra

Estructura comedor, lavabos y vestuarios

Separación entre pórticos: 5.35 m.

Con cerramiento en cubierta

- Peso del cerramiento: 0.10 kN/m²
- Sobrecarga del cerramiento: 0.39 kN/m²

4.2. Acciones

4.2.1. Datos de viento

Normativa: Eurocódigo 1

Velocidad de referencia: 26.0 m/s

Categoría del terreno: Categoría II

Dirección transversal (X)

Tipo de terreno: Llano

Dirección longitudinal (Y)

Tipo de terreno: Llano

Profundidad nave industrial: 24.00 m

Hipótesis aplicadas:

- 1 - 0 grados. Presión exterior tipo 1
- 2 - 0 grados. Presión exterior tipo 2
- 3 - 180 grados. Presión exterior tipo 1
- 4 - 180 grados. Presión exterior tipo 2
- 5 - 90 grados
- 6 - 270 grados

4.2.2. Datos de nieve

Nieve genérica

Carga superficial: 0.25 kN/m²

Hipótesis aplicadas:

- 1 - Hipótesis de nieve genérica

4.3. Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. Elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Aceros Conformados	A42-27ES	265	206

4.4. Datos de los pórticos

Pórtico	Tipo exterior	Geometría	Tipo interior
1	Un agua	Luz total: 7.60 m. Alero izquierdo: 3.00 m. Alero derecho: 3.38 m.	Pórtico rígido

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

2	Un agua	Luz total: 5.20 m. Alero izquierdo: 3.38 m. Alero derecho: 3.00 m.	Pórtico rígido
---	---------	--	----------------

4.5. Datos de las correas en cubierta

Parámetros de cálculo	Descripción de correas
Límite flecha: $L / 250$	Tipo de perfil: C 10x7.20
Número de vanos: Dos vanos	Separación: 1.00 m.
Tipo de fijación: Fijación rígida	Tipo de Acero: A42-27ES
Comprobación	
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.	
Porcentajes de aprovechamiento:	
- Tensión: 68.78 %	
- Flecha: 81.32 %	

En el *Plano 24.2* se puede apreciar la distribución de estas correas en el pórtico.

4.6. Medición de correas

Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m ²
Correas de cubierta	15	107.98	0,08

4.7. Cargas en barras

4.7.1. Pórtico 1

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	0.65 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	0.65 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	1.86 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	0.93 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.45 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	1.04 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.09 (R)	2.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.09/1.00 (R)	1.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.09 (R)	3.72 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.09/1.00 (R)	1.54 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.00/0.09 (R)	3.72 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.09/1.00 (R)	1.54 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Cubierta	90 grados	Faja	0.00/0.22 (R)	1.89 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.22/0.78 (R)	1.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.78/1.00 (R)	1.89 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	0.96 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	0.67 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	0.75 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	0.75 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	1.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	1.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	1.77 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	0.93 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.45 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	1.04 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.13 (R)	3.72 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.13/1.00 (R)	1.54 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.00/0.13 (R)	3.72 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.13/1.00 (R)	1.54 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.13 (R)	2.92 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.13/1.00 (R)	1.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.00/0.25 (R)	1.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.25/0.75 (R)	1.60 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.75/1.00 (R)	1.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	0.96 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	0.67 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

4.7.2. Pórtico 2

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	2.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	2.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	1.30 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	1.30 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	2.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	1.85 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.90 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	2.09 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.09 (R)	4.63 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.09/1.00 (R)	2.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.09 (R)	5.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.09/1.00 (R)	3.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.00/0.09 (R)	5.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.09/1.00 (R)	3.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Uniforme	---	1.98 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	1.93 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	1.34 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	1.51 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	1.51 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	2.79 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	2.79 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	2.38 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	1.85 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.90 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	2.09 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.13 (R)	5.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.13/1.00 (R)	3.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.00/0.13 (R)	5.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.13/1.00 (R)	3.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.13 (R)	4.63 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.13/1.00 (R)	2.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Uniforme	---	1.93 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	1.93 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	1.34 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Descripción de las abreviaturas:

- R: Posición relativa a la longitud de la barra.
- EG: Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.
- EXB: Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

5. Correas laboratorio y oficina

5.1. Datos de la obra

Estructura laboratorio y oficina

Separación entre pórticos: 5.15 m.

Con cerramiento en cubierta

- Peso del cerramiento: 0.10 kN/m²
- Sobrecarga del cerramiento: 0.39 kN/m²

5.2. Acciones

5.2.1. Datos de viento

Normativa: Eurocódigo 1

Velocidad de referencia: 26.0 m/s

Categoría del terreno: Categoría II

Dirección transversal (X)

Tipo de terreno: Llano

Dirección longitudinal (Y)

Tipo de terreno: Llano

Profundidad nave industrial: 24.00 m

Hipótesis aplicadas:

- 1 - 0 grados. Presión exterior tipo 1
- 2 - 0 grados. Presión exterior tipo 2
- 3 - 180 grados. Presión exterior tipo 1
- 4 - 180 grados. Presión exterior tipo 2
- 5 - 90 grados
- 6 - 270 grados

5.2.2. Datos de nieve

Nieve genérica

Carga superficial: 0.25 kN/m²

Hipótesis aplicadas:

- 1 - Hipótesis de nieve genérica

5.3. Aceros en perfiles

Tipo acero	Acero	Lim. Elástico (MPa)	Módulo de elasticidad (GPa)
Aceros Conformados	A42-27ES	265	206

5.4. Datos de los pórticos

Pórtico	Tipo exterior	Geometría	Tipo interior
1	Un agua	Luz total: 4.49 m. Alero izquierdo: 3.16 m. Alero derecho: 3.38 m.	Pórtico rígido
2	Un agua	Luz total: 3.26 m. Alero izquierdo: 3.38 m. Alero derecho: 3.14 m.	Pórtico rígido

5.5. Datos de las correas en cubierta

Parámetros de cálculo	Descripción de correas
Límite flecha: L / 250 Número de vanos: Dos vanos Tipo de fijación: Fijación rígida	Tipo de perfil: C 10x5.87 Separación: 1.00 m. Tipo de Acero: A42-27ES
Comprobación	
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Tensión: 85.49 % - Flecha: 97.25 %	

En el *Plano 24.2* se puede apreciar la distribución de estas correas en el pórtico.

5.6. Medición de correas

Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m ²
Correas de cubierta	9	52,77	0,07

5.7. Cargas en barras

5.7.1. Pórtico 1

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	1.39 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	1.39 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	0.79 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	0.79 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	1.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.40 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	1.00 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.11 (R)	2.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.11/1.00 (R)	1.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.11 (R)	3.34 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.11/1.00 (R)	1.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.00/0.11 (R)	3.34 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.11/1.00 (R)	1.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.00/0.25 (R)	1.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.25/0.75 (R)	1.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.75/1.00 (R)	1.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	0.93 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	0.64 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	0.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	0.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	1.45 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	1.45 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	1.63 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	1.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.40 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	1.00 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.16 (R)	3.34 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.16/1.00 (R)	1.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.00/0.16 (R)	3.34 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.16/1.00 (R)	1.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.16 (R)	2.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.16/1.00 (R)	1.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.00/0.25 (R)	1.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.25/0.75 (R)	1.33 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Faja	0.75/1.00 (R)	1.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Uniforme	---	0.93 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	0.64 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

5.7.2. Pórtico 2

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	1.39 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	1.39 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	0.79 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	0.79 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	1.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.40 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	1.00 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.11 (R)	2.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.11/1.00 (R)	1.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.11 (R)	3.34 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.11/1.00 (R)	1.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.00/0.11 (R)	3.34 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.11/1.00 (R)	1.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Uniforme	---	0.93 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Faja	0.00/0.25 (R)	1.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Faja	0.25/0.75 (R)	1.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Faja	0.75/1.00 (R)	1.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	0.64 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	0.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	0.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	---	1.45 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	180 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	---	1.45 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	90 grados	Uniforme	---	1.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	270 grados	Uniforme	---	1.63 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	0.40 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	1.00 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.16 (R)	3.34 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.16/1.00 (R)	1.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.00/0.16 (R)	3.34 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	0.16/1.00 (R)	1.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.00/0.16 (R)	2.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	0.16/1.00 (R)	1.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	90 grados	Uniforme	---	0.93 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Faja	0.00/0.25 (R)	1.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Faja	0.25/0.75 (R)	1.33 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	270 grados	Faja	0.75/1.00 (R)	1.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Hipótesis de nieve genérica	Uniforme	---	0.64 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Descripción de las abreviaturas:

- R: Posición relativa a la longitud de la barra.
- EG: Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.
- EXB: Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

6. Datos de los pórticos

El edificio tendrá forma de 'T' con una entrada destinada a los servicios, vestuarios y comedor, que conformaran un cuadrado con una superficie de 137,51 m². Sus dimensiones serán de 12,5 m de largo por 10,8 m de ancho. La parte más estrecha del edificio es donde se ubicaran la oficina y el laboratorio, con entradas independientes al anterior espacio descrito y también entre sí. Este espacio tendrá unas dimensiones de 7,75 m de largo por 5,15 m de ancho, lo que supone una superficie total de 39,91 m².

Los pórticos serán rígidos, con una altura mínima de 3 metros y pendientes mínimas del 5%.

6.1. Normas consideradas

Cimentación: ACI 318-99 (Chile)

Hormigón: ACI 318-99 (Chile)

Aceros conformados: NCh427

Aceros laminados y armados: NCh427

6.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	ACI 318-99 (Chile)
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	ACI 318-99 (Chile)
Acero conformado	Manual
Acero laminado	Manual
Tensiones sobre el terreno	Manual
Desplazamientos	Manual

6.3. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

6.3.1. Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

6.3.2. Situaciones sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_A A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Donde:

- G_k Acción permanente
- Q_k Acción variable
- A_E Acción sísmica
- γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- $\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
 - ($i > 1$) para situaciones no sísmicas
 - ($i \geq 1$) para situaciones sísmicas
- γ_A Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: ACI 318-99 (Chile)

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: ACI 318-99 (Chile)

Situación 1		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,70
Viento (Q)		
Nieve (Q)		1,70
Sismo (A)		

Situación 2		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1,05	1,05
Sobrecarga (Q)		1,27
Viento (Q)	1,27	1,27
Nieve (Q)		1,27
Sismo (A)		

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Situación 3		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	0,90
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	1,30	1,30
Nieve (Q)		
Sismo (A)		

Situación 4		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,40
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Sismo (A)	-1,40	1,40

Acero conformado: NCh427

Acero laminado: NCh427

Tensiones sobre el terreno

Desplazamientos

Situación 1		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,70
Viento (Q)		
Nieve (Q)		1,70
Sismo (A)		

Situación 2		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1,05	1,05
Sobrecarga (Q)		1,27
Viento (Q)	1,27	1,27
Nieve (Q)		1,27
Sismo (A)		

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Situación 3		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	0,90
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)	1,30	1,30
Nieve (Q)		
Sismo (A)		

Situación 4		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0,90	1,40
Sobrecarga (Q)		1,40
Viento (Q)		
Nieve (Q)		
Sismo (A)	-1,40	1,40

6.4. Combinaciones

Nombres de las hipótesis

G	Carga permanente
Q	Sobrecarga de uso
V1(0°)	0 grados. Presión exterior tipo 1
V2(0°)	0 grados. Presión exterior tipo 2
V1(180°)	180 grados. Presión exterior tipo 1
V2(180°)	180 grados. Presión exterior tipo 2
V(90°)	90 grados
V(270°)	270 grados
SX	Sismo X
SY	Sismo Y
N	Hipótesis de nieve genérica

E.L.U. de rotura. Hormigón: ACI 318-99 (Chile)

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: ACI 318-99 (Chile)

Comb.	G	Q	V1(0°)	V2(0°)	V1(180°)	V2(180°)	V(90°)	V(270°)	SX	SY	N
1	0,900										
2	1,400										
3	0,900	1,700									
4	1,400	1,700									

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

5	0,900										1,700
6	1,400										1,700
7	0,900	1,700									1,700
8	1,400	1,700									1,700
9	1,050		1,275								
10	1,050	1,275	1,275								
11	1,050			1,275							
12	1,050	1,275		1,275							
13	1,050				1,275						
14	1,050	1,275			1,275						
15	1,050					1,275					
16	1,050	1,275				1,275					
17	1,050						1,275				
18	1,050	1,275					1,275				
19	1,050							1,275			
20	1,050	1,275						1,275			
21	1,050		1,275								1,275
22	1,050	1,275	1,275								1,275
23	1,050			1,275							1,275
24	1,050	1,275		1,275							1,275
25	1,050				1,275						1,275
26	1,050	1,275			1,275						1,275
27	1,050					1,275					1,275
28	1,050	1,275				1,275					1,275
29	1,050						1,275				1,275
30	1,050	1,275					1,275				1,275
31	1,050							1,275			1,275
32	1,050	1,275						1,275			1,275
33	0,900		1,300								
34	0,900			1,300							
35	0,900				1,300						
36	0,900					1,300					
37	0,900						1,300				
38	0,900							1,300			
39	0,900								-1,400		
40	1,400								-1,400		
41	0,900	1,400							-1,400		
42	1,400	1,400							-1,400		
43	0,900								1,400		
44	1,400								1,400		
45	0,900	1,400							1,400		
46	1,400	1,400							1,400		
47	0,900									-1,400	
48	1,400									-1,400	
49	0,900	1,400								-1,400	
50	1,400	1,400								-1,400	
51	0,900									1,400	
52	1,400									1,400	
53	0,900	1,400								1,400	
54	1,400	1,400								1,400	

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Acero conformado: NCh427

Acero laminado: NCh427

Tensiones sobre el terreno

Desplazamientos

Comb.	G	Q	V1(0°)	V2(0°)	V1(180°)	V2(180°)	V(90°)	V(270°)	SX	SY	N
1	0,900										
2	1,400										
3	0,900	1,700									
4	1,400	1,700									
5	0,900										1,700
6	1,400										1,700
7	0,900	1,700									1,700
8	1,400	1,700									1,700
9	1,050		1,275								
10	1,050	1,275	1,275								
11	1,050			1,275							
12	1,050	1,275		1,275							
13	1,050				1,275						
14	1,050	1,275			1,275						
15	1,050					1,275					
16	1,050	1,275				1,275					
17	1,050						1,275				
18	1,050	1,275					1,275				
19	1,050							1,275			
20	1,050	1,275						1,275			
21	1,050		1,275								1,275
22	1,050	1,275	1,275								1,275
23	1,050			1,275							1,275
24	1,050	1,275		1,275							1,275
25	1,050				1,275						1,275
26	1,050	1,275			1,275						1,275
27	1,050					1,275					1,275
28	1,050	1,275				1,275					1,275
29	1,050						1,275				1,275
30	1,050	1,275					1,275				1,275
31	1,050							1,275			1,275
32	1,050	1,275						1,275			1,275
33	0,900		1,300								
34	0,900			1,300							
35	0,900				1,300						
36	0,900					1,300					
37	0,900						1,300				
38	0,900							1,300			
39	0,900								-1,400		
40	1,400								-1,400		
41	0,900	1,400							-1,400		
42	1,400	1,400							-1,400		
43	0,900								1,400		
44	1,400								1,400		
45	0,900	1,400							1,400		
46	1,400	1,400							1,400		
47	0,900									-1,400	

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

48	1,400									-1,400	
49	0,900	1,400								-1,400	
50	1,400	1,400								-1,400	
51	0,900									1,400	
52	1,400									1,400	
53	0,900	1,400								1,400	
54	1,400	1,400								1,400	

6.5. Sismo dinámico

6.5.1. Datos generales de sismo

Norma Chilena Oficial
Diseño Sísmico de Edificios

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden
Acción sísmica según X
Acción sísmica según Y

Pañaflor (Región METROPOLITANA) Zona 2
Aceleración efectiva $A_0 = 0.30 \text{ g}$
Tipo de suelo: Tipo III
Tipo de edificación: Categoría D: $I = 0.6$
Número de modos: 6
Factor de modificación de la respuesta: 7.00

6.5.2. Coeficientes de participación

Modos	T	Lx	Ly	Mx	My	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	0.155	0	1	0 %	26.43 %	R = 4.38 A = 0.772 m/s ² D = 0.47131 mm	R = 2.97 A = 1.138 m/s ² D = 0.695 mm
Modo 2	0.49	1	0	77.56 %	0 %	R = 4.38 A = 1.242 m/s ² D = 7.55033 mm	R = 2.97 A = 1.832 m/s ² D = 11.1338 mm
Modo 3	0.206	0	1	0 %	46.21 %	R = 4.38 A = 0.882 m/s ² D = 0.94417 mm	R = 2.97 A = 1.301 m/s ² D = 1.39228 mm
Modo 4	0.155	0	1	0 %	26.43 %	R = 4.38 A = 0.772 m/s ² D = 0.47131 mm	R = 2.97 A = 1.138 m/s ² D = 0.695 mm

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Modo 5	0.448	1	0	2.06 %	0 %	R = 4.38 A = 1.226 m/s ² D = 6.22759 mm	R = 2.97 A = 1.808 m/s ² D = 9.18326 mm
Modo 6	0.34	1	0	20.14 %	0 %	R = 4.38 A = 1.122 m/s ² D = 3.29443 mm	R = 2.97 A = 1.655 m/s ² D = 4.85799 mm

- T = Periodo de vibración en segundos.
- Lx, Ly = Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.
- Mx, My = Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.
- R = Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.
- A = Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.
- D = Coeficiente del modo, equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

	Masa total desplazada
Masa X	99,76%
Masa Y	99,08%

7. Cálculos pórtico

En la siguiente figura podemos apreciar el diseño de la estructura metálica del edificio de servicios y los tipos de perfiles que lo configuran:

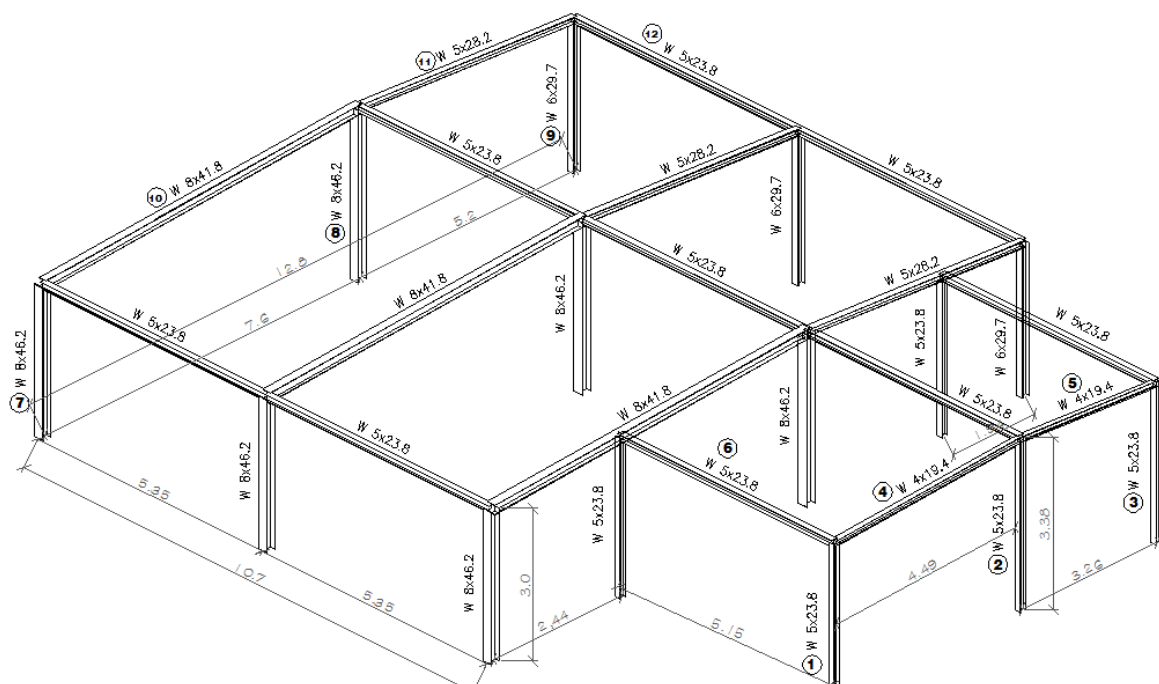


Fig 2. Esquema de la estructura metálica del edificio de servicios.

Los cálculos expuestos a continuación consisten en los obtenidos en los pórticos extremos de la estructura. Estos son representativos de los otros elementos de la estructura metálica.

7.1. Geometría

Materiales utilizados

Referencias:

- E: Módulo de elasticidad
- G: Módulo de cortadura
- σ_e : Límite elástico
- $\alpha \cdot t$: Coeficiente de dilatación
- γ : peso específico

Materiales utilizados					
Material	E (GPa)	G (GPa)	σ_e (GPa)	$\alpha \cdot t$ (m/m°C)	γ (kN/m³)
Acero (A42-27ES)	206,01	79,23	0,26	1.2e-005	77,01

7.1.1. Descripción

Referencias:

- Ni: Nudo inicial
- Nf: Nudo final
- β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
- β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
- $Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
- $Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

Descripción								
Numeración	Barra (Ni/Nf)	Material	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
7	N1/N2	Acero (A42-27ES)	W 8x46.2 (W)	3.00	0.00	1.33	3.00	3.00
8	N3/N4	Acero (A42-27ES)	W 8x46.2 (W)	3.38	0.00	1.33	3.38	3.38
10	N2/N4	Acero (A42-27ES)	W 8x41.8 (W)	7.61	0.13	0.73	1.00	7.61
9	N5/N6	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7 (W)	3.00	0.00	1.33	3.00	3.00
11	N6/N4	Acero (A42-27ES)	W 5x28.2 (W)	5.21	0.19	0.73	1.00	5.21
12	N6/N12	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	5.40	1.00	1.00	-	-
1	N23/N24	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	3.16	1.00	1.00	-	-
2	N25/N26	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	3.38	0.00	1.17	3.38	3.38
4	N24/N26	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	4.50	0.22	0.76	1.00	4.50

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

3	N27/N28	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	3.14	0.00	1.17	3.14	3.14
5	N26/N28	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	3.27	0.31	0.76	1.00	3.27
6	N20/N24	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	5.15	1.00	1.00	-	-

7.1.2. Características mecánicas

Referencias:

- A: Sección
- Iyy: Inercia flexión Iyy
- Izz: Inercia flexión Izz
- Ixx: Inercia torsión

Tipos de pieza	
Tipo	Piezas
1	N1/N2 y N3/N4
2	N2/N4
3	N5/N6
4	N6/N4
5	N6/N12
6	N23/N24, N25/N26, N27/N28 y N20/N24
7	N24/N26 y N26/N28

Características mecánicas						
Tipo	Material	Descripción	A (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	Ixx (cm ⁴)
1	Acero (A42-27ES)	W 8x46.2, Perfil simple, (W)	58.90	4580.00	1540.00	27.30
2	Acero (A42-27ES)	W 8x41.8, Perfil simple, (W)	53.20	4080.00	901.00	27.30
3	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7, Perfil simple, (W)	37.90	1720.00	553.00	12.60
4	Acero (A42-27ES)	W 5x28.2, Perfil simple, (W)	35.90	1090.00	380.00	16.40
5	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8, Perfil simple, (W)	30.40	892.00	312.00	9.73
6	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8, Perfil simple, (W)	30.40	892.00	312.00	9.73
7	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4, Perfil simple, (W)	24.70	473.00	160.00	7.71

Nota: Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

7.2. Tabla de medición

Referencias:

- Ni: Nudo inicial
- Nf: Nudo final

Tabla de medición						
Numeración	Pieza (Ni/Nf)	Material	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Peso (kp)
7	N1/N2	Acero (A42-27ES)	W 8x46.2 (W)	3.00	0.018	138.71

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

8	N3/N4	Acero (A42-27ES)	W 8x46.2 (W)	3.38	0.020	156.28
10	N2/N4	Acero (A42-27ES)	W 8x41.8 (W)	7.61	0.040	317.79
9	N5/N6	Acero (A42-27ES)	W 6x29.7 (W)	3.00	0.011	89.25
11	N6/N4	Acero (A42-27ES)	W 5x28.2 (W)	5.21	0.019	146.93
12	N6/N12	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	5.40	0.016	128.87
1	N23/N24	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	3.16	0.010	75.31
2	N25/N26	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	3.38	0.010	80.66
4	N24/N26	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	4.50	0.011	87.17
3	N27/N28	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	3.14	0.010	74.98
5	N26/N28	Acero (A42-27ES)	W 4x19.4 (W)	3.27	0.008	63.38
6	N20/N24	Acero (A42-27ES)	W 5x23.8 (W)	5.15	0.016	122.90

7.3. Resultados

7.3.1. Esfuerzos

Referencias:

- N: Esfuerzo axil (kN)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
- Mt: Momento torsor (kN·m)
- My: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

7.3.2. Resistencia

Referencias:

- N: Esfuerzo axil (kN)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)
- Mt: Momento torsor (kN·m)
- My: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100\%$.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N(kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N1/N2	23.25	3.000	-16.402	0.000	-7.059	0.000	15.203	0.000	G	Cumple
N3/N4	37.25	0.000	7.155	11.293	-1.454	0.000	-1.758	13.991	GV	Cumple
N2/N4	44.05	7.609	-6.248	0.000	16.387	0.000	-19.928	0.000	G	Cumple
N5/N6	33.08	0.000	-4.334	4.195	4.701	0.001	2.996	4.970	GV	Cumple
N6/N4	42.99	5.214	-2.315	0.000	11.270	0.000	-11.244	0.000	G	Cumple
N6/N12	4.88	2.700	0.000	0.000	0.000	0.000	1.195	0.000	G	Cumple
N23/N24	59.34	0.000	-2.941	-4.497	-4.511	-0.004	-2.975	-6.438	GV	Cumple
N25/N26	56.16	0.000	3.367	-6.680	-0.481	-0.002	-0.652	-6.955	GV	Cumple
N24/N26	46.22	4.496	-1.592	0.000	8.577	0.000	-6.428	0.000	G	Cumple
N27/N28	43.76	0.000	-2.432	-3.236	3.855	0.000	2.382	-4.587	GV	Cumple
N26/N28	31.26	3.269	-0.580	0.000	6.638	0.000	-4.421	0.000	G	Cumple
N20/N24	4.44	2.575	0.000	0.000	0.000	0.000	1.087	0.000	G	Cumple

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

7.3.3. Flechas

Referencias:

- Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
- L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N1/N2	1.286	3.80	1.500	0.70	1.286	7.61	1.286	0.99
	1.286	L/788.9	1.500	L/(>1000)	1.286	L/788.9	1.500	L/(>1000)
N3/N4	1.479	9.53	1.479	0.48	1.479	19.06	1.056	0.79
	1.479	L/354.7	2.324	L/(>1000)	1.479	L/354.7	2.535	L/(>1000)
N2/N4	4.566	3.57	3.805	6.72	4.566	7.14	3.805	9.17
	4.566	L/(>1000)	3.805	L/(>1000)	4.566	L/(>1000)	3.805	L/(>1000)
N5/N6	1.286	8.07	1.500	0.65	1.286	16.14	1.286	0.98
	1.286	L/371.7	1.500	L/(>1000)	1.286	L/371.7	1.714	L/(>1000)
N6/N4	3.128	4.04	2.346	4.04	3.128	8.09	2.346	6.10
	3.128	L/(>1000)	2.346	L/(>1000)	3.128	L/(>1000)	2.346	L/(>1000)
N6/N12	5.400	6.88	2.700	2.02	5.400	13.63	2.700	0.74
	5.400	L/(>1000)	5.400	L/(>1000)	5.400	L/(>1000)	5.400	L/(>1000)
N23/N24	1.381	7.58	1.184	2.10	1.381	15.16	1.184	3.69
	1.381	L/416.4	1.184	L/(>1000)	1.381	L/416.4	1.184	L/(>1000)
N25/N26	1.479	5.41	1.056	1.38	1.479	10.81	0.845	2.70
	1.479	L/625.3	0.845	L/(>1000)	1.479	L/625.3	0.845	L/(>1000)
N24/N26	2.697	4.42	2.248	5.83	2.697	8.84	2.023	8.73
	2.697	L/(>1000)	2.248	L/771.1	2.697	L/(>1000)	2.248	L/788.4
N27/N28	1.375	10.76	1.178	1.67	1.375	21.53	0.982	3.26
	1.375	L/291.9	0.982	L/(>1000)	1.375	L/291.9	0.982	L/(>1000)
N26/N28	1.839	2.33	1.021	1.85	1.839	4.66	1.021	2.92
	1.839	L/(>1000)	1.021	L/(>1000)	1.839	L/(>1000)	1.021	L/(>1000)
N20/N24	3.541	0.00	2.575	1.66	3.541	0.00	2.575	0.59
	-	L/(>1000)	2.575	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.575	L/(>1000)

7.4. Resumen de medición estructura metálica

A continuación se presenta la tabla resumen de medición de toda la estructura metálica que conforma el edificio de servicios. Como ya se ha especificado con anterioridad el acero estructural utilizado será Acero (A42-27ES).

Descripción		Longitud			Volumen			Peso		
Perfil	Serie	Perfil	Serie	Material	Perfil	Serie	Material	Perfil	Serie	Material
		(m)	(m)	(m)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(kp)	(kp)	(kp)
W 8x46.2, Perfil simple W 8x41.8, Perfil simple W 6x29.7, Perfil simple W 5x28.2, Perfil simple W 5x23.8, Perfil simple W 8x46.2, Perfil simple W 4x19.4, Perfil simple	W	19.14			0.113			884.97		
		22.83			0.121			953.36		
		9.00			0.034			267.76		
		15.64			0.056			440.80		
		63.83			0.194			1523.14		
		3.38			0.020			156.28		
		15.53			0.038			301.09		
			149.34			0.577			4527.41	
TOTALES			149.34		0.577		4527.41			

8. Placas de anclaje

8.1. Descripción

Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N1,N7,N13	Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 15 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x30x5.0)	4Ø15.87 mm L=60 cm Gancho a 180 grados
N3,N15	Ancho X: 400 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 15 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: 2(100x0x5.0) Paralelos Y: -	4Ø19.05 mm L=50 cm Gancho a 180 grados
N5,N11,N17	Ancho X: 300 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 15 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 1(100x30x5.0)	4Ø12.66 mm L=55 cm Gancho a 180 grados
N9	Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 15 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: 2(100x30x5.0) Paralelos Y: 2(100x30x5.0)	4Ø15.87 mm L=60 cm Gancho a 180 grados
N19,N21, N23,N25,N27	Ancho X: 300 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 15 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: 2(100x0x5.0) Paralelos Y: -	4Ø15.87 mm L=40 cm Gancho a 180 grados

8.2. Medición placas de anclaje

Pilares	Acero	Peso kp	Totales kp
N1, N7, N13	A42-27ES	3 x 16.77	
N3, N15	A42-27ES	2 x 21.21	
N5, N11, N17	A42-27ES	3 x 10.96	
N9	A42-27ES	1 x 17.47	
N19,N21, N23,N25,N27	A42-27ES	5 x 12.27	
			225.64
Totales			225.64

8.3. Medición pernos placas de anclaje

Pilares	Pernos	Acero	Longitud m	Peso kp	Totales m	Totales kp
N1, N7, N13	12Ø15.87 mm L=83 cm	A-307 (liso)	12 x 0.83	12 x 1.29		
N3, N15	8Ø19.05 mm L=77 cm	A-307 (liso)	8 x 0.77	8 x 1.73		
N5, N11, N17	12Ø12.66 mm L=74 cm	A-307 (liso)	12 x 0.74	12 x 0.73		
N9	4Ø15.87 mm L=83 cm	A-307 (liso)	4 x 0.83	4 x 1.29		
N1, N5, N7, N9, N11	20Ø15.87 mm L=63 cm	A-307 (liso)	20 x 0.63	20 x 0.98		
					44.53	70.72
Totales					44.53	70.72

8.4. Comprobación de las placas de anclaje

Como modo de ejemplo se ha introducido la comprobación de una de las placas de anclaje:

Referencia: N1

- Placa base: Ancho X: 350 mm Ancho Y: 350 mm Espesor: 15 mm
- Pernos: 4Ø15.87 mm L=60 cm Gancho a 180 grados
- Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada
- Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x30x5.0)

Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 1.5 diámetros	Mínimo: 23 mm Calculado: 270 mm	Cumple

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Separación mínima pernos-borde: <i>2 diámetros</i>	Mínimo: 31 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 43	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: Tracción:	Máximo: 41.54 kN Calculado: 22.56 kN	Cumple
Cortante:	Máximo: 29.08 kN Calculado: 2.18 kN	Cumple
Tracción + Cortante:	Máximo: 41.54 kN Calculado: 25.68 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 40.14 kN Calculado: 22.56 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 202.74 MPa Calculado: 115.893 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 63.05 kN Calculado: 2.18 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: Derecha:	Máximo: 176.58 MPa Calculado: 122.151 MPa	Cumple
Izquierda:	Calculado: 103.258 MPa	Cumple
Arriba:	Calculado: 35.3232 MPa	Cumple
Abajo:	Calculado: 52.3653 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> Derecha:	Mínimo: 250 Calculado: 790.065	Cumple
Izquierda:	Calculado: 1018.42	Cumple
Arriba:	Calculado: 39181	Cumple
Abajo:	Calculado: 23699.9	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 176.58 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

En el *Plano 24.4* se puede apreciar los detalles y ubicaciones de cada una de las placas de anclaje anteriormente descritas.

9. Cimentaciones

En el *Plano 13.2* se aprecian las distribuciones de las cimentaciones conjuntamente con las redes de saneamiento.

9.1. Elementos de cimentación aislados

9.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N1 y N13	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 62.5 cm Ancho inicial Y: 62.5 cm Ancho final X: 62.5 cm Ancho final Y: 62.5 cm Ancho zapata X: 125.0 cm Ancho zapata Y: 125.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 5Ø22 c/ 26 Sup Y: 5Ø22 c/ 26 Inf X: 5Ø22 c/ 26 Inf Y: 5Ø22 c/ 26
N3 y N15	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 85.0 cm Ancho inicial Y: 85.0 cm Ancho final X: 85.0 cm Ancho final Y: 85.0 cm Ancho zapata X: 170.0 cm Ancho zapata Y: 170.0 cm Canto: 70.0 cm	Sup X: 6Ø22 c/ 30 Sup Y: 6Ø22 c/ 30 Inf X: 6Ø22 c/ 30 Inf Y: 6Ø22 c/ 30
N5 y N17	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 60.0 cm Ancho inicial Y: 60.0 cm Ancho final X: 60.0 cm Ancho final Y: 60.0 cm Ancho zapata X: 120.0 cm Ancho zapata Y: 120.0 cm Canto: 70.0 cm	Sup X: 4Ø22 c/ 30 Sup Y: 4Ø22 c/ 30 Inf X: 4Ø22 c/ 30 Inf Y: 4Ø22 c/ 30
N7	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 82.5 cm Ancho inicial Y: 82.5 cm Ancho final X: 82.5 cm Ancho final Y: 82.5 cm Ancho zapata X: 165.0 cm Ancho zapata Y: 165.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 6Ø22 c/ 26 Sup Y: 6Ø22 c/ 26 Inf X: 6Ø22 c/ 26 Inf Y: 6Ø22 c/ 26

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

N9	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 77.5 cm Ancho inicial Y: 77.5 cm Ancho final X: 77.5 cm Ancho final Y: 77.5 cm Ancho zapata X: 155.0 cm Ancho zapata Y: 155.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 6Ø22 c/ 26 Sup Y: 6Ø22 c/ 26 Inf X: 6Ø22 c/ 26 Inf Y: 6Ø22 c/ 26
N11	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 70.0 cm Ancho inicial Y: 70.0 cm Ancho final X: 70.0 cm Ancho final Y: 70.0 cm Ancho zapata X: 140.0 cm Ancho zapata Y: 140.0 cm Canto: 70.0 cm	Sup X: 5Ø22 c/ 30 Sup Y: 5Ø22 c/ 30 Inf X: 5Ø22 c/ 30 Inf Y: 5Ø22 c/ 30
N19 y N23	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 65.0 cm Ancho inicial Y: 65.0 cm Ancho final X: 65.0 cm Ancho final Y: 65.0 cm Ancho zapata X: 130.0 cm Ancho zapata Y: 130.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 5Ø18 c/ 23 Sup Y: 5Ø18 c/ 23 Inf X: 5Ø18 c/ 23 Inf Y: 5Ø18 c/ 23
N21 y N27	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 60.0 cm Ancho inicial Y: 60.0 cm Ancho final X: 60.0 cm Ancho final Y: 60.0 cm Ancho zapata X: 120.0 cm Ancho zapata Y: 120.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 5Ø18 c/ 23 Sup Y: 5Ø18 c/ 23 Inf X: 5Ø18 c/ 23 Inf Y: 5Ø18 c/ 23
N25	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 70.0 cm Ancho inicial Y: 70.0 cm Ancho final X: 70.0 cm Ancho final Y: 70.0 cm Ancho zapata X: 140.0 cm Ancho zapata Y: 140.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 6Ø18 c/ 23 Sup Y: 6Ø18 c/ 23 Inf X: 6Ø18 c/ 23 Inf Y: 6Ø18 c/ 23

9.1.2. Medición

Referencias: N1 y N13		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø22	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	5x1.83	9.15
	Peso (kg)	5x5.46	27.30
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.83	9.15

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

	Peso (kg)	5x5.46	27.30
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	5x1.83	9.15
	Peso (kg)	5x5.46	27.30
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.83	9.15
	Peso (kg)	5x5.46	27.30
Totales	Longitud (m)	36.60	
	Peso (kg)	109.20	109.20
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	40.26	
	Peso (kg)	120.12	120.12

Referencias: N3 y N15		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø22	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x2.28	13.68
	Peso (kg)	6x6.80	40.82
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x2.28	13.68
	Peso (kg)	6x6.80	40.82
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	6x2.28	13.68
	Peso (kg)	6x6.80	40.82
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	6x2.28	13.68
	Peso (kg)	6x6.80	40.82
Totales	Longitud (m)	54.72	
	Peso (kg)	163.28	163.28
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	60.19	
	Peso (kg)	179.61	179.61

Referencias: N5 y N17		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø22	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	4x1.87	7.48
	Peso (kg)	4x5.58	22.32
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	4x1.86	7.44
	Peso (kg)	4x5.55	22.20
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	4x1.87	7.48
	Peso (kg)	4x5.58	22.32
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	4x1.86	7.44
	Peso (kg)	4x5.55	22.20
Totales	Longitud (m)	29.84	
	Peso (kg)	89.04	89.04
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	32.82	
	Peso (kg)	97.94	97.94

Referencias: N7		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø22	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x2.23	13.38
	Peso (kg)	6x6.65	39.93
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x2.23	13.38
	Peso (kg)	6x6.65	39.93
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	6x2.23	13.38
	Peso (kg)	6x6.65	39.93

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	6x2.23	13.38
	Peso (kg)	6x6.65	39.93
Totales	Longitud (m)	53.52	
	Peso (kg)	159.72	159.72
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	58.87	
	Peso (kg)	175.69	175.69

Referencias: N9		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø22	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x2.13	12.78
	Peso (kg)	6x6.36	38.14
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x2.13	12.78
	Peso (kg)	6x6.36	38.14
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	6x2.13	12.78
	Peso (kg)	6x6.36	38.14
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	6x2.13	12.78
	Peso (kg)	6x6.36	38.14
Totales	Longitud (m)	51.12	
	Peso (kg)	152.56	152.56
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	56.23	
	Peso (kg)	167.82	167.82

Referencias: N11		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø22	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	5x1.98	9.90
	Peso (kg)	5x5.91	29.54
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.98	9.90
	Peso (kg)	5x5.91	29.54
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	5x1.98	9.90
	Peso (kg)	5x5.91	29.54
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.98	9.90
	Peso (kg)	5x5.91	29.54
Totales	Longitud (m)	39.60	
	Peso (kg)	118.16	118.16
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	43.56	
	Peso (kg)	129.98	129.98

Referencias: N19 y N23		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø18	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	5x1.78	8.90
	Peso (kg)	5x3.56	17.78
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.78	8.90
	Peso (kg)	5x3.56	17.78
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	5x1.78	8.90
	Peso (kg)	5x3.56	17.78
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.78	8.90
	Peso (kg)	5x3.56	17.78
Totales	Longitud (m)	35.60	
	Peso (kg)	71.12	71.12

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	39.16	
	Peso (kg)	78.23	78.23

Referencias: N21 y N27		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø18	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	5x1.68	8.40
	Peso (kg)	5x3.36	16.78
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.68	8.40
	Peso (kg)	5x3.36	16.78
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	5x1.68	8.40
	Peso (kg)	5x3.36	16.78
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.68	8.40
	Peso (kg)	5x3.36	16.78
Totales	Longitud (m)	33.60	
	Peso (kg)	67.12	67.12
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	36.96	
	Peso (kg)	73.83	73.83

Referencias: N25		A-63-42H	Total
Nombre de armado		Ø18	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x1.88	11.28
	Peso (kg)	6x3.76	22.53
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.88	11.28
	Peso (kg)	6x3.76	22.53
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	6x1.88	11.28
	Peso (kg)	6x3.76	22.53
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	6x1.88	11.28
	Peso (kg)	6x3.76	22.53
Totales	Longitud (m)	45.12	
	Peso (kg)	90.12	90.12
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	49.63	
	Peso (kg)	99.13	99.13

9.1.3. Resumen de Medición

Elemento	A-63-42H (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø18	Ø22	Total	H25	Limpieza
Referencias: N1 y N13		2x120.12	240,24	2x1.25	2x0.16
Referencias: N3 y N15		2x179.61	359,22	2x2.02	2x0.29
Referencias: N5 y N17		2x97.94	195,88	2x1.01	2x0.14
Referencia: N7		175.69	175.69	2.18	0.27
Referencia: N9		167.82	167.82	1.92	0.24
Referencia: N11		129.98	129.98	1.37	0.20
Referencias: N19 y N23	2x78.23		156.46	2x1.01	2x0.17
Referencias: N21 y N27	2x73.83		147.66	2x0.86	2x0.14
Referencia: N25	99.13		99.13	1.18	0.20
Totales	403.25	1439,96	1672,08	18,96	2,71

9.1.4. Comprobación

Como modo de ejemplo se ha introducido la comprobación de una de las cimentaciones:

Referencia: N1

- Dimensiones: 125 x 125 x 80
- Armados: Xi:Ø22 c/ 26 Yi:Ø22 c/ 26 Xs:Ø22 c/ 26 Ys:Ø22 c/ 26

Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.196 MPa Calculado: 0.0604296 MPa	Cumple
Tensión media en situaciones accidentales (sismo):	Máximo: 0.294 MPa Calculado: 0.0379647 MPa	Cumple
Tensión máxima acc. gravitatorias:	Máximo: 0.244956 MPa Calculado: 0.075537 MPa	Cumple
Tensión máxima con acc. de viento:	Máximo: 0.244956 MPa	
Tensión máxima con acc. sísmicas:	Máximo: 0.367483 MPa Calculado: 0.0780876 MPa	Cumple
Flexión en la zapata:		
En dirección X:	Momento: 6.45 kN·m	Cumple
En dirección Y:	Momento: 5.75 kN·m	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
En dirección X:	Reserva seguridad: 22.2 %	Cumple
En dirección Y:	Reserva seguridad: 41.8 %	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
	Máximo: 5886 kN/m ² Calculado: 21.8763 kN/m ²	Cumple
Cortante en la zapata:		
En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Canto mínimo: <i>Capítulo 15.7 (norma ACI-CHILE 318-95)</i>		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: N1:		
	Mínimo: 65 cm Calculado: 71 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Capítulo 7.12 (norma ACI-CHILE 318-95)</i>		
Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0018 Calculado: 0.0019	Cumple
Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0019	Cumple
Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0019	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
Parrilla inferior:	Mínimo: 10 mm Calculado: 22 mm	Cumple
Parrilla superior:	Calculado: 22 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 30 cm	
Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:		
<i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
	Mínimo: 10 cm	
Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud de anclaje:		
<i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. ed. INTEMAC, 1991</i>		
	Mínimo: 35 cm	
Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 35 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
	Mínimo: 35 cm	
Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 35 cm	Cumple
Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 35 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Todas las cimentaciones cumplen con las comprobaciones anteriormente descritas. En los *Planos 24* se puede apreciar los detalles y ubicaciones de cada una de las cimentaciones de la estructura del edificio de servicios.

9.1. Vigas

9.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
C [N5-N11], C [N11-N17], C [N1-N7], C [N7-N13], C [N3-N9] y C [N9-N15]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø16 Inferior: 2 Ø16 Estribos: 1xØ10 c/ 20
C [N17-N15] y C [N5-N3]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø16 Inferior: 2 Ø16 Estribos: 1xØ10 c/ 20
C [N15-N13] y C [N3-N1]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø16 Inferior: 2 Ø16 Estribos: 1xØ10 c/ 20
C [N25-N27]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø16 Inferior: 2 Ø16 Estribos: 1xØ10 c/ 20
C [N23-N25]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø16 Inferior: 2 Ø16 Estribos: 1xØ10 c/ 20
C [N19-N23] y C [N21-N27]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø16 Inferior: 2 Ø16 Estribos: 1xØ10 c/ 20

9.1.2. Medición

Referencias: C [N5-N11], C [N11-N17], C [N1-N7], C [N7-N13], C [N3-N9] y C [N9-N15]		A-63-42H		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø16	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)	2x6.00	12.00	9.20
	Peso (kg)	2x9.47	18.94	14.52
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)	2x6.00	12.00	9.20
	Peso (kg)	2x9.47	18.94	14.52
Armado viga - Estribo	Longitud (m)		29.92	19.04
	Peso (kg)		18.45	11.74
Totales	Longitud (m)	24.00		
	Peso (kg)	37.88	56.33	40.78
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	26.40		
	Peso (kg)	41.66	61.96	44.86

Referencias: C [N17-N15] y C [N5-N3]		A-63-42H		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø16	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x5.80	11.60
	Peso (kg)		2x9.15	18.31

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x5.80	11.60
	Peso (kg)		2x9.15	18.31
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	20x1.36		27.20
	Peso (kg)	20x0.84		16.77
Totales	Longitud (m)	27.20	23.20	
	Peso (kg)	16.77	36.62	53.39
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	29.92	25.52	
	Peso (kg)	18.45	40.28	58.73

Referencias: C [N15-N13] y C [N3-N1]		A-63-42H		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø16	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x8.20	16.40
	Peso (kg)		2x12.94	25.88
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x8.20	16.40
	Peso (kg)		2x12.94	25.88
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	32x1.36		43.52
	Peso (kg)	32x0.84		26.83
Totales	Longitud (m)	43.52	32.80	
	Peso (kg)	26.83	51.76	78.59
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	47.87	36.08	
	Peso (kg)	29.51	56.94	86.45

Referencias: C [N27-N25]		A-63-42H		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø16	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x3.86	7.72
	Peso (kg)		2x6.09	12.18
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x3.86	7.72
	Peso (kg)		2x6.09	12.18
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	11x1.36		14.96
	Peso (kg)	11x0.84		9.22
Totales	Longitud (m)	14.96	15.44	
	Peso (kg)	9.22	24.36	33.58
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	16.46	16.98	
	Peso (kg)	10.14	26.80	36.94

Referencias: C [N23-N25]		A-63-42H		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø16	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x8.20	16.40
	Peso (kg)		2x12.94	25.88
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x8.20	16.40
	Peso (kg)		2x12.94	25.88
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	32x1.36		43.52
	Peso (kg)	32x0.84		26.83
Totales	Longitud (m)	43.52	32.80	
	Peso (kg)	26.83	51.76	78.59
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	47.87	36.08	
	Peso (kg)	29.51	56.94	86.45

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Referencias: C [N19-N23] y C [N21-N27]		A-63-42H		Total
Nombre de armado		Ø10	Ø16	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x5.75	11.50
	Peso (kg)		2x9.08	18.15
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x5.75	11.50
	Peso (kg)		2x9.08	18.15
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	21x1.36		28.56
	Peso (kg)	21x0.84		17.61
Totales	Longitud (m)	28.56	23.00	
	Peso (kg)	17.61	36.30	53.91
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	31.42	25.30	
	Peso (kg)	19.37	39.93	59.30

9.1.3. Resumen de Medición

Elemento	A-63-42H (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø10	Ø16	Total	H25	Limpieza
Referencias: C [N5-N11], C [N11-N17], C [N1-N7], C [N7-N13], C [N3-N9] y C [N9-N15]	6x20.29	6x41.67	371.76	6x0.66	6x0.16
Referencias: C [N17-N15] y C [N5-N3]	2x18.45	2x40.28	117.46	2x0.60	2x0.15
Referencias: C [N15-N13] y C [N3-N1]	2x29.51	2x56.94	172.90	2x0.98	2x0.25
Referencias: C [N27-N25]	10.14	26.80	36,94	0.30	0.07
Referencias: C [N23-N25]	15.68	35.35	51,03	0.49	0.12
Referencias: C [N19-N23] y C [N21-N27]	2x19.37	2x39.93	118.60	2x0.62	2x0.15
Totales	282,22	586,47	868,69	9,11	2,28

9.1.4. Comprobación

Como modo de ejemplo se ha introducido la comprobación de una de las vigas:

Referencia: C.1 [N5-N11] (Viga de atado)

- Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
- Armadura superior: 2 Ø16
- Armadura inferior: 2 Ø16
- Estribos: 1xØ10 c/ 20

Comprobación	Valores	Estado
Recomendación para el ancho mínimo de la viga de atado: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 21.8.3.2 (pag.503).</i>	Mínimo: 20.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recomendación para el canto mínimo de la viga de atado: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 21.8.3.2 (pag.503).</i>	Mínimo: 20.5 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 8 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 7.6 (norma ACI-Chile)</i>	Mínimo: 4 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 7.6 (norma ACI-Chile)</i> Armadura superior:	Mínimo: 4 cm Calculado: 24.8 cm	Cumple

ANEJO 14: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS EDIFICIO DE SERVICIOS del del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Armadura inferior:	Calculado: 24.8 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
Sin cortantes:	Máximo: 30 cm	
<i>Artículo 44.2.3.4.1 (norma EHE-98)</i>	Calculado: 20 cm	Cumple
Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas:	Máximo: 20 cm	
<i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 21.8.3.2 (pag.503).</i>	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal:	Máximo: 50 cm	
<i>Artículo 10.5 (norma ACI-Chile)</i>		
Armadura superior:	Calculado: 24.8 cm	Cumple
Armadura inferior:	Calculado: 24.8 cm	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles:	Mínimo: 6.09 cm ²	
Armadura total (Acciones dinámicas):	Calculado: 8.04 cm ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE Ingenieros basado en el Artículo 38.4 de la EH-91</i>		
Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión:	Mínimo: 0 cm ²	
Acciones dinámicas:	Calculado: 8.04 cm ²	Cumple
<i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 10.3.5.2 (pag.165).</i>		
Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción:	Mínimo: 0 cm ²	
Acciones dinámicas:	Calculado: 8.04 cm ²	Cumple
<i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.15 (pag.125).</i>		
Longitud de anclaje barras superiores origen:	Mínimo: 30 cm	
<i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Calculado: 30 cm	Cumple
Acciones estáticas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Acciones dinámicas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen:	Mínimo: 30 cm	
<i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Calculado: 30 cm	Cumple
Acciones estáticas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Acciones dinámicas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo:	Mínimo: 30 cm	
<i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Calculado: 30 cm	Cumple
Acciones estáticas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Acciones dinámicas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo:	Mínimo: 30 cm	
<i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Calculado: 30 cm	Cumple
Acciones estáticas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Acciones dinámicas:	Calculado: 30 cm	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:	Momento flector: 0.00 kN·m	
Acciones dinámicas:	Axil: ± 0.04 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Todas las vigas cumplen con las comprobaciones anteriormente descritas. En los *Planos 24* se puede apreciar los detalles y ubicaciones de cada una de las cimentaciones de la estructura del edificio de servicios.

Índice

1. Objeto	1
2. Normativa	1
3. Depósito de lixiviados	1
4. Materiales	2
5. Acciones.....	2
6. Datos generales	2
7. Descripción del terreno.....	3
8. Geometría	3
9. Esquema de las fases.....	4
10. Cargas	4
11. Resultados de las fases.....	5
12. Combinaciones.....	6
13. Descripción del armado.....	7
14. Comprobaciones geométricas y de resistencia	8
15. Medición.....	11

1. Objeto

En este anejo se describen las características y medidas del depósito de lixiviados de la planta de compostaje.

Los cálculos se han realizado mediante la aplicación 'Elementos de Cimentación' del programa CYPE Ingenieros. Ajustando los parámetros a la normativa Chilena actual.

2. Normativa

Los elementos a diseñar y construir deberán cumplir con los requerimientos de las Normas y Reglamentos que sean aplicables, utilizando la última versión de cada uno de ellos. En particular serán aplicables:

- Código ACI 318-99. Diseño y calculo de elementos y estructuras de hormigón armado.
- NCh 430-2007. Hormigón Armado – Requisitos de diseño y cálculo
- NCh 148. Cemento – Terminología, clasificación y especificaciones generales.
- NCh 163. Áridos para morteros y hormigones – Requisitos generales.
- NCh 170. Hormigón – Requisitos generales.
- NCh 204. Acero – Barras laminadas en caliente para hormigón armado.
- NCh 433. Diseño sísmico de edificios.
- NCh 1174. Construcción – Alambre de acero, los o con entalladuras, de grado AT56-50H, en forma de barras rectas – Condiciones de uso en el hormigón armado.
- NCh 1498. Hormigón – Agua de amasado – Requisitos.
- NCh 1573. Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso.
- NCh 1934. Hormigón preparado en central hormigonera.
- NCh 2182. Hormigón y mortero – Aditivos – Clasificación y requisitos.
- NCh 2369. Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
- AC 133. Acceptance Criteria for Mechanical Connectors for Steel Bar Reinforcement.
- ACI 318S. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario.
- ACI 318M. Building Code Requirements for Reinforced Concrete and Commentary.

3. Depósito de lixiviados

Se prevé que la planta de compostaje disponga de un depósito para el almacenamiento de los lixiviados generados en ella. Este tendrá unas dimensiones de 25,7 m de largo por 16,7 m de ancho, y una profundidad de 4,5 metros, sobresaliendo un metro por sobre del nivel del suelo para evitar posibles caídas.

El depósito estará construido con muros de hormigón armado en sus cuatro caras. En los *Planos 25* se puede apreciar su geometría y disposición.

El pavimento será de hormigón armado. Se describe en el *Anejo 20: Pavimentos*.

4. Materiales

Hormigón: H25

Acero de barras: A-63-42H

Recubrimiento en el intradós del muro: 3.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 30 mm

5. Acciones

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.30 Porcentaje de sobrecarga: 80 %

Empuje en el intradós: Sin Empuje

Empuje en el trasdós: Activo

6. Datos generales

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 1.00 m

Enrase: Intradós

Longitud del muro en planta: 10.00 m

Separación de las juntas: 5.00 m

Tipo de cimentación: Zapata corrida

Los muros se han calculado con una longitud de 10 m para que una vez obtenido el dimensionado lo único que haya que hacerse es dividir entre 10 y multiplicar por los metros lineales que tenga cada uno de los distintos elementos.

7. Descripción del terreno

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %
 Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 50 %
 Evacuación por drenaje: 100 %
 Porcentaje de empuje pasivo: 50 %
 Cota empuje pasivo: 0.00 m
 Tensión admisible: 0.20 MPa
 Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.60

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficiente de empuje
1. Arena densa	0.00m	Densidad aparente: 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida: 12.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 37.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m ²	Activo trasdós: 0.25 Pasivo intradós: 4.02

8. Geometría

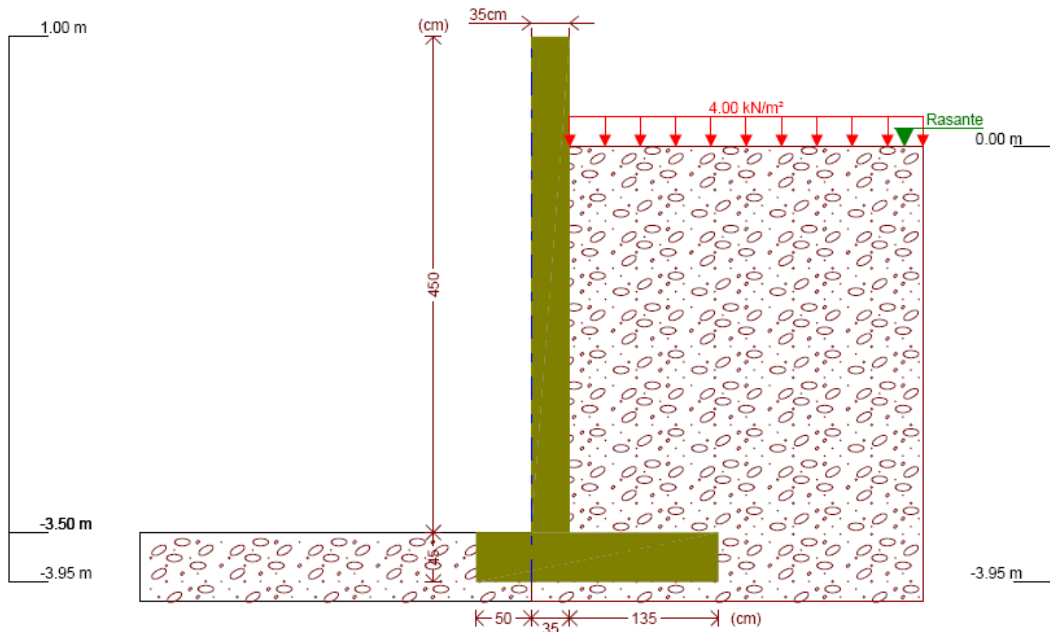
MURO

Altura: 4.50 m Espesor superior: 35.0 cm Espesor inferior: 35.0 cm
--

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón Canto: 45 cm Vuelos intradós / trasdós: 50.0 / 135.0 cm Hormigón de limpieza: 10 cm
--

9. Esquema de las fases



Fase 1: Fase

10. Cargas

Las cargas dispuestas en el trasdós son las atribuibles a vehículo de tamaño medio.

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforma	En superficie	Valor: 4kN/m ²	Fase	Fase

11. Resultados de las fases

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (mkN/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.56	3.78	0.00	0.00	0.00	0.00
0.11	7.64	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.34	11.58	0.53	0.05	2.30	0.00
-0.79	16.03	2.00	0.50	4.23	0.00
-1.24	20.68	4.43	1.76	6.16	0.00
-1.69	25.62	7.55	4.21	8.10	0.00
-2.14	30.84	11.63	8.25	10.03	0.00
-2.59	36.36	16.58	14.28	11.96	0.00
-3.04	42.17	22.40	22.68	13.90	0.00
-3.49	48.27	29.09	33.83	15.83	0.00
Máximos	48.41 Cota: -3.50 m	29.24 Cota: -3.50 m	34.12 Cota: -3.50 m	15.90 Cota: -3.50 m	0.00 Cota: 1.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m	-0.00 Cota: -0.07 m	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (mkN/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.56	3.78	0.00	0.00	0.00	0.00
0.11	7.64	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.34	11.58	0.24	0.01	1.44	0.00
-0.79	15.81	1.32	0.27	3.37	0.00
-1.24	20.32	3.28	1.16	5.31	0.00
-1.69	25.13	6.10	3.07	7.24	0.00
-2.14	30.23	9.79	6.39	9.17	0.00
-2.59	35.62	14.35	11.53	11.11	0.00
-3.04	41.30	19.79	18.86	13.04	0.00
-3.49	47.27	26.09	28.78	14.97	0.00
Máximos	47.41 Cota: -3.50 m	26.24 Cota: -3.50 m	29.03 Cota: -3.50 m	15.04 Cota: -3.50 m	0.00 Cota: 1.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 0.12 m	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m

ANEJO 15: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS DEPÓSITO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (mkN/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.56	3.78	1.13	0.25	0.00	0.00
0.11	7.64	2.29	1.02	0.00	0.00
-0.34	11.86	4.52	2.40	4.77	0.00
-0.79	16.77	8.80	5.14	9.11	0.00
-1.24	22.33	15.03	10.13	13.45	0.00
-1.69	28.54	23.22	18.25	17.79	0.00
-2.14	35.41	33.36	30.39	22.13	0.00
-2.59	42.93	45.46	47.41	26.47	0.00
-3.04	51.11	59.50	70.20	30.81	0.00
-3.49	59.93	75.50	99.63	35.15	0.00
Máximos	60.14 Cota: -3.50 m	75.88 Cota: -3.50 m	100.37 Cota: -3.50 m	35.29 Cota: -3.50 m	0.00 Cota: 1.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m

12. Combinaciones

HIPÓTESIS

1. Carga Peormente
2. Empuje de tierras
3. Sobrecarga
4. Sismo

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

Combinación	Hipótesis			
	1	2	3	4
1	1.00	1.00		
2	1.40	1.00		
3	1.00	1.70		
4	1.40	1.70		
5	1.00	1.00	1.70	
6	1.40	1.00	1.70	
7	1.00	1.70	1.70	
8	1.40	1.70	1.70	
9	0.90	0.90		1.43
10	1.05	0.90		1.43
11	0.90	1.27		1.43
12	1.05	1.27		1.43
13	0.90	0.90	1.02	1.43

ANEJO 15: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS DEPÓSITO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

14	1.05	0.90	1.02	1.43
15	0.90	1.27	1.02	1.43
16	1.05	1.27	1.02	1.43

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

Combinación	Hipótesis		
	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.00	1.00	0.60

13. Descripción del armado

CORONACIÓN				
Armadura superior: 2 Ø12 Anclaje intradós / trasdós: 26 / 24 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø10c/30 Solape: 0.3 m	Ø12c/30	Ø25c/30 Solape: 1.2 m	Ø12c/30
ZAPATA				
Armadura	Longitudinal	Transversal		
Superior	Ø12c/25	Ø16c/20 Longitud de anclaje en prolongación: 45 cm		
Inferior	Ø12c/25	Ø12c/20 Patilla intradós / trasdós: 25 / - cm		
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

En los *Planos 25* se pueden apreciar el dimensionado de estos elementos.

14. Comprobaciones geométricas y de resistencia

Referencia: Muro Depósito		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro:	Máximo: 197.8 kN/m Calculado: 104 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>ACI 318M-99. Artículo 7.6.</i> -Trasdós: -Intradós:	Mínimo: 4 cm Calculado: 28.8 cm Calculado: 28.8 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>ACI 318M-99. Artículo 7.6.5.</i> -Armadura horizontal Trasdós: -Armadura horizontal Intradós: -Armadura vertical Trasdós: -Armadura vertical Intradós:	Máximo: 50 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: Artículo 14.3.3 de la norma ACI 318-99 -Trasdós (-3.50 m): -Intradós (-3.50 m):	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00107 Calculado: 0.00107	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio del programa (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i> -Trasdós: -Intradós:	Calculado: 0.00107 Mínimo: 0.00093 Mínimo: 0.00014	Cumple Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: -Trasdós (-3.50 m): <i>Artículo 14.3.2 de la norma ACI-Chile 318-99</i>	Mínimo: 0.00075 Calculado: 0.00476	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: -Trasdós (-3.50 m): <i>Artículo 10.5 de la norma ACI-Chile 318-99</i>	Mínimo: 0.00339 Calculado: 0.00467	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: -Intradós (-3.50 m): <i>Artículo 14.3.2 de la norma ACI-Chile 318-99</i>	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.00074	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: -Intradós (-3.50 m): <i>Norma EHE, artículo 42.3.2 (Flexión simple o compuesta)</i>	Mínimo: 2e-005 Calculado: 0.00074	Cumple
Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total: -(1.00 m): <i>Artículo 10.9 de la norma ACI-Chile 318-99</i>	Máximo: 0.08 Calculado: 0.00542	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>ACI 318M-99. Artículo 7.6.</i> -Trasdós: -Intradós:	Mínimo: 4 cm Calculado: 25 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: Comprobación realizada por unidad de longitud de muro		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Capítulo 11.3.1 (norma ACI-CHILE 318-99)</i>	Máximo: 137.7 kN/m Calculado: 88.8 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Artículo 49.2.4 de la norma EHE</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0.052 mm	Cumple
Longitud de solapes: <i>Artículo 12.15 de la norma ACI 318-99</i> -Base trasdós:	Mínimo: 1.17 m Calculado: 1.2 m	Cumple

ANEJO 15: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS DEPÓSITO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Referencia: Muro Depósito		
Comprobación	Valores	Estado
-Base intradós:	Mínimo: 0.3 m Calculado: 0.3 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio J.Calavera. Muros de contención y muros de sótano.</i>	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
-Trasdós:	Mínimo: 0 cm Calculado: 26 cm	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 2.2 cm ² Calculado: 2.2 cm ²	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>J.Calavera (Muros de contención y muros de sótano)</i>	Mínimo: 2.2 cm ² Calculado: 2.2 cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -3.50 m ▪ Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -3.50 m ▪ Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -3.50 m, Md: 138.39 mkN/m, Nd: 64.04 kN/m, Vd: 104.07 kN/m, Tensión máxima del acero: 349.846 MPa ▪ Sección crítica a cortante: Cota: -3.20 m ▪ Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: -3.50 m, M: 32.08 mkN/m, N: 48.01 kN/m 		

Referencia: Zapata corrida Depósito		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
-Coeficiente de seguridad al vuelco (Hipótesis gravitatoria):	Mínimo: 1.8 Calculado: 4.22	Cumple
-Coeficiente de seguridad al vuelco (Hipótesis sísmica):	Mínimo: 1.2 Calculado: 1.56	Cumple
-Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Hipótesis gravitatoria):	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.92	Cumple
-Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Hipótesis sísmica):	Mínimo: 1.2 Calculado: 1.22	Cumple
Canto mínimo: -Zapata: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 15.7 (pag.365).</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
-Tensión media (Hipótesis gravitatoria):	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0784 MPa	Cumple
-Tensión máxima (Hipótesis gravitatoria):	Máximo: 0.25 MPa Calculado: 0.1112 MPa	Cumple
-Tensión media (Hipótesis sísmica):	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0832 MPa	Cumple
-Tensión máxima (Hipótesis sísmica):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.2785 MPa	Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i>		
-Armado superior trasdós:	Mínimo: 7.02 cm ² /m Calculado: 10.05 cm ² /m	Cumple
-Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm ² /m Calculado: 5.65 cm ² /m	Cumple
-Armado inferior intradós:	Mínimo: 4.11 cm ² /m Calculado: 5.65 cm ² /m	Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 11.3.1 (pag.213).</i>		
-Trasdós (Hipótesis gravitatoria):	Máximo: 250.8 kN/m Calculado: 49.7 kN/m	Cumple

ANEJO 15: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS DEPÓSITO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Referencia: Zapata corrida Depósito		
Comprobación	Valores	Estado
-Trasdós (Hipótesis sísmica):	Máximo: 177.0 kN/m Calculado: 120.6 kN/m	Cumple
-Intradós (Hipótesis gravitatoria):	Máximo: 250.8 kN/m Calculado: 45.6 kN/m	Cumple
-Intradós (Hipótesis sísmica):	Máximo: 177.0 kN/m Calculado: 141.3 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 12 (pag.275).</i> -Arranque trasdós:	Mínimo: 33 cm Calculado: 37 cm	Cumple
-Arranque intradós:	Mínimo: 15 cm Calculado: 37 cm	Cumple
-Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
-Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 25cm Calculado: 25 cm	Cumple
-Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
-Armado superior intradós:	Mínimo: 40 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Recubrimiento: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 7.7.1 (pag.97).</i> -Inferior:	Mínimo: 3 cm Calculado: 5 cm	Cumple
-Lateral:	Mínimo: 5 cm Calculado: 7 cm	Cumple
-Superior:	Mínimo: 3 cm Calculado: 5 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.16 (pag.129).</i> -Armadura transversal inferior:	Mínimo: Ø10 Calculado: Ø12	Cumple
-Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
-Armadura transversal superior:	Calculado: Ø16	Cumple
-Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros.</i> -Armadura transversal inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
-Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armadura longitudinal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.16 (pag.129).</i> -Armadura transversal inferior:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm	Cumple
-Armadura transversal superior:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armadura longitudinal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 7.12 (pag.108).</i> -Armadura longitudinal inferior:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001	Cumple
-Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00125	Cumple

ANEJO 15: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS DEPÓSITO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Referencia: Zapata corrida Depósito		
Comprobación	Valores	Estado
-Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00223	Cumple
Cuantía mecánica mínima: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 10.5 (pag.166).</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura transversal superior:	Mínimo: 0.000121 Calculado: 0.00125 Mínimo: 0.00208 Calculado: 0.00223	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 95.04 mkN/m - Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 56.07 mkN/m		

15. Medición

Las mediciones están hechas en base a una longitud de muro de 10 m y considerando unas mermas del 15%. Para la correcta medición de los materiales necesarios se tienen que multiplicar los metros lineales totales del depósito por estas medidas y dividirlos entre 10.

Referencia: Muro Depósito		A-63-42H				Total
Nombre de armado		Ø10	Ø12	Ø16	Ø25	
Armado base transversal	Longitud (m)	34x4.71				160.14
	Peso (kg)	34x2.90				98.73
Armado longitudinal	Longitud (m)		16x9.86			157.76
	Peso (kg)		16x8.75			140.06
Armado base transversal	Longitud (m)				34x4.68	159.12
	Peso (kg)				34x18.03	613.15
Armado longitudinal	Longitud (m)		16x9.86			157.76
	Peso (kg)		16x8.75			140.06
Armado viga coronación	Longitud (m)		2x9.86			19.72
	Peso (kg)		2x8.75			17.51
Armadura inferior -Transversal	Longitud (m)		51x2.30			117.30
	Peso (kg)		51x2.04			104.14
Armadura inferior -Longitudinal	Longitud (m)		10x9.86			98.60
	Peso (kg)		10x8.75			87.54
Armadura superior -Transversal	Longitud (m)			51x1.73		88.23
	Peso (kg)			51x2.73		139.26
Armadura superior -Longitudinal	Longitud (m)		7x9.86			69.02
	Peso (kg)		7x8.75			61.28
Arranques -Transversal -Izquierda	Longitud (m)	34x0.97				32.98
	Peso (kg)	34x0.60				20.33
Arranques -Transversal -Derecha	Longitud (m)				34x1.86	63.24
	Peso (kg)				34x7.17	243.69
Totales	Longitud (m)	193.12	620.16	88.23	222.36	
	Peso (kg)	119.06	550.59	139.26	856.84	1665.75
Total con mermas (15.00%)	Longitud (m)	222.09	713.18	101.46	255.71	
	Peso (kg)	136.92	633.18	160.15	985.36	1915.61

ANEJO 15: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS DEPÓSITO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

En la siguiente tabla se aprecia el resumen de las mediciones del depósito de lixiviados:

Descripción	A-63-42H (kg)					Hormigón (m ³)	
	Ø 10	Ø 12	Ø 16	Ø 25	Total	H25	Limpieza
Depósito de lixiviados	1.161,08	5.369,37	1.358,07	8.355,85	16.244,37	217,51	18,66
TOTAL	1.161,08	5.369,37	1.358,07	8.355,85	16.244,37	217,51	18,66

Índice

1. Objeto	2
2. Normativa	2
3. Biofiltro	2
4. Materiales	3
5. Acciones	3
6. Datos generales	3
7. Descripción del terreno	4
8. Sección vertical del terreno	5
9. Geometría	5
10. Esquema de las fases	6
11. Cargas	6
12. Resultados de las fases	7
13. Combinaciones	8
14. Descripción del armado	10
15. Comprobaciones geométricas y de resistencia	10
16. Medición	14

1. Objeto

En este anejo se describen las características y medidas del biofiltro que encontramos en la planta de compostaje.

Los cálculos se han realizado mediante la aplicación 'Elementos de Cimentación' del programa CYPE Ingenieros. Ajustando los parámetros a la normativa Chilena actual.

2. Normativa

Los elementos a diseñar y construir deberán cumplir con los requerimientos de las Normas y Reglamentos que sean aplicables, utilizando la última versión de cada uno de ellos. En particular serán aplicables:

- Código ACI 318-99. Diseño y calculo de elementos y estructuras de hormigón armado.
- NCh 430-2007. Hormigón Armado – Requisitos de diseño y cálculo
- NCh 148. Cemento – Terminología, clasificación y especificaciones generales.
- NCh 163. Áridos para morteros y hormigones – Requisitos generales.
- NCh 170. Hormigón – Requisitos generales.
- NCh 204. Acero – Barras laminadas en caliente para hormigón armado.
- NCh 433. Diseño sísmico de edificios.
- NCh 1174. Construcción – Alambre de acero, los o con entalladuras, de grado AT56-50H, en forma de barras rectas – Condiciones de uso en el hormigón armado.
- NCh 1498. Hormigón – Agua de amasado – Requisitos.
- NCh 1573. Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso.
- NCh 1934. Hormigón preparado en central hormigonera.
- NCh 2182. Hormigón y mortero – Aditivos – Clasificación y requisitos.
- NCh 2369. Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
- AC 133. Acceptance Criteria for Mechanical Connectors for Steel Bar Reinforcement.
- ACI 318S. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario.
- ACI 318M. Building Code Requirements for Reinforced Concrete and Commentary.

3. Biofiltro

El biofiltro tendrá una superficie total de 497,92 m². Con una altura total de 2 metros, y unas dimensiones de 13 metros de ancho por 40 metros de largo, estará dividido en 4 cámaras, con sistema de alimentación de gas independiente. De esta forma, si una cámara presenta problemas o se tiene que cambiar la capa filtrante, el biofiltro no tendrá que dejar de funcionar por completo.

Cada una de las cámaras dispondrá de una puerta metálica de 4 metros de ancho, para poder entrar con la pala mecánica y cambiar el medio filtrante.

La inyección del aire sucio se realizará por el suelo mediante solera aireada. Está estará construida mediante tubos pre-fabricados con agujeros que permitirán la entrada de aire y además la recogida de los lixiviados (*Anejo 20: Pavimentos*).

ANEJO 16: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS BIOFILTRO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

El biofiltro será construido con muros de hormigón armado en sus cuatro caras. En los *Planos 28* se puede apreciar su geometría y disposición.

4. Materiales

- Hormigón: H25
- Acero de barras: A-63-42H
- Recubrimiento en el intradós del muro: 3.0 cm
- Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.0 cm
- Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm
- Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm
- Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm
- Tamaño máximo del árido: 30 mm

5. Acciones

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.30 Porcentaje de sobrecarga: 80 %
Empuje en el intradós: Sin Empuje
Empuje en el trasdós: Activo

6. Datos generales

- Cota de la rasante: 0.00 m
- Altura del muro sobre la rasante: 0.50 m
- Enrase: Intradós
- Longitud del muro en planta: 10.00 m
- Separación de las juntas: 5.00 m
- Tipo de cimentación: Zapata corrida

Los muros se han calculado con una longitud de 10 m para que una vez obtenido el dimensionado lo único que haya que hacerse es dividir entre 10 y multiplicar por los metros lineales que tenga cada uno de los distintos elementos.

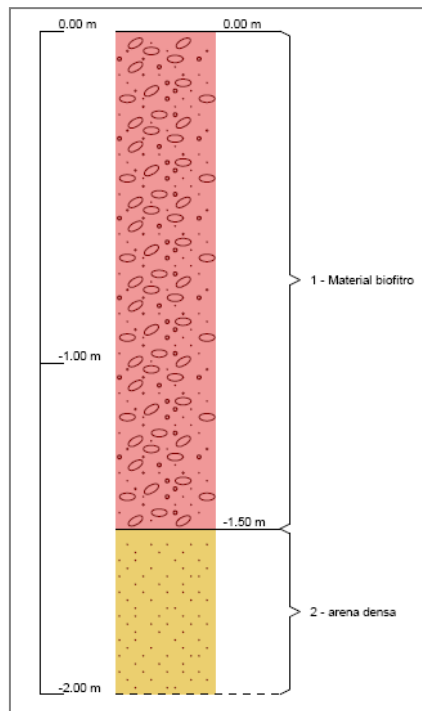
7. Descripción del terreno

- Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %
- Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %
- Evacuación por drenaje: 100 %
- Porcentaje de empuje pasivo: 50 %
- Cota empuje pasivo: 0.00 m
- Tensión admisible: 0.20 MPa
- Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.60

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coeficiente de empuje
1. Material biofiltro	-0.00m	Densidad aparente: 6.00 kN/m ³ Densidad sumergida: 4.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 37.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m ²	Activo trasdós: 0.25 Pasivo intradós: 4.02
2. Arena densa	-1.50m	Densidad aparente: 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida: 12.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 37.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m ²	Activo trasdós: 0.25 Pasivo intradós: 4.02

8. Sección vertical del terreno



9. Geometría

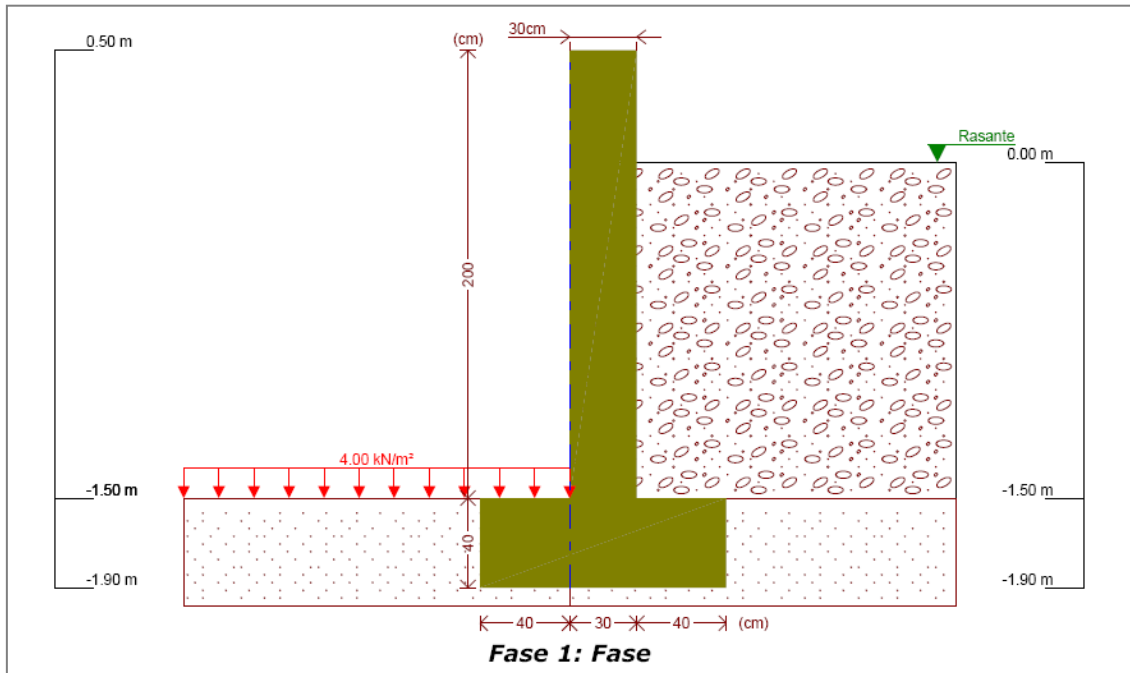
MURO

Altura: 2.00 m
Espesor superior: 30.0 cm
Espesor inferior: 30.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón
Canto: 40 cm
Vuelos intradós / trasdós: 40.0 / 40.0 cm
Hormigón de limpieza: 10 cm

10. Esquema de las fases



11. Cargas

Las cargas dispuestas en el trasdós son las atribuibles a vehículo de tamaño medio.

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforma	En superficie	Valor: 4kN/m ²	Fase	Fase

12. Resultados de las fases

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (mkN/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.31	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00
0.11	2.87	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.09	4.34	0.01	0.00	0.13	0.00
-0.29	5.81	0.06	0.01	0.43	0.00
-0.49	7.28	0.18	0.03	0.72	0.00
-0.69	8.76	0.35	0.08	1.02	0.00
-0.89	10.23	0.58	0.17	1.32	0.00
-1.09	11.70	0.88	0.32	1.62	0.00
-1.29	13.17	1.23	0.53	1.92	0.00
-1.49	14.64	1.64	0.81	2.21	0.00
Máximos	14.72 Cota: -1.50 m	1.67 Cota: -1.50 m	0.83 Cota: -1.50 m	2.24 Cota: -1.50 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (mkN/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.31	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00
0.11	2.87	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.09	4.34	0.01	0.00	0.13	0.00
-0.29	5.81	0.06	0.01	0.43	0.00
-0.49	7.28	0.18	0.03	0.72	0.00
-0.69	8.76	0.35	0.08	1.02	0.00
-0.89	10.23	0.58	0.17	1.32	0.00
-1.09	11.70	0.88	0.32	1.62	0.00
-1.29	13.17	1.23	0.53	1.92	0.00
-1.49	14.64	1.64	0.81	2.21	0.00
Máximos	14.72 Cota: -1.50 m	1.67 Cota: -1.50 m	0.83 Cota: -1.50 m	2.24 Cota: -1.50 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m

ANEJO 16: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS BIOFILTRO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (mkN/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.31	1.40	0.42	0.04	0.00	0.00
0.11	2.87	0.86	0.17	0.00	0.00
-0.09	4.34	1.31	0.38	0.29	0.00
-0.29	5.81	1.88	0.70	0.97	0.00
-0.49	7.28	2.59	1.15	1.65	0.00
-0.69	8.76	3.43	1.75	2.33	0.00
-0.89	10.23	4.40	2.53	3.02	0.00
-1.09	11.70	5.51	3.52	3.70	0.00
-1.29	13.17	6.76	4.74	4.38	0.00
-1.49	14.64	8.15	6.23	5.06	0.00
Máximos	14.72 Cota: -1.50 m	8.22 Cota: -1.50 m	6.31 Cota: -1.50 m	5.11 Cota: -1.50 m	0.00 Cota: 0.50 m
Mínimos	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m	0.00 Cota: 0.50 m

13. Combinaciones

HIPÓTESIS

1. Carga Peormente
2. Empuje de tierras
3. Sobrecarga
4. Sismo

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

Combinación	Hipótesis			
	1	2	3	4
1	1.00	1.00		
2	1.40	1.00		
3	1.00	1.70		
4	1.40	1.70		
5	1.00	1.00	1.70	
6	1.40	1.00	1.70	
7	1.00	1.70	1.70	
8	1.40	1.70	1.70	
9	0.90	0.90		1.43
10	1.05	0.90		1.43
11	0.90	1.27		1.43

ANEJO 16: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS BIOFILTRO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

12	1.05	1.27		1.43
13	0.90	0.90	1.02	1.43
14	1.05	0.90	1.02	1.43
15	0.90	1.27	1.02	1.43
16	1.05	1.27	1.02	1.43

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

Combinación	Hipótesis		
	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.00	1.00	0.60

ANEJO 16: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS BIOFILTRO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

14. Descripción del armado

CORONACIÓN				
Armadura superior: 2 Ø12 Anclaje intradós / trasdós: 21 / 20 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø10c/30 Solape: 0.3 m	Ø10c/25	Ø12c/10 Solape: 0.6 m	Ø10c/25
ZAPATA				
Armadura	Longitudinal	Transversal		
Superior	Ø12c/25	Ø12c/25 Longitud de anclaje en prolongación: 40 cm Patilla trasdós: 30 cm		
Inferior	Ø12c/25	Ø12c/25 Patilla intradós / trasdós: 30 / 30 cm		
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

En los *Planos 28* se pueden apreciar el dimensionado de estos elementos.

15. Comprobaciones geométricas y de resistencia

Referencia: Muro Biofiltro		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro:	Máximo: 168.9 kN/m Calculado: 11.4 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>ACI 318M-99. Artículo 7.6.</i> -Trasdós: -Intradós:	Mínimo: 4 cm Calculado: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>ACI 318M-99. Artículo 7.6.5.</i> -Armadura horizontal Trasdós: -Armadura horizontal Intradós: -Armadura vertical Trasdós: -Armadura vertical Intradós:	Máximo: 50 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 10 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: Artículo 14.3.3 de la norma ACI 318-99 -Trasdós (-1.50 m): -Intradós (-1.50 m):	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00104 Calculado: 0.00104	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio del programa (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i> -Trasdós: -Intradós:	Calculado: 0.00104 Mínimo: 0.00075 Mínimo: 0.00017	Cumple Cumple

ANEJO 16: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS BIOFILTRO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: -Trasdós (-1.50 m): <i>Artículo 14.3.2 de la norma ACI-Chile 318-99</i>	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.00376	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: -Trasdós (-1.50 m): <i>Artículo 10.5 de la norma ACI-Chile 318-99</i>	Mínimo: 0.00339 Calculado: 0.00376	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: -Intradós (-1.50 m): <i>Artículo 14.3.2 de la norma ACI-Chile 318-99</i>	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.00087	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: -Intradós (-1.50 m): <i>Norma EHE, artículo 42.3.2 (Flexión simple o compuesta)</i>	Mínimo: 0 Calculado: 0.00087	Cumple
Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total: -(0.50 m): <i>Artículo 10.9 de la norma ACI-Chile 318-99</i>	Máximo: 0.08 Calculado: 0.00463	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>ACI 318M-99. Artículo 7.6.</i> -Trasdós: -Intradós:	Mínimo: 4 cm Calculado: 7.6 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: Comprobación realizada por unidad de longitud de muro		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Capítulo 11.3.1 (norma ACI-CHILE 318-99)</i>	Máximo: 117.2 kN/m Calculado: 8.9 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Artículo 49.2.4 de la norma EHE</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0.012 mm	Cumple
Longitud de solapes: <i>Artículo 12.15 de la norma ACI 318-99</i> -Base trasdós:	Mínimo: 0.57 m Calculado: 0.6 m	Cumple

Referencia: Muro Biofiltro		
Comprobación	Valores	Estado
-Base intradós:	Mínimo: 0.3 m Calculado: 0.3 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio J.Calavera. Muros de contención y muros de sótano.</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
-Trasdós:	Mínimo: 0 cm Calculado: 21 cm	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 0 cm Calculado: 21 cm	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>J.Calavera (Muros de contención y muros de sótano)</i>	Mínimo: 2.2 cm ² Calculado: 2.2 cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -1.50 m ▪ Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -1.50 m ▪ Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -1.50 m, Md: 8.90 mkN/m, Nd: 13.24 kN/m, Vd: 11.50 kN/m, Tensión máxima del acero: 38.990 MPa ▪ Sección crítica a cortante: Cota: -1.24 m ▪ Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: -1.50 m, M: 0.83 mkN/m, N: 14.71 kN/m 		

ANEJO 16: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS BIOFILTRO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Referencia: Zapata corrida Biofiltro		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i> -Coeficiente de seguridad al vuelco (Hipótesis gravitatoria): -Coeficiente de seguridad al vuelco (Hipótesis sísmica): -Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Hipótesis gravitatoria): -Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Hipótesis sísmica):	Mínimo: 1.8 Calculado: 10.23 Mínimo: 1.2 Calculado: 1.79 Mínimo: 1.5 Calculado: 6.99 Mínimo: 1.2 Calculado: 2.04	Cumple Cumple Cumple Cumple
Canto mínimo: -Zapata: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 15.7 (pag.365).</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i> -Tensión media (Hipótesis gravitatoria): -Tensión máxima (Hipótesis gravitatoria): -Tensión media (Hipótesis sísmica): -Tensión máxima (Hipótesis sísmica):	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0264 MPa Máximo: 0.25 MPa Calculado: 0.0296 MPa Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0264 MPa Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.0752 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i> -Armado superior trasdós: -Armado inferior trasdós: -Armado inferior intradós:	Calculado: 4.52 cm ² /m Mínimo: 0.14 cm ² /m Mínimo: 0.11 cm ² /m Mínimo: 0.63 cm ² /m	Cumple Cumple Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 11.3.1 (pag.213).</i> -Trasdós (Hipótesis gravitatoria):	Máximo: 219.5 kN/m Calculado: 3.8 kN/m	Cumple

Referencia: Zapata corrida Biofiltro		
Comprobación	Valores	Estado
-Trasdós (Hipótesis sísmica): -Intradós (Hipótesis gravitatoria): -Intradós (Hipótesis sísmica):	Máximo: 154.9 kN/m Calculado: 4.8 kN/m Máximo: 219.5 kN/m Calculado: 5.5 kN/m Máximo: 154.9 kN/m Calculado: 23.7 kN/m	Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 12 (pag.275).</i> -Arranque trasdós: -Arranque intradós: -Armado inferior trasdós (Patilla): -Armado inferior intradós (Patilla): -Armado superior trasdós (Patilla): -Armado superior intradós:	Mínimo: 15 cm Calculado: 32 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 32 cm Mínimo: 30 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 30 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 30 cm Calculado: 30 cm Mínimo: 30 cm Calculado: 40 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple

ANEJO 16: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS BIOFILTRO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Recubrimiento: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 7.7.1 (pag.97).</i> -Inferior: -Lateral: -Superior:	Mínimo: 3 cm Calculado: 5 cm Mínimo: 5 cm Calculado: 7 cm Mínimo: 3 cm Calculado: 5 cm	Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.16 (pag. 129).</i> -Armadura transversal inferior: -Armadura longitudinal inferior: -Armadura transversal superior: -Armadura longitudinal superior:	Mínimo: Ø10 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros.</i> -Armadura transversal inferior: -Armadura transversal superior: -Armadura longitudinal inferior: -Armadura longitudinal superior:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.16 (pag. 129).</i> -Armadura transversal inferior: -Armadura transversal superior: -Armadura longitudinal inferior: -Armadura longitudinal superior:	Mínimo: 10 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 7.12 (pag.108).</i> -Armadura longitudinal inferior: -Armadura longitudinal superior: -Armadura transversal inferior:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00113 Calculado: 0.00113 Calculado: 0.00113	Cumple Cumple Cumple

Referencia: Zapata corrida Biofiltro		
Comprobación	Valores	Estado
-Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00113	Cumple
Cuantía mecánica mínima: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 10.5 (pag.166).</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00113 Mínimo: 0.00021 Mínimo: 4e-005	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 1,74 mKN/m - Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 7,50 mKN/m		

ANEJO 16: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS BIOFILTRO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

16. Medición

Las mediciones están hechas en base a una longitud de muro de 10 m y considerando unas mermas del 15%. Para la correcta medición de los materiales necesarios se tienen que multiplicar los metros lineales totales de foso por estas medidas y dividirlos entre 10.

Referencia: Muro Biofiltro		A-63-42H		Total
		Ø10	Ø12	
Armado base transversal	Longitud (m)	34x2.16		73.44
	Peso (kg)	34x1.33		45.28
Armado longitudinal	Longitud (m)	9x9.86		88.74
	Peso (kg)	9x6.08		54.71
Armado base transversal	Longitud (m)		100x2.14	214.00
	Peso (kg)		100x1.90	189.99
Armado longitudinal	Longitud (m)	9x9.86		88.74
	Peso (kg)	9x6.08		54.71
Armado viga coronación	Longitud (m)		2x9.86	19.72
	Peso (kg)		2x8.75	17.51
Armadura inferior -Transversal	Longitud (m)		41x1.55	63.55
	Peso (kg)		41x1.38	56.42
Armadura inferior -Longitudinal	Longitud (m)		5x9.86	49.30
	Peso (kg)		5x8.75	43.77
Armadura superior -Transversal	Longitud (m)		41x1.02	41.82
	Peso (kg)		41x0.91	37.13
Armadura superior -Longitudinal	Longitud (m)		3x9.86	29.58
	Peso (kg)		3x8.75	26.26
Arranques -Transversal -Izquierda	Longitud (m)	34x0.92		31.28
	Peso (kg)	34x0.57		19.29
Arranques -Transversal -Derecha	Longitud (m)		100x1.22	122.00
	Peso (kg)		100x1.08	108.31
Totales	Longitud (m)	282.20	539.97	
	Peso (kg)	173.99	479.39	653.38
Total con mermas (15.00%)	Longitud (m)	324.53	620.97	
	Peso (kg)	200.09	551.30	751.39

ANEJO 16: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS BIOFILTRO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

En la siguiente tabla se aprecia el resumen de las mediciones del biofiltro:

Descripción	A-63-42H (kg)			Hormigón (m ³)	
	Ø 10	Ø 12	Total	H25	Limpieza
Biofiltro	2.120,95	5.843,78	7.964,73	110,24	11,66
Muros internos biofiltro	780,35	2.150,07	2.930,42	40,56	4,29
TOTAL	2.901,31	7.993,85	10.895,16	150,80	15,95

Índice

1. Objeto	1
2. Normativa	1
3. Silos	1
4. Materiales	2
5. Acciones	2
6. Datos generales	2
7. Descripción del terreno	3
8. Sección vertical del terreno	4
9. Geometría	4
10. Esquema de las fases	5
11. Resultados de las fases	5
12. Combinaciones	6
13. Descripción del armado	7
14. Comprobaciones geométricas y de resistencia	7
15. Medición	10

1. Objeto

En este anejo se describen las características y medidas de los silos que encontramos en la planta de compostaje. Todos ellos se han dimensionado para que las paredes de hormigón armado sean iguales, y lo único que cambia entre ellos son las dimensiones.

Los cálculos se han realizado mediante la aplicación 'Elementos de Cimentación' del programa CYPE Ingenieros. Ajustando los parámetros a la normativa Chilena actual.

2. Normativa

Los elementos a diseñar y construir deberán cumplir con los requerimientos de las Normas y Reglamentos que sean aplicables, utilizando la última versión de cada uno de ellos. En particular serán aplicables:

- Código ACI 318-99. Diseño y cálculo de elementos y estructuras de hormigón armado.
- NCh 430-2007. Hormigón Armado – Requisitos de diseño y cálculo
- NCh 148. Cemento – Terminología, clasificación y especificaciones generales.
- NCh 163. Áridos para morteros y hormigones – Requisitos generales.
- NCh 170. Hormigón – Requisitos generales.
- NCh 204. Acero – Barras laminadas en caliente para hormigón armado.
- NCh 433. Diseño sísmico de edificios.
- NCh 1174. Construcción – Alambre de acero, los o con entalladuras, de grado AT56-50H, en forma de barras rectas – Condiciones de uso en el hormigón armado.
- NCh 1498. Hormigón – Agua de amasado – Requisitos.
- NCh 1573. Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso.
- NCh 1934. Hormigón preparado en central hormigonera.
- NCh 2182. Hormigón y mortero – Aditivos – Clasificación y requisitos.
- NCh 2369. Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
- AC 133. Acceptance Criteria for Mechanical Connectors for Steel Bar Reinforcement.
- ACI 318S. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario.
- ACI 318M. Building Code Requirements for Reinforced Concrete and Commentary.

3. Silos

En la planta de compostaje habrá un total de 5 silos de planta rectangular ubicados en las distintas zonas de la planta. En la siguiente tabla se resumen sus dimensiones:

Descripción	Altura (m)	Largo (m)	Ancho (m)
Silo impropios	3	16	11
Silo almacenaje pre-compost	3	7,6	5,3
Silo material biofiltro	3	8,3	3,3
Silo recirculado	3	10	5
Silo compost	3	6,6	4,3
Silo alm. mat. biofiltro	3	12,8	20,3

ANEJO 17: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS SILOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Los silos serán construidos con muros de hormigón armado en tres de sus caras. En los *Planos* 27 se puede apreciar su geometría y disposición.

4. Materiales

Hormigón: H25

Acero de barras: A-63-42H

Recubrimiento en el intradós del muro: 3.0 cm

Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.0 cm

Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm

Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 30 mm

5. Acciones

Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.30 Porcentaje de sobrecarga: 80 %

Empuje en el intradós: Sin Empuje

Empuje en el trasdós: Activo

6. Datos generales

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m

Enrase: Intradós

Longitud del muro en planta: 10.00 m

Separación de las juntas: 5.00 m

Tipo de cimentación: Zapata corrida

Los muros se han calculado con una longitud de 10 m para que una vez obtenido el dimensionado lo único que haya que hacerse es dividir entre 10 y multiplicar por los metros lineales que tenga cada uno de los distintos elementos.

7. Descripción del terreno

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %

Evacuación por drenaje: 100 %

Porcentaje de empuje pasivo: 50 %

Cota empuje pasivo: 0.00 m

Tensión admisible: 0.20 MPa

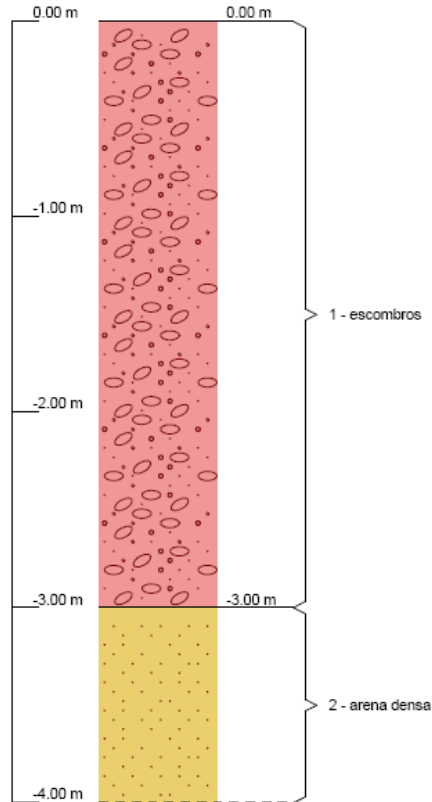
Coefficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.60

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficiente de empuje
1. Escombros	-0.00m	Densidad aparente: 6.00 kN/m ³ Densidad sumergida: 4.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 37.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m ²	Activo trasdós: 0.25 Pasivo intradós: 4.02
2. Arena densa	-3.00m	Densidad aparente: 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida: 12.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 37.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m ²	Activo trasdós: 0.25 Pasivo intradós: 4.02

Debido a especificaciones técnicas del programa CYPE se ha tenido que introducir a los escombros y/o compost como un estrato del terreno, para así poder dimensionar los muros de hormigón armado de los silos.

8. Sección vertical del terreno



9. Geometría

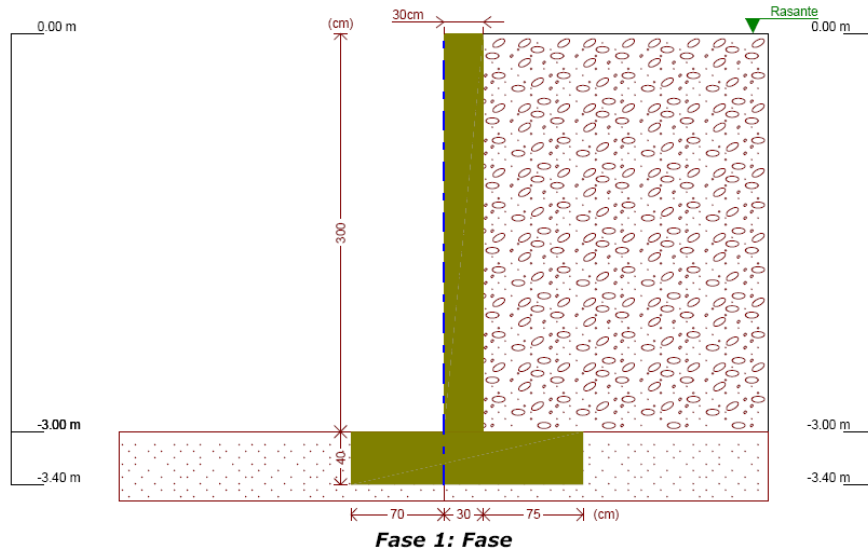
MURO

Altura: 3.00 m
Espesor superior: 30.0 cm
Espesor inferior: 30.0 cm

ZAPATA CORRIDA

Con puntera y talón
Canto: 40 cm
Vuelos intradós / trasdós: 70.0 / 75.0 cm
Hormigón de limpieza: 10 cm

10. Esquema de las fases



11. Resultados de las fases

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (mkN/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.29	2.13	0.06	0.01	0.43	0.00
-0.59	4.34	0.26	0.05	0.87	0.00
-0.89	6.55	0.58	0.17	1.32	0.00
-1.19	8.76	1.05	0.41	1.77	0.00
-1.49	10.96	1.64	0.81	2.21	0.00
-1.79	13.17	2.38	1.41	2.66	0.00
-2.09	15.38	3.24	2.25	3.11	0.00
-2.39	17.58	4.24	3.37	3.56	0.00
-2.69	19.79	5.38	4.81	4.00	0.00
-2.99	22.00	6.64	6.61	4.45	0.00
Máximos	22.07 Cota: -3.00 m	6.69 Cota: -3.00 m	6.68 Cota: -3.00 m	4.47 Cota: -3.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

ANEJO 17: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS SILOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (mkN/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.29	2.13	0.78	0.11	0.97	0.00
-0.59	4.34	1.89	0.50	1.99	0.00
-0.89	6.55	3.30	1.27	3.02	0.00
-1.19	8.76	5.02	2.51	4.04	0.00
-1.49	10.96	7.05	4.31	5.06	0.00
-1.79	13.17	9.38	6.77	6.08	0.00
-2.09	15.38	12.02	9.97	7.10	0.00
-2.39	17.58	14.97	14.01	8.13	0.00
-2.69	19.79	18.22	18.98	9.15	0.00
-2.99	22.00	21.78	24.97	10.17	0.00
Máximos	22.07 Cota: -3.00 m	21.90 Cota: -3.00 m	25.19 Cota: -3.00 m	10.22 Cota: -3.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

12. Combinaciones

HIPÓTESIS

1. Carga Peormente
2. Empuje de tierras
3. Sismo

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

Combinación	Hipótesis		
	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.40	1.00	
3	1.00	1.70	
4	1.40	1.70	
5	0.90	0.90	1.43
6	1.05	0.90	1.43
7	0.90	1.27	1.43
8	1.05	1.27	1.43

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

Combinación	Hipótesis	
	1	2
1	1.00	1.00

13. Descripción del armado

CORONACIÓN				
Armadura superior: 2 Ø12 Anclaje intradós / trasdós: 21 / 20 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø10c/30 Solape: 0.3 m	Ø10c/25	Ø12c/10 Solape: 0.6 m	Ø10c/25
ZAPATA				
Armadura	Longitudinal	Transversal		
Superior	Ø12c/25	Ø12c/25 Longitud de anclaje en prolongación: 40 cm		
Inferior	Ø12c/25	Ø12c/25 Patilla intradós / trasdós: 20 / - cm		
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

En los *Planos 27* se pueden apreciar el dimensionado de estos elementos.

14. Comprobaciones geométricas y de resistencia

Referencia: Muro Silos		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro:	Máximo: 168.9 kN/m Calculado: 30.2 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>ACI 318M-99. Artículo 7.6.</i> -Trasdós: -Intradós:	Mínimo: 4 cm Calculado: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>ACI 318M-99. Artículo 7.6.5.</i> -Armadura horizontal Trasdós: -Armadura horizontal Intradós: -Armadura vertical Trasdós: -Armadura vertical Intradós:	Máximo: 50 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 10 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: Artículo 14.3.3 de la norma ACI 318-99 -Trasdós (-3.00 m): -Intradós (-3.00 m):	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00104 Calculado: 0.00104	Cumple Cumple

ANEJO 17: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS SILOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio del programa (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i> -Trasdós: -Intradós:	Calculado: 0.00104 Mínimo: 0.00075 Mínimo: 0.00017	Cumple Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: -Trasdós (-3.00 m): <i>Artículo 14.3.2 de la norma ACI-Chile 318-99</i>	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.00376	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: -Trasdós (-3.00 m): <i>Artículo 10.5 de la norma ACI-Chile 318-99</i>	Mínimo: 0.00339 Calculado: 0.00376	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: -Intradós (-3.00 m): <i>Artículo 14.3.2 de la norma ACI-Chile 318-99</i>	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.00087	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: -Intradós (-3.00 m): <i>Norma EHE, artículo 42.3.2 (Flexión simple o compuesta)</i>	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00087	Cumple
Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total: -(0.00 m): <i>Artículo 10.9 de la norma ACI-Chile 318-99</i>	Máximo: 0.08 Calculado: 0.00463	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>ACI 318M-99. Artículo 7.6.</i> -Trasdós: -Intradós:	Mínimo: 4 cm Calculado: 7.6 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: Comprobación realizada por unidad de longitud de muro		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Capítulo 11.3.1 (norma ACI-CHILE 318-99)</i>	Máximo: 117.3 kN/m Calculado: 25.9 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Artículo 49.2.4 de la norma EHE</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0.011 mm	Cumple
Longitud de solapes: <i>Artículo 12.15 de la norma ACI 318-99</i> -Base trasdós:	Mínimo: 0.57 m Calculado: 0.6 m	Cumple

Referencia: Muro Silos		
Comprobación	Valores	Estado
-Base intradós:	Mínimo: 0.3 m Calculado: 0.3 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio J.Calavera. Muros de contención y muros de sótano.</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
-Trasdós:	Mínimo: 0 cm Calculado: 21 cm	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 2.2 cm ² Calculado: 2.2 cm ²	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>J.Calavera (Muros de contención y muros de sótano)</i>	Mínimo: 2.2 cm ² Calculado: 2.2 cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -3.00 m ▪ Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -300 m ▪ Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -3.00 m, Md: 34.98 mkN/m, Nd: 19.87 kN/m, Vd: 30.28 kN/m, Tensión máxima del acero: 173.066 MPa ▪ Sección crítica a cortante: Cota: -2.74 m ▪ Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: -3.00 m, M: 6.68 mkN/m, N: 22.07 kN/m 		

Referencia: Zapata corrida Silos		
Comprobación	Valores	Estado

ANEJO 17: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS SILOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i> -Coeficiente de seguridad al vuelco (Hipótesis gravitatoria): -Coeficiente de seguridad al vuelco (Hipótesis sísmica): -Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Hipótesis gravitatoria): -Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Hipótesis sísmica):	Mínimo: 1.8 Calculado: 5.4 Mínimo: 1.2 Calculado: 1.51 Mínimo: 1.5 Calculado: 3.98 Mínimo: 1.2 Calculado: 1.28	Cumple Cumple Cumple Cumple
Canto mínimo: -Zapata: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 15.7 (pag.365).</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i> -Tensión media (Hipótesis gravitatoria): -Tensión máxima (Hipótesis gravitatoria): -Tensión media (Hipótesis sísmica): -Tensión máxima (Hipótesis sísmica):	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0301MPa Máximo: 0.25 MPa Calculado: 0.0362 MPa Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0301 MPa Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1037MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i> -Armado superior trasdós: -Armado inferior trasdós: -Armado inferior intradós:	Calculado: 4.52 cm ² /m Mínimo: 0.78 cm ² /m Mínimo: 0.06 cm ² /m Mínimo: 2.39 cm ² /m	Cumple Cumple Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 11.3.1 (pag.213).</i> -Trasdós (Hipótesis gravitatoria):	Máximo: 219.5 kN/m Calculado: 6.5 kN/m	Cumple

Referencia: Zapata corrida Silos		
Comprobación	Valores	Estado
-Trasdós (Hipótesis sísmica): -Intradós (Hipótesis gravitatoria): -Intradós (Hipótesis sísmica):	Máximo: 154.9 kN/m Calculado: 19.1 kN/m Máximo: 219.5 kN/m Calculado: 19.8 kN/m Máximo: 154.9 kN/m Calculado: 52.4 kN/m	Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 12 (pag.275).</i> -Arranque trasdós: -Arranque intradós: -Armado inferior trasdós (Patilla): -Armado inferior intradós (Patilla): -Armado superior trasdós (Patilla): -Armado superior intradós:	Mínimo: 15 cm Calculado: 32 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 32 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm Mínimo: 30 cm Calculado: 40 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Recubrimiento: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 7.7.1 (pag.97).</i> -Inferior: -Lateral: -Superior:	Mínimo: 3 cm Calculado: 5 cm Mínimo: 5 cm Calculado: 7 cm Mínimo: 3 cm Calculado: 5 cm	Cumple Cumple Cumple

ANEJO 17: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS SILOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Diámetro mínimo: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.16 (pag. 129).</i> -Armadura transversal inferior: -Armadura longitudinal inferior: -Armadura transversal superior: -Armadura longitudinal superior:	Mínimo: Ø10 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12 Calculado: Ø12	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros.</i> -Armadura transversal inferior: -Armadura transversal superior: -Armadura longitudinal inferior: -Armadura longitudinal superior:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.16 (pag. 129).</i> -Armadura transversal inferior: -Armadura transversal superior: -Armadura longitudinal inferior: -Armadura longitudinal superior:	Mínimo: 10 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 7.12 (pag. 108).</i> -Armadura longitudinal inferior: -Armadura longitudinal superior: -Armadura transversal inferior:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00113 Calculado: 0.00113 Calculado: 0.00113	Cumple Cumple Cumple

Referencia: Zapata corrida Silos		
Comprobación	Valores	Estado
-Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00113	Cumple
Cuantía mecánica mínima: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 10.5 (pag. 166).</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00113 Mínimo: 0.00079 Mínimo: 0.00026	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 9.35 mkN/m - Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 28.40 mkN/m		

15. Medición

Las mediciones están hechas en base a una longitud de muro de 10 m y considerando unas mermas del 15%. Para la correcta medición de los materiales necesarios se tienen que multiplicar los metros lineales totales de silo por estas medidas y dividirlos entre 10.

Referencia: Muro Silos		A-63-42H		Total
		Ø10	Ø12	
Armado base transversal	Longitud (m)	34x3.16		107.44
	Peso (kg)	34x1.95		66.24
Armado longitudinal	Longitud (m)	13x9.86		128.18
	Peso (kg)	13x6.08		79.03
Armado base transversal	Longitud (m)		100x3.14	314.00
	Peso (kg)		100x2.79	278.77

ANEJO 17: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS SILOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Armado longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)	13x9.86 13x6.08		128.18 79.03
Armado viga coronación	Longitud (m) Peso (kg)		2x9.86 2x8.75	19.72 17.51
Armadura inferior -Transversal	Longitud (m) Peso (kg)		41x1.80 41x1.60	73.80 65.52
Armadura inferior -Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)		8x9.86 8x8.75	78.88 70.03
Armadura superior -Transversal	Longitud (m) Peso (kg)		41x1.08 41x0.96	44.28 39.31
Armadura superior -Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)		4x9.86 4x8.75	39.44 35.02
Arranques -Transversal -Izquierda	Longitud (m) Peso (kg)	34x0.92 34x0.57		31.28 19.29
Arranques -Transversal -Derecha	Longitud (m) Peso (kg)		100x1.22 100x1.08	122.00 108.31
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	395.08 243.59	692.12 614.47	858.06
Total con mermas (15.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	454.34 280.13	795.94 706.64	986.77

En la siguiente tabla se aprecia, para cada uno de los silos, el resumen de sus mediciones:

Descripción	A-63-42H (kg)			Hormigón (m ³)	
	Ø 10	Ø 12	Total	H25	Limpieza
Silo impropios	1.064,49	2.685,23	3.749,73	60,80	6,65
Silo almacenaje pre-compost	509,84	1.286,08	1.795,92	29,12	3,19
Silo material biofiltro	417,39	1.052,89	1.470,29	23,84	2,61
Silo recirculado	560,26	1.413,28	1.973,54	32,00	3,50
Silo compost	425,80	1.074,09	1.499,89	24,32	2,66
Silo alm. mat. biofiltro	1.495,89	3.773,46	5.269,35	85,44	9,35
TOTAL	4.473,68	11.285,04	15.758,72	255,52	27,95

Índice

1. Objeto	1
2. Normativa	1
3. Fosos	1
4. Materiales	2
5. Acciones	2
6. Datos generales	2
7. Descripción del terreno	2
8. Geometría	3
9. Esquema de las fases	3
10. Cargas	3
11. Resultados de las fases	4
12. Descripción del armado	6
13. Comprobaciones geométricas y de resistencia	7
14. Medición	10

1. Objeto

En este anejo se describen las características y medidas de los fosos que encontramos en la planta de compostaje. Todos ellos se han dimensionado para que las paredes de hormigón armado sean iguales, y lo único que cambia entre ellos son las dimensiones.

Los cálculos se han realizado mediante la aplicación 'Elementos de Cimentación' del programa CYPE Ingenieros. Ajustando los parámetros a la normativa Chilena actual.

2. Normativa

Los elementos a diseñar y construir deberán cumplir con los requerimientos de las Normas y Reglamentos que sean aplicables, utilizando la última versión de cada uno de ellos. En particular serán aplicables:

- Código ACI 318-99. Diseño y calculo de elementos y estructuras de hormigón armado.
- NCh 430-2007. Hormigón Armado – Requisitos de diseño y cálculo
- NCh 148. Cemento – Terminología, clasificación y especificaciones generales.
- NCh 163. Áridos para morteros y hormigones – Requisitos generales.
- NCh 170. Hormigón – Requisitos generales.
- NCh 204. Acero – Barras laminadas en caliente para hormigón armado.
- NCh 433. Diseño sísmico de edificios.
- NCh 1174. Construcción – Alambre de acero, los o con entalladuras, de grado AT56-50H, en forma de barras rectas – Condiciones de uso en el hormigón armado.
- NCh 1498. Hormigón – Agua de amasado – Requisitos.
- NCh 1573. Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso.
- NCh 1934. Hormigón preparado en central hormigonera.
- NCh 2182. Hormigón y mortero – Aditivos – Clasificación y requisitos.
- NCh 2369. Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
- AC 133. Acceptance Criteria for Mechanical Connectors for Steel Bar Reinforcement.
- ACI 318S. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario.
- ACI 318M. Building Code Requirements for Reinforced Concrete and Commentary.

3. Foso

En la planta de compostaje habrá un foso de planta rectangular para la recepción de los residuos. En la siguiente tabla se resumen sus dimensiones:

Descripción	Altura (m)	Altura sobre el suelo (m)	Largo (m)	Ancho (m)
Foso recepción	3	1	9,6	4,6

El foso será construido con muros de hormigón armado en sus cuatro caras. En los *Planos 26* se puede apreciar su geometría y disposición.

4. Materiales

- Hormigón: H25
- Acero de barras: A-63-42H
- Recubrimiento en el intradós del muro: 3.0 cm
- Recubrimiento en el trasdós del muro: 3.0 cm
- Recubrimiento superior de la cimentación: 5.0 cm
- Recubrimiento inferior de la cimentación: 5.0 cm
- Recubrimiento lateral de la cimentación: 7.0 cm
- Tamaño máximo del árido: 30 mm

5. Acciones

- Aceleración Sísmica. Aceleración de cálculo: 0.30 Porcentaje de sobrecarga: 80 %
- Empuje en el intradós: Sin Empuje
- Empuje en el trasdós: Activo

6. Datos generales

- Cota de la rasante: 0.00 m
- Altura del muro sobre la rasante: 1.00 m
- Enrase: Intradós
- Longitud del muro en planta: 10.00 m
- Separación de las juntas: 5.00 m
- Tipo de cimentación: Zapata corrida

Los muros se han calculado con una longitud de 10 m para que una vez obtenido el dimensionado lo único que haya que hacerse es dividir entre 10 y multiplicar por los metros lineales que tenga cada uno de los distintos elementos.

7. Descripción del terreno

- Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro: 0 %
- Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro: 0 %
- Evacuación por drenaje: 100 %
- Porcentaje de empuje pasivo: 50 %
- Cota empuje pasivo: 0.00 m
- Tensión admisible: 0.20 MPa
- Coeficiente de rozamiento terreno-cimiento: 0.60

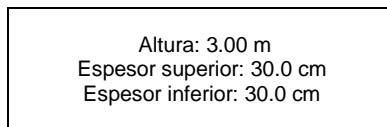
ANEJO 18: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS FOSO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

ESTRATOS

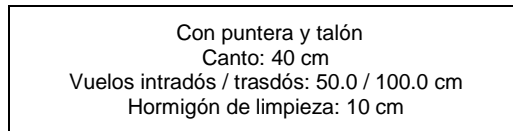
Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficiente de empuje
1. Arena densa	0.00m	Densidad aparente: 20.00 kN/m ³ Densidad sumergida: 12.00 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 37.00 grados Cohesión: 0.00 kN/m ²	Activo trasdós: 0.25 Pasivo intradós: 4.02

8. Geometría

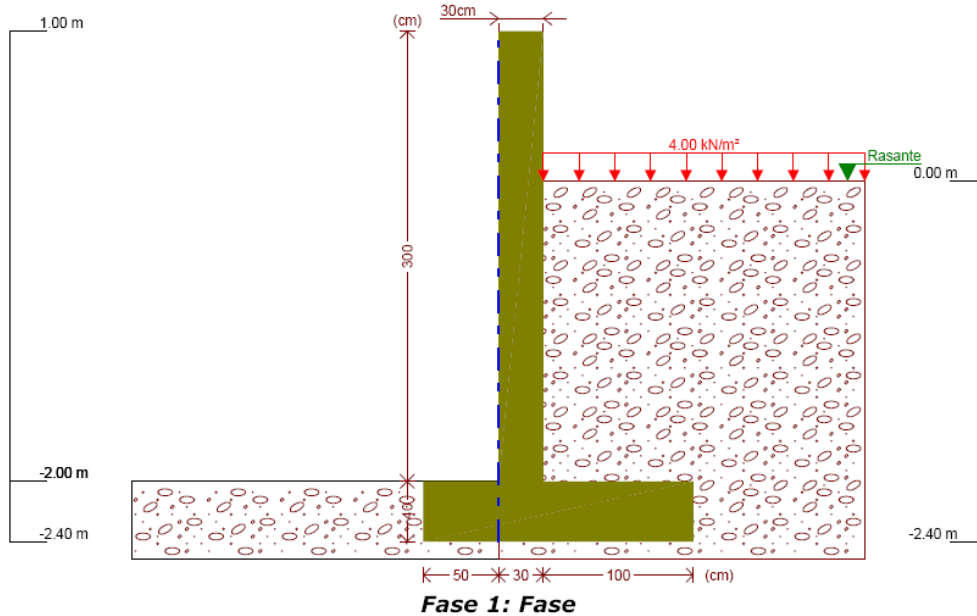
MURO



ZAPATA CORRIDA



9. Esquema de las fases



10. Cargas

ANEJO 18: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS FOSO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Las cargas dispuestas en el trasdós son las atribuibles a vehículo de tamaño medio.

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforma	En superficie	Valor: 4kN/m ²	Fase	Fase

11. Resultados de las fases

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON SOBRECARGAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (mkN/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.71	2.13	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	4.34	0.00	0.00	0.00	0.00
0.11	6.55	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.19	8.76	0.27	0.02	1.91	0.00
-0.49	10.96	1.07	0.21	3.41	0.00
-0.79	13.17	2.32	0.71	4.90	0.00
-1.09	15.38	4.01	1.65	6.39	0.00
-1.39	17.58	6.15	3.16	7.88	0.00
-1.69	19.79	8.74	5.38	9.37	0.00
-1.99	22.00	11.77	8.45	10.86	0.00
Máximos	22.07 Cota: -2.00 m	11.88 Cota: -2.00 m	8.57 Cota: -2.00 m	10.94 Cota: -2.00 m	0.00 Cota: 1.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (mkN/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.71	2.13	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	4.34	0.00	0.00	0.00	0.00
0.11	6.55	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.19	8.76	0.09	0.01	0.92	0.00
-0.49	10.96	0.58	0.09	2.41	0.00
-0.79	13.17	1.53	0.40	3.90	0.00
-1.09	15.38	2.93	1.06	5.39	0.00
-1.39	17.58	4.77	2.20	6.89	0.00
-1.69	19.79	7.06	3.96	8.38	0.00

ANEJO 18: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS FOSO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

-1.99	22.00	9.79	6.48	9.87	0.00
Máximos	22.07 Cota: -2.00 m	9.89 Cota: -2.00 m	6.58 Cota: -2.00 m	9.94 Cota: -2.00 m	0.00 Cota: 1.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m

CARGA PERMANENTE Y EMPUJE DE TIERRAS CON PORCENTAJE DE SOBRECARGA Y SISMO

Cota (m)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (mkN/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.71	2.13	0.64	0.09	0.00	0.00
0.41	4.34	1.30	0.38	0.00	0.00
0.11	6.55	1.96	0.87	0.00	0.00
-0.19	8.76	3.17	1.61	3.92	0.00
-0.49	10.96	5.51	2.88	7.33	0.00
-0.79	13.17	8.89	5.02	10.73	0.00
-1.09	15.38	13.28	8.32	14.14	0.00
-1.39	17.58	18.69	13.09	17.55	0.00
-1.69	19.79	25.13	19.64	20.95	0.00
-1.99	22.00	32.59	28.27	24.36	0.00
Máximos	22.07 Cota: -2.00 m	32.86 Cota: -2.00 m	28.60 Cota: -2.00 m	24.53 Cota: -2.00 m	0.00 Cota: 1.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m	0.00 Cota: 1.00 m

Combinaciones

HIPÓTESIS

1. Carga Peormente
2. Empuje de tierras
3. Sobrecarga
4. Sismo

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

Combinación	Hipótesis			
	1	2	3	4
1	1.00	1.00		
2	1.40	1.00		
3	1.00	1.70		
4	1.40	1.70		
5	1.00	1.00	1.70	
6	1.40	1.00	1.70	
7	1.00	1.70	1.70	
8	1.40	1.70	1.70	

ANEJO 18: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS FOSO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

9	0.90	0.90		1.43
10	1.05	0.90		1.43
11	0.90	1.27		1.43
12	1.05	1.27		1.43
13	0.90	0.90	1.02	1.43
14	1.05	0.90	1.02	1.43
15	0.90	1.27	1.02	1.43
16	1.05	1.27	1.02	1.43

COMBINACIONES PARA ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

Combinación	Hipótesis		
	1	2	3
1	1.00	1.00	
2	1.00	1.00	0.60

12. Descripción del armado

CORONACIÓN				
Armadura superior: 2 Ø12 Anclaje intradós / trasdós: 21 / 20 cm				
TRAMOS				
Núm.	Intradós		Trasdós	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
1	Ø10c/30 Solape: 0.3 m	Ø10c/25	Ø12c/10 Solape: 0.6 m	Ø10c/25
ZAPATA				
Armadura	Longitudinal	Transversal		
Superior	Ø12c/25	Ø12c/25 Longitud de anclaje en prolongación: 40 cm		
Inferior	Ø12c/25	Ø12c/25 Patilla intradós / trasdós: 20 / - cm		
Longitud de pata en arranque: 30 cm				

En los *Planos 26* se pueden apreciar el dimensionado de estos elementos.

13. Comprobaciones geométricas y de resistencia

Referencia: Muro Foso		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro:	Máximo: 168.9 kN/m Calculado: 45.2 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo: <i>Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>ACI 318M-99. Artículo 7.6.</i> -Trasdós: -Intradós:	Mínimo: 4 cm Calculado: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>ACI 318M-99. Artículo 7.6.5.</i> -Armadura horizontal Trasdós: -Armadura horizontal Intradós: -Armadura vertical Trasdós: -Armadura vertical Intradós:	Máximo: 50 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm Calculado: 10 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: Artículo 14.3.3 de la norma ACI 318-99 -Trasdós (-2.00 m): -Intradós (-2.00 m):	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00104 Calculado: 0.00104	Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: <i>Criterio del programa (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)</i> -Trasdós: -Intradós:	Calculado: 0.00104 Mínimo: 0.00075 Mínimo: 0.00017	Cumple Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: -Trasdós (-2.00 m): <i>Artículo 14.3.2 de la norma ACI-Chile 318-99</i>	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.00376	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: -Trasdós (-2.00 m): <i>Artículo 10.5 de la norma ACI-Chile 318-99</i>	Mínimo: 0.00339 Calculado: 0.00376	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: -Intradós (-2.00 m): <i>Artículo 14.3.2 de la norma ACI-Chile 318-99</i>	Mínimo: 0.0006 Calculado: 0.00087	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: -Intradós (-2.00 m): <i>Norma EHE, artículo 42.3.2 (Flexión simple o compuesta)</i>	Mínimo: 1e-005 Calculado: 0.00087	Cumple
Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total: -(1.00 m): <i>Artículo 10.9 de la norma ACI-Chile 318-99</i>	Máximo: 0.08 Calculado: 0.00463	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>ACI 318M-99. Artículo 7.6.</i> -Trasdós: -Intradós:	Mínimo: 4 cm Calculado: 7.6 cm Calculado: 28 cm	Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: Comprobación realizada por unidad de longitud de muro		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Capítulo 11.3.1 (norma ACI-CHILE 318-99)</i>	Máximo: 117.3 kN/m Calculado: 36.1 kN/m	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Artículo 49.2.4 de la norma EHE</i>	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0.012 mm	Cumple
Longitud de solapes: <i>Artículo 12.15 de la norma ACI 318-99</i> -Base trasdós:	Mínimo: 0.57 m Calculado: 0.6 m	Cumple

ANEJO 18: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS FOSO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Referencia: Muro Foso		
Comprobación	Valores	Estado
-Base intradós:	Mínimo: 0.3 m Calculado: 0.3 m	Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: <i>Criterio J.Calavera. Muros de contención y muros de sótano.</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
-Trasdós:	Mínimo: 0 cm Calculado: 21 cm	Cumple
-Intradós:	Mínimo: 2.2 cm ² Calculado: 2.2 cm ²	Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: <i>J.Calavera (Muros de contención y muros de sótano)</i>	Mínimo: 2.2 cm ² Calculado: 2.2 cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -2.00 m ▪ Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -2.00 m ▪ Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -2.00 m, Md: 39.63 mkN/m, Nd: 19.87 kN/m, Vd: 45.20 kN/m, Tensión máxima del acero: 197.747 MPa ▪ Sección crítica a cortante: Cota: -1.74 m ▪ Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: -2.00 m, M: 7.77 mkN/m, N: 22.07 kN/m 		

Referencia: Zapata corrida Foso		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
-Coeficiente de seguridad al vuelco (Hipótesis gravitatoria):	Mínimo: 1.8 Calculado: 6.16	Cumple
-Coeficiente de seguridad al vuelco (Hipótesis sísmica):	Mínimo: 1.2 Calculado: 1.98	Cumple
-Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Hipótesis gravitatoria):	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.21	Cumple
-Coeficiente de seguridad al deslizamiento (Hipótesis sísmica):	Mínimo: 1.2 Calculado: 1.21	Cumple
Canto mínimo: -Zapata: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 15.7 (pag.365).</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
-Tensión media (Hipótesis gravitatoria):	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0465 MPa	Cumple
-Tensión máxima (Hipótesis gravitatoria):	Máximo: 0.25 MPa Calculado: 0.0497 MPa	Cumple
-Tensión media (Hipótesis sísmica):	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.046 MPa	Cumple
-Tensión máxima (Hipótesis sísmica):	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1066 MPa	Cumple
Flexión en zapata: <i>Comprobación basada en criterios resistentes</i>		
-Armado superior trasdós:	Calculado: 4.52 cm ² /m Mínimo: 2.52 cm ² /m	Cumple
-Armado inferior trasdós:	Mínimo: 0 cm ² /m	Cumple
-Armado inferior intradós:	Mínimo: 1.32 cm ² /m	Cumple
Esfuerzo cortante: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 11.3.1 (pag.213).</i>		
-Trasdós (Hipótesis gravitatoria):	Máximo: 219.5 kN/m Calculado: 16.5 kN/m	Cumple

ANEJO 18: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS FOSO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Referencia: Zapata corrida Foso		
Comprobación	Valores	Estado
-Trasdós (Hipótesis sísmica):	Máximo: 154.9 kN/m Calculado: 47.5 kN/m	Cumple
-Intradós (Hipótesis gravitatoria):	Máximo: 219.5 kN/m Calculado: 19.7 kN/m	Cumple
-Intradós (Hipótesis sísmica):	Máximo: 154.9 kN/m Calculado: 41 kN/m	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 12 (pag.275).</i> -Arranque trasdós:	Mínimo: 15 cm Calculado: 32 cm	Cumple
-Arranque intradós:	Mínimo: 15 cm Calculado: 32 cm	Cumple
-Armado inferior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
-Armado inferior intradós (Patilla):	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior trasdós (Patilla):	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
-Armado superior intradós:	Mínimo: 30 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Recubrimiento: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 7.7.1 (pag.97).</i> -Inferior:	Mínimo: 3 cm Calculado: 5 cm	Cumple
-Lateral:	Mínimo: 5 cm Calculado: 7 cm	Cumple
-Superior:	Mínimo: 3 cm Calculado: 5 cm	Cumple
Diámetro mínimo: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.16 (pag.129).</i> -Armadura transversal inferior:	Mínimo: Ø10 Calculado: Ø12	Cumple
-Armadura longitudinal inferior:	Calculado: Ø12	Cumple
-Armadura transversal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
-Armadura longitudinal superior:	Calculado: Ø12	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros.</i> -Armadura transversal inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm	Cumple
-Armadura transversal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armadura longitudinal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>J. Calavera, 'Cálculo de Estructuras de Cimentación' 4ª edición, INTEMAC. Apartado 3.16 (pag.129).</i> -Armadura transversal inferior:	Mínimo: 10 cm Calculado: 25 cm	Cumple
-Armadura transversal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armadura longitudinal inferior:	Calculado: 25 cm	Cumple
-Armadura longitudinal superior:	Calculado: 25 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 7.12 (pag.108).</i> -Armadura longitudinal inferior:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.00113	Cumple
-Armadura longitudinal superior:	Calculado: 0.00113	Cumple
-Armadura transversal inferior:	Calculado: 0.00113	Cumple

ANEJO 18: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS FOSO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Referencia: Zapata corrida Foso		
Comprobación	Valores	Estado
-Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00113	Cumple
Cuantía mecánica mínima: <i>Norma ACI-Chile 318-99. Artículo 10.5 (pag.166).</i> - Armadura transversal inferior: - Armadura transversal superior:	Calculado: 0.00113 Mínimo: 0.00044 Mínimo: 0.00084	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Momento flector pésimo en la sección de referencia del trasdós: 29.90 mkN/m - Momento flector pésimo en la sección de referencia del intradós: 15.69 mkN/m		

14. Medición

Las mediciones están hechas en base a una longitud de muro de 10 m y considerando unas mermas del 15%. Para la correcta medición de los materiales necesarios se tienen que multiplicar los metros lineales totales de foso por estas medidas y dividirlos entre 10.

Referencia: Muro Foso		A-63-42H		Total
		Ø10	Ø12	
Armado base transversal	Longitud (m)	34x3.16		107.44
	Peso (kg)	34x1.95		66.24
Armado longitudinal	Longitud (m)	13x9.86		128.18
	Peso (kg)	13x6.08		79.03
Armado base transversal	Longitud (m)		100x3.14	314.00
	Peso (kg)		100x2.79	278.77
Armado longitudinal	Longitud (m)	13x9.86		128.18
	Peso (kg)	13x6.08		79.03
Armado viga coronación	Longitud (m)		2x9.86	19.72
	Peso (kg)		2x8.75	17.51
Armadura inferior -Transversal	Longitud (m)		41x1.85	75.85
	Peso (kg)		41x1.64	67.34
Armadura inferior -Longitudinal	Longitud (m)		8x9.86	78.88
	Peso (kg)		8x8.75	70.03
Armadura superior -Transversal	Longitud (m)		41x1.33	54.53
	Peso (kg)		41x1.18	48.41
Armadura superior -Longitudinal	Longitud (m)		5x9.86	49.30
	Peso (kg)		5x8.75	43.77
Arranques -Transversal -Izquierda	Longitud (m)	34x0.92		31.28
	Peso (kg)	34x0.57		19.29
Arranques -Transversal -Derecha	Longitud (m)		100x1.22	122.00
	Peso (kg)		100x1.08	108.31
Totales	Longitud (m)	395.08	714.28	
	Peso (kg)	243.59	634.14	877.73
Total con mermas (15.00%)	Longitud (m)	454.34	821.42	
	Peso (kg)	280.13	729.26	1009.39

ANEJO 18: CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS FOSO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

En la siguiente tabla se aprecia el resumen de sus mediciones:

Descripción	A-63-42H (kg)			Hormigón (m ³)	
	Ø 10	Ø 12	Total	H25	Limpieza
Foso recepción	795,57	2.071,10	2.866,67	46,01	5,11
TOTAL	795,57	2.071,10	2.866,67	46,01	5,11

Índice

1. Objeto	2
2. Normativa	2
3. Báscula	2
3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES	2
3.1.1. Estructura.....	2
3.1.2. Células de carga.....	3
3.1.3. Soportes de carga donde se ubican las células.	3
3.1.4. Visor electrónico de peso.....	3
4. Casita	3

1. Objeto

En este anejo se describen la zona denominada 'báscula', y que consta de una báscula para el pesado de los camiones a la entrada y la salida de estos, y de la casita de control de la misma.

2. Normativa

Los elementos a diseñar y construir deberán cumplir con los requerimientos de las Normas y Reglamentos que sean aplicables, utilizando la última versión de cada uno de ellos. En particular serán aplicables:

- Código ACI 318-99. Diseño y calculo de elementos y estructuras de hormigón armado.
- NCh 430-2007. Hormigón Armado – Requisitos de diseño y cálculo
- NCh 148. Cemento – Terminología, clasificación y especificaciones generales.
- NCh 163. Áridos para morteros y hormigones – Requisitos generales.
- NCh 170. Hormigón – Requisitos generales.
- NCh 204. Acero – Barras laminadas en caliente para hormigón armado.
- NCh 433. Diseño sísmico de edificios.
- NCh 1174. Construcción – Alambre de acero, los o con entalladuras, de grado AT56-50H, en forma de barras rectas – Condiciones de uso en el hormigón armado.
- NCh 1498. Hormigón – Agua de amasado – Requisitos.
- NCh 1573. Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso.
- NCh 1934. Hormigón preparado en central hormigonera.
- NCh 2182. Hormigón y mortero – Aditivos – Clasificación y requisitos.
- NCh 2369. Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
- AC 133. Acceptance Criteria for Mechanical Connectors for Steel Bar Reinforcement.
- ACI 318S. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario.
- ACI 318M. Building Code Requirements for Reinforced Concrete and Commentary.

3. Báscula

La báscula para el pesado en la entrada y salida de la planta de los camiones, será de tipo puente electrónica de 16 metros de longitud y 3 de ancho, para una capacidad de 60.000 kg.

3.1. Características generales

3.1.1. Estructura

Bigas longitudinales IP de 500 mm de altura. A mayor altura de biga se consigue mayor resistencia de la báscula, se evitan futuras lesiones y se gana en precisión al aumentar la rigidez.

Doble capa de mazo interior dando más firmeza a la losa de hormigón.

Losa de hormigón de resistencia igual a 250 Kg/cm² con una altura aproximada de 240 mm.

3.1.2. Células de carga

8 células electrónicas digitales de compresión.

El sistema de recepción de peso de este modelo per a báscula puente permite conseguir la medida de forma digital, controlando les células individualmente.

Capacidad nominal	40 toneladas
Carga de rotura	60 toneladas
Error total	=<0.02% E.M.
Error de repetitividad	=<0.005% E.M.
Desviación por temperatura	=<0.0012% E.M./°C
Rango de Temperatura de trabajo	-10é a +50°C

Fabricadas totalmente en acero inoxidable, son estancas a la inmersión prolongada (protección IP 68), sin alteración de los efectos del agua y preparada para trabajar a la intemperie.

Permite asegurar la líneabilidad de forma local (no depende del indicador) y la compensación dinámica de la temperatura.

3.1.3. Soportes de carga donde se ubican las células.

Soporte rígido con amortiguador antióxido con autolimpiador incorporado. Evita las oscilaciones y movimientos de la plataforma efectuados por los vehículos.

3.1.4. Visor electrónico de peso.

Control de las señales enviadas por las células de carga.

Calibración automática del peso de la plataforma para evitar diferencias de peso por acumulaciones de residuos o agua sobre la báscula.

Calibración manual del peso de la plataforma. Además del sistema automático, se puede forzar el ajuste a voluntad del usuario.

Sistema de corrección automática del peso en función de la latitud y altitud.

Conexión automática con el gestor de datos.

El indicador controla las células individualmente y permite conocer el estado y correcto funcionamiento de cada una de ellas de forma individual.

4. Casita

Este edificio tendrá unas dimensiones de 3,90 metros de largo por 2,25 metros de largo, con una altura mínima de 2,7 metros. El techo de una sola agua será de chapa y tendrá un pendiente del 5%.

La estructura será de bloque de hormigón con forjado y relleno de hormigón. En el *Plano 4* se puede apreciar la ubicación y disposición de este edificio, y de la báscula.

Índice

1. Objeto	2
2. Normativa	2
3. Pavimentos	2
3.1. Pavimento interior naves y depósito	2
3.2. Pavimento exterior (incluye parquin)	2
3.3. Pavimento arena compactada	3
3.4. Pavimento túneles descomposición y biofiltro	3
3.5. Pavimento edificio servicios y casita báscula.....	3
4. Acondicionamiento terreno	4
4.1. Mejoramiento de subrasante	4
4.2. Subbase.....	5
4.3. Base chancada	5

1. Objeto

En el presente anejo se describen los pavimentos existentes en la planta de compostaje, así como los distintos estratos del suelo.

2. Normativa

Los proyectos de pavimentación deberán ser desarrollados acorde a lo estipulado en la Ley General de Urbanismo y Construcciones y su Ordenanza.

3. Pavimentos

A continuación se presentan las distintas áreas pavimentadas y sus superficies:

Pavimento	Superficie (m²)
Pavimento interior naves y depósito	2.821,75
Pavimento exterior (incluye parquin)	13.004,95
Pavimento arena compactada	1200,00
Pavimento túneles descomposición y biofiltro	1432,87
Pavimento edificio servicios y casita báscula	265,87

En el *Plano 18.1* se puede apreciar la distribución de cada uno de estos pavimentos.

3.1. Pavimento interior naves y depósito

Los pavimentos del interior de las naves y del depósito se construirán en hormigón continuo HM-20/20, de 15 cm de espesor, armado con mallazo de acero 15x15.6 cm, enriquecido superficialmente con la adición de 1.5 kg de cemento CEM II/A-P 32.5 R y con 4 kg de cuarzo/corindón color natural, y con acabado bruñido. Se ejecutaran juntas de dilatación mediante corte con radial a 1/2 del espesor del pavimento y a razón de 1 junta cada 16 m², y sellado de las juntas mediante masilla de poliuretano.

Las pendientes en sentido longitudinal mínimas serán del 1 y del 2% en sentido transversal.

3.2. Pavimento exterior (incluye parquin)

El pavimento exterior de la planta de compostaje será de aglomerado asfáltico en caliente tipo S-12, aplicado en capa de rodadura, uniforme, de 4 cm de espesor, con un equipo mecánico especial compuesto de barredora, camión bituminador, rodillo autopropulsado, rodillo

neumático y camión basculante, i/barrido previo, extendido y compactación, riego asfáltico y limpieza.

Las pendientes mínimas serán del 1% en sentido longitudinal y del 2% en sentido transversal.

El pavimento irá rematado mediante un bordillo de hormigón monocapa tipo "A", gris, de planta recta y sección con testa redondeada 8x20 cm, colocado sobre solera de hormigón central HM-15/20 no estructural, de 15 cm de espesor, y rejuntado con mortero 1/4 de cemento gris, dejando juntas de menos de 1 cm de separación.

3.3. Pavimento arena compactada

La zona del almacenamiento y tratamiento de la fracción vegetal será pavimentada mediante zahorra natural. Aplicada de forma extendida en capa uniforme, humectada y compactada al 98% de Proctor modificado, obteniendo un espesor final de 20 cm.

Las pendientes mínimas en sentido longitudinal serán del 1% y del 2% en sentido transversal, y la el valor de permeabilidad será inferior a $k = 1 \cdot 10^{-7}$ m/s en una capa de grueso de 50 cm.

3.4. Pavimento túneles descomposición y biofiltro

Los pavimentos de los túneles de descomposición y del biofiltro se construirán en hormigón continuo HM-20/20, de 15 cm de espesor, armado con mallazo de acero 15x15.6 cm, enriquecido superficialmente con la adición de 1.5 kg de cemento CEM II/A-P 32.5 R y con 4 kg de cuarzo/corindón color natural, y con acabado bruñido. Se ejecutaran juntas de dilatación mediante corte con radial a 1/2 del espesor del pavimento y a razón de 1 junta cada 16 m², y sellado de las juntas mediante masilla de poliuretano.

Además, este pavimento incorporará tubos per-fabricados para la ventilación de los túneles y la inyección del aire al biofiltro.

3.5. Pavimento edificio servicios y casita báscula

Los pavimentos interiores del edificio de servicios y la casita de la báscula serán de baldosas de gres de 33x33 cm. Se construirán con mortero de cemento y arena de río 1:6 (M-40), y cama de arena de río de 2 cm de espesor, rejuntado con lechada de cemento blanco y limpieza, sobre hormigón continuo HM-20/20, de 10 cm de espesor, armado con mallazo de acero 15x15.6 cm.

Alrededor de estos edificios se construirá una acera de 1 m de ancho pavimentada con baldosas de gres de 40x40 cm, construidas con mortero de cemento y arena de río 1:6 (M-40), y cama de arena de río de 2 cm de espesor, rejuntado con lechada de cemento blanco y limpieza. Esta acera irá rematada mediante un bordillo de hormigón monocapa tipo "A", gris, de planta recta y sección con testa redondeada 8x20 cm, colocado sobre solera de hormigón central HM-15/20 no estructural, de 15 cm de espesor, y rejuntado con mortero 1/4 de cemento gris, dejando juntas de menos de 1 cm de separación.

4. Acondicionamiento terreno

El terreno donde se ubicará el pavimento asfáltico será acondicionado mediante un mejoramiento de subrasante, una capa de subbase y una base chancada. Para el resto de pavimentos se le aplicará un mejoramiento de subrasante y una capa de subbase, exceptuando el pavimento de arena compactada que prescindirá de la capa de subbase.

En el *Plano 18.2* se pueden apreciar las secciones de cada uno de los distintos pavimentos.

4.1. Mejoramiento de subrasante

Se deberá comprobar que el CBR del suelo natural sea $\geq 8\%$. Si no es así el suelo se escarificará y se compactará en un espesor mínimo de 0.20 m, a objeto de proveer una superficie de apoyo homogénea.

En caso de no cumplirse tal condición y/o aparecer suelos deleznable tipo arcillas expansivas, basuras, escombros, suelos orgánicos, rellenos artificiales construidos sin control, etc., se deberá efectuar un mejoramiento de espesor mínimo $e = 0.35$ m si $4\% \leq \text{CBR} < 8\%$ ó $e = 0.60$ m mínimo si $\text{CBR} < 4\%$. Para lo anterior, deberán ejecutarse las sobreexcavaciones correspondientes y compactar el nuevo sello, previa recepción de la Inspección Técnica a través de un Ingeniero Especialista en Mecánica de Suelos, hasta alcanzar una densidad mayor o igual que el 90% de la densidad máxima determinada en el ensayo Proctor Modificado, NCh 1534 II – D.

La compactación del sello se realizará hasta obtener una densidad mayor o igual al 95 % de la densidad máxima determinada en el ensayo Proctor Modificado ó 80% de la Densidad Relativa, según corresponda, para lo cual se utilizará un rodillo liso de 4 a 5 Ton. de peso.

El material con el cual se deberán ejecutar los mejoramientos deberá ser una grava arenosa o arena gravosa de tamaño máximo 3", no más de 15% de finos bajo la malla ASTM N°200 y un $\text{CBR} \geq 20\%$.

Como alternativa a este material se podrá utilizar arena limosa de origen volcánico conocida como pumicita, con la misma limitación de tamaño máximo y con un contenido de finos inferior a 35%.

4.2. Subbase

Se prevé colocar una subbase granular como parte de la estructura de los pavimentos diseñados.

La subbase deberá cumplir las siguientes especificaciones mínimas:

- CBR mínimo (al 95 % Proctor): 35 % (a 0,2" de penetración)
- Tamaño máximo: 2"
- IP máximo: 8
- Límite líquido máximo: 35
- Compactación mínima: 95 % Proctor Modificado
- Desgaste Los Angeles: 40 % máximo

La subbase deberá cumplir con la siguiente granulometría:

Tamiz (ASTM)	% que pasa en peso
2"	100
1"	55 – 100
¾"	30 – 75
Nº 4	20 – 65
Nº 10	10 – 50
Nº 40	5 – 30
Nº 200	0 – 20

La colocación de la subbase se ejecutará por capas de 0,15 m de espesor máximo, cada una de ellas debidamente compactada al 95 % del Proctor Modificado, hasta llegar a los 20 cm de espesor final.

4.3. Base chancada

Se colocará una base chancada sobre la subbase terminada con un espesor de 15 cm.

El material a utilizar deberá estar constituido por un suelo de grava arenosa, homogéneamente revuelto, libre de grumos o terrones de arcilla, materiales vegetales o de cualquier otro material perjudicial.

Las características que dicha base deberá cumplir son las siguientes granulometrías:

Tamiz (ASTM)	% que pasa en peso
2"	100
1 ½"	70 – 100
1"	55 – 85
¾"	45 – 75
3/8"	35 – 65
Nº 4	25 – 55
Nº 10	15 – 45
Nº 40	5 – 25
Nº 200	0 – 8

ANEJO 20: PAVIMENTOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

La base deberá contener un porcentaje de partículas chancadas para lograr el CBR especificado y más del 50% de las partículas retenidas en el tamiz N° 4 ASTM deberán tener a lo menos 2 caras fracturadas.

La fracción que pase la malla N° 200 ASTM no deberá ser mayor a los 2/3 de la fracción del agregado grueso que pasa por la malla N° 40 ASTM.

Respecto de otros parámetros, las condiciones a cumplir por las bases proyectadas serán las siguientes:

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| - Límite líquido: | < 25 |
| - Índice de Plasticidad: | < 6 |
| - Capacidad de soporte a 0.2" : | ≥ 100% |
| - Compactación : | 95% Proctor Modificado (mínimo) |
| - Desgaste Los Angeles: | 35% máx. (NCh 1369) |
| - Triturado mínimo: | 60% |

Después de que el agregado haya sido esparcido se le deberá compactar por medio de rodillado (rodillo vibratorio) y riego hasta obtener la humedad óptima.

Índice

1. Objeto	2
2. Normativa	2
3. Descripción de la instalación	2
4. Requisitos generales para el diseño	2
5. Dimensionamiento de las tuberías	3
5.1. Caudales	3
5.2. Cálculo del caudal máximo probable	4
5.2.1. Zona de servicios	4
5.2.2. Puntos de limpieza	4
5.2.3. Zona de descomposición	4
5.2.4. Zona de maduración	4
5.2.5. Biofiltro y lavador de gases	4
5.2.6. Puntos de riego	5
5.2.7. Red húmeda	5
5.3. Consumos máximos	5
5.4. Velocidades	5
5.5. Materiales	5
5.6. Pérdidas de carga	6
5.6.1. Llaves de paso	6
5.6.2. Cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías	6
5.6.3. Cálculo de las pérdidas de carga en piezas especiales y accesorios de unión	6
5.7. Presiones	7
5.8. Tablas resumen de cálculos	7
5.8.1. Agua fría	8
5.8.2. Agua caliente sanitaria (ACS)	11
6. Otros requisitos	12
7. Construcción Agua Potable	12
7.1. Instalación de Tuberías	12
7.2. Colocación de Artefactos Sanitarios	12
7.3. Colocación de Grifería	12
7.4. Dilatadores	13
7.5. Aislamientos	13

ANEJO 21: CÁLCULOS INSTALACIÓN AGUA POTABLE del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

7.6. Arquetas.....	14
8. Equipo de bombeo.....	14
9. Cálculo del termo y el acumulador	14
6.5.1 Volumen del acumulador.....	15
6.5.2 Cálculo del termo	15
6.5.2 Equipo escogido	16

1. Objeto

En este anejo se describen las características y dimensiones de las redes de agua caliente y agua fría según requerimientos de la maquinaria y las instalaciones de la planta de compostaje.

2. Normativa

Las obras sanitarias a diseñar y construir, deberán cumplir con los requerimientos de las Normas y Reglamentos que sean aplicables, utilizando la última versión de cada uno de ellos. En particular serán aplicables:

- "Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado" (RIDAA), Decreto MOP 50/2002.
- "Manual de Normas Técnicas para la Realización de las Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado", D.S. M.O.P. N°70/81.
- Planos tipo de ex-SENDOS.
- "Ingeniería Sanitaria. Presentación y Contenido de Proyectos de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado (NCh1104 Of.78).
- "Arquitectura y Construcción. Designación Gráfica de Elementos para Instalaciones Sanitarias (NCh711 Of.71).
- "Especificaciones Técnicas Sobre Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable Diseño y Cálculo – Requisitos" (Resolución ex-SENDOS N°1386 del 23/04/87).

3. Descripción de la instalación

El agua en la planta vendrá suministrada mediante conexión a la red pública de aguas potables de la zona. El prestador debe asegurar la presión mínima dinámica aguas abajo del arranque de la instalación hidráulica en la llave de paso después del medidor de 14 m.c.a. (1,373 bar) para el consumo máximo diario, tomando como referencia la cota del terreno sobre la tubería de distribución de la red pública.

En nuestra instalación será necesario el bombeo de agua, ya que la presión requerida por los equipos de aspersión de la zona de descomposición, maduración y biofiltro, es más elevada que la suministrada por la red.

4. Requisitos generales para el diseño

El prestador debe asegurar la presión mínima dinámica aguas abajo del arranque domiciliario en la llave de paso después del medidor de 14 m.c.a. (1,373 bar) para el consumo máximo diario, tomando como referencia la cota del terreno sobre la tubería de distribución de la red pública.

Salvo justificación técnica en contrario, en las instalaciones de agua fría la tubería de cobre que alimenta un solo artefacto debe tener un diámetro mínimo de 13 mm o su diámetro hidráulicamente equivalente en otros materiales autorizados. Si alimenta más de un artefacto o un artefacto calentador, el diámetro mínimo en tubería de cobre debe ser de 19 mm o su diámetro hidráulicamente equivalente en materiales autorizados. La llave de paso en la tubería al artefacto calentador de agua debe tener el diámetro mínimo de 19 mm.

En cada recinto donde se instalen artefactos sanitarios, se deben incluir como mínimo una llave de paso en la tubería para agua fría y otra llave de paso en la tubería para agua caliente,

además de la llave de paso para el inodoro. El artefacto calentador debe contar con llaves de paso para el agua fría y para el agua caliente.

En industrias, laboratorios, hospitales, centros médicos y odontológicos y otros que manejen productos tóxicos, inmediatamente después de la llave de paso ubicada aguas abajo del medidor o medidor remarcador, la instalación de agua potable debe incluir una válvula anti-retorno.

5. Dimensionamiento de las tuberías

5.1. Caudales

Los caudales de agua previstos para la instalación se resumen en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Los diámetros de las tuberías de agua fría y agua caliente, se a partir de estos datos.

Tabla 1. Consumo de agua por los distintos equipos de la planta.

Equipos	Unidades	Consumo agua fría (l/min)	Consumo agua caliente (l/min)
Servicios de caballeros			
Inodoros	4	40	
Canalón colectivo	1,2	12	
Lavamanos	3	24	24
Duchas	2	20	20
Servicio de mujeres			
Inodoros	3	10	
Bidet	1	10	
Lavamanos	3	24	24
Duchas	2	20	20
Cocina			
Lavaplatos	2	24	24
Bebedero	1	5	
Laboratorio			
Lavamanos	2	16	16
Planta			
Riego Descomposición	6	2.649,48	
Riego Maduración	4	272,00	
Riego Biofiltro	4	103,33	
Lavador gases	1	0,07	
Limpieza camiones	1	25,00	
Puntos de limpieza	3	54,00	
Puntos de riego	4	200,00	
Bocas de incendio	3	150,00	

5.2. Cálculo del caudal máximo probable

Cada línea de la instalación de agua se dimensionará a partir de sus necesidades, pero teniendo en cuenta las siguientes premisas:

- a. Para el último artefacto, el caudal máximo probable se considera igual al caudal instalado.
- b. Para los dos últimos artefactos de un tramo de ramal, el caudal máximo probable debe ser la suma de los caudales instalados de ambos.
- c. El caudal máximo probable de un tramo de ramal en que existen tres o más artefactos debe ser, como mínimo la suma de los dos de mayor consumo.

5.2.1.Zona de servicios

El caudal máximo probable en la instalación de servicios se calculará a partir de la fórmula siguiente:

$$\text{QMP}=1,7391 \times \text{QI}^{0,6891}$$

en que:

QMP= caudal máximo probable (L/min);

QI= caudal instalado (L/min).

5.2.2.Puntos de limpieza

Como los puntos de limpieza de la instalación funcionan con el equipo pertinente de agua a presión, y se prevé disponer de uno solo, este ramal se dimensionará para un consumo de un solo aparato.

5.2.3.Zona de descomposición

Debido a las características del proceso, esta línea se dimensionará para que en momentos punta estén en funcionamiento como máximo 3 de los túneles de compostaje.

5.2.4.Zona de maduración

En la zona de maduración el cálculo se hará teniendo en cuenta que cada línea de aspersión funcionará sola. O sea, hasta que no haya concluido el periodo de riego de una de las líneas, no se abrirá la siguiente.

Este control se hará manualmente, abriendo y cerrando las distintas válvulas de paso.

5.2.5.Biofiltro y lavador de gases

La línea hidráulica del biofiltro se dimensionará para que se cubran las demandas de forma escalonada para cada uno de los departamentos de este. Por lo que se refiere al consumo de agua por parte del lavador de gases, no se aplicará ningún factor de reducción ya que lo necesita en su totalidad.

5.2.6.Puntos de riego

Los puntos de riego se dimensionaran para que funcionen todos a la vez, ya que estos puntos están contemplados como puntos de la red húmeda contra incendios.

5.2.7. Red húmeda

La red húmeda estará compuesta por tres bocas de incendio conectados a la red de agua. Estos hidrantes se dimensionaran para que funcionen todos a la vez, para hacer frente a situaciones de emergencia. Tal hi como se ha comentado en el punto anterior, los puntos de riego, servirán de soporte contra incendio en situaciones de riesgo.

5.3. Consumos máximos

La RIDDA, D.S. N 50/2002, del MOP.- nos da una referencia del consumo máximo por operario y por turno en locales industriales. Este valor no tiene que sobrepasar los 150 l/día.

En nuestro caso, está previsto que en la planta trabajen un total de 20 operarios, lo que supone un consumo máximo de 3.000 l/día de agua potable. Este consumo se refiere a la zona destinada a servicios, las demandas de los equipos de la planta no entran en este cálculo.

5.4. Velocidades

Las velocidades del agua en las tuberías no deben exceder de 2,5 m/s en las tuberías exteriores y de distribución principal y 2,0 m/s en las tuberías de la red interior.

Todas las conducciones tendrán una pendiente mínima de 0,5%, para que no se produzcan puntos donde se puedan depositar burbujas de aire.

5.5. Materiales

El agua que se conduzca des de el punto de toma hasta los distintos ramales, se conducirá mediante tubería de polietileno de alta densidad, instalada a una profundidad de 40 cm.

Todas las tuberías que vayan enterradas serán de polietileno de alta densidad. Las superficiales serán de cobre.

La red de distribución interior de la zona de servicios se hará mediante tubería de cobre. Las conducciones empotradas a la pared. El agua caliente irá 10 cm por sobre de las anteriores para evitar el calentamiento del agua fría.

El resto de las conducciones, irán sujetas a la pared a una altura de 2,5 m para el agua fría. El agua caliente irá 10 cm por sobre de las anteriores para evitar el calentamiento del agua fría.

5.6. Pérdidas de carga

El cálculo de las pérdidas de carga se iniciará en la llave de paso ubicada después del medidor.

5.6.1. Llaves de paso

Toda sala de servicio (baño, cocina, etc.), deberá llevar a lo menos una llave de paso de agua fría y otra de agua caliente, que permita independizarla del resto de los servicios del inmueble.

5.6.2. Cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías

Para el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías se han usado las fórmulas siguientes.

a) Fórmula de Fair-Whipple-Hsiao:

$$\text{Para agua fría: } J = 676,745 \times Q^{1,751} / D^{4,753}$$

$$\text{Para agua caliente: } J = 545,045 \times Q^{1,751} / D^{4,753}$$

En que:

J= pérdida de carga unitaria en las tuberías (m/m);

Q= caudal máximo probable (L/min);

D= diámetro interior real (mm).

Esta fórmula se puede usar para todos los diámetros de tuberías inferiores a 100 mm.

b) Fórmula de Hazen-Williams:

$$J = 10,67 \times Q^{1,85} / D^{4,85} \times C^{1,85}$$

En que:

J = pérdida de carga unitaria en las tuberías (m/m);

Q = caudal máximo probable (m³/s);

D = diámetro interior (m);

C = coeficiente de fricción que depende del material de la tubería.

Esta fórmula se puede usar para todos los diámetros superiores o iguales a 100 mm.

5.6.3. Cálculo de las pérdidas de carga en piezas especiales y accesorios de unión

Para el cálculo de la pérdida de carga de un accesorio determinado, se han usado las tablas del RIDAA, en que se asigna una pérdida por fricción a una longitud equivalente de tubería del mismo diámetro.

También se han tendido en cuenta las producidas en el calentador empleado.

5.7. Presiones

Las presiones mínimas de los distintos ramales se especifican en la Tabla 2. Estas presiones vienen dadas por las características técnicas de los equipos a usar. En el caso de las instalaciones con ningún requerimiento específico serán dimensionadas en base a lo dictado por la norma NCh 2485.

Tabla 2. Presiones mínimas de los distintos ramales.

Equipos	Presiones mínimas (m.c.a.)
Servicios	4
Riego descomposición	20,4
Riego maduración	51,0
Riego Biofiltro	20,4
Lavador gases	4
Limpieza camiones	4
Puntos de limpieza	4
Puntos de riego	4
Bocas de incendio	4

Como ya se ha comentado en este documento, la presión mínima dinámica aguas abajo del arranque será de 14 m.c.a. (1,373 bar).

5.8. Tablas resumen de cálculos

En las siguientes tablas se exponen los cálculos efectuados para el cálculo de los diámetros de las tuberías, teniendo en cuenta el caudal de circulación, la velocidad y la presión en el punto más desfavorable.

En los *Planos 12* podemos observar la ubicación de las tuberías dimensionadas.

5.8.1. Agua fría

Línea principal

Tramo	Longitud real (m)	Caudal (L/min)		Material	D teórico (mm)	D comercial (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga			Cota (m)		Presión (m.c.a.)
		Instalado	Máximo probable					Tubería			Piezo-métrica	Terreno o artefactos	
								J Unitaria (m/m)	Leq (m)	Acumulada (m.c.a.)			
A-B	79,20	4.031,88	1.019,27	PE	103,99	125,00	1,38	0,013	9,13	1,13	14,00	0,40	12,47
B-C	25,60	4.006,88	1.019,27	PE	103,99	125,00	1,38	0,013	6,91	0,42	12,47	0,00	12,05
C-D	20,83	3.603,88	920,19	PE	98,81	125,00	1,25	0,011	6,91	0,29	12,05	0,00	11,76
D-E	49,51	3.485,88	795,19	PE	91,85	125,00	1,08	0,008	6,09	0,45	11,76	0,00	11,30
E-F	29,26	3.553,88	745,19	PE	88,92	100,00	1,58	0,021	3,59	0,70	11,30	0,00	10,61
B-Ba	12,87	25,00	25,00	PE	16,29	19,00	1,47	0,159	6,10	3,01	12,47	1,00	8,46
C-Ca	28,21	353,00	99,08	PE	32,42	50,00	0,84	0,018	5,68	0,60	12,05	0,00	11,45
C-Cb	2,00	50,00	50,00	PE	23,03	25,00	1,70	0,145	7,62	1,39	12,05	1,00	9,66
D-Da	32,33	50,00	50,00	PE	23,03	25,00	1,70	0,145	8,14	5,86	11,76	1,00	4,89
D-Db	35,50	75,00	75,00	PE	28,21	32,00	1,55	0,091	13,50	4,47	11,76	1,00	6,29
E-Ea	11,37	50,00	50,00	PE	23,03	25,00	1,70	0,145	7,50	2,73	11,30	1,00	7,57

ANEJO 21: CÁLCULOS INSTALACIÓN AGUA POTABLE del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

F-G	64,53	186,00	125,00	PE	36,42	50,00	1,06	0,027	4,48	1,84	10,61	0,00	8,76
G-Ga	22,98	25,00	25,00	PE	16,29	25,00	0,85	0,043	8,35	1,35	8,76	1,00	6,42
G-H	16,84	100,00	100,00	PE	32,57	50,00	0,85	0,018	3,85	0,37	8,76	0,00	8,39
H-Ha	25,13	50,00	50,00	PE	23,03	38,00	0,73	0,020	12,98	0,75	8,39	1,00	6,64
H-Hb	55,71	50,00	50,00	PE	23,03	38,00	0,73	0,020	14,26	1,39	8,39	1,00	6,00
F-Fa	7,62	0,07	0,07	Cu	0,83	13,00	0,01	0,000	0,84	0,00	8,76	1,00	7,76

Edificio de servicios (Agua fría)

Tramo	Longitud Real(m)	Caudal (L/min)		Material	D teórico (mm)	D comercial (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga			Cota (m)		Presión (m.c.a.)
		Instalado	Máximo probable					Tubería			Piezo-métrica	Terreno o artefactos	
								J Unitaria (m/m)	Leq (m)	Acumulada (m.c.a.)			
A-B	4,68	103	42,40	Cu	21,21	25,00	1,44	0,109	2,65	0,80	11,45	1,00	9,65
B-C	4,41	83	36,54	Cu	19,69	25,00	1,24	0,084	1,07	0,46	9,65	0,00	9,19
C-D	9,30	67	31,53	Cu	18,29	25,00	1,07	0,065	5,86	0,98	9,19	0,00	8,21
B-Ba	2,12	20	20,00	Cu	14,57	19,00	1,18	0,107	0,64	0,30	9,65	0,00	9,36
C-Ca	3,01	16	16,00	Cu	13,03	19,00	0,94	0,073	0,64	0,26	9,19	0,00	8,93
A-E	6,00	122	47,65	Cu	22,48	25,00	1,62	0,133	3,72	1,29	11,45	1,00	9,15

ANEJO 21: CÁLCULOS INSTALACIÓN AGUA POTABLE del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

E-F	3,55	74	33,76	Cu	18,93	25,00	1,15	0,073	1,07	0,34	9,15	0,00	8,82
F-G	5,40	28	17,28	Cu	13,54	19,00	1,02	0,083	1,95	0,61	8,82	0,00	8,21
E-Ea	2,40	30	20,00	Cu	14,57	19,00	1,18	0,107	0,64	0,33	8,82	0,00	8,49
F-Fa	2,40	46	24,33	Cu	16,07	19,00	1,43	0,151	0,64	0,46	8,21	0,00	7,75

Después de bombeo

Tramo	Longitud Real (m)	Caudal (L/min)		Material	D teórico (mm)	D comercial (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga			Cota (m)		Presión (m.c.a.)
		Instalado	Máximo probable					Tubería			Piezo-métrica	Terreno o artefactos	
								J Unitaria (m/m)	Leq (m)	Acumulada (m.c.a.)			
0-J	2,00	3.024,81	545,13	PE	76,05	100,00	1,16	0,012	16,86	0,22	70,00	0,00	69,78
J-K	45,14	2.649,48	441,58	PE	68,45	75,00	1,67	0,035	16,55	2,19	69,78	0,00	67,59
K-Ka	20,90	441,58	441,58	PE	68,45	75,00	1,67	0,035	27,47	1,71	67,59	5,00	60,87
J-L	49,29	103,33	25,83	PE	16,56	25,00	0,88	0,046	5,09	2,48	69,78	0,00	67,30
L-La	18,06	25,83	25,83	PE	16,56	25,00	0,88	0,046	3,02	0,96	67,30	4,00	62,34
J-M	57,64	272,00	77,71	PE	28,72	32,00	1,61	0,097	6,06	6,18	69,78	0,00	63,60
M-Ma	54,51	77,71	77,71	PE	28,72	32,00	1,61	0,097	7,15	5,98	63,60	5,00	52,62

5.8.2. Agua caliente sanitaria (ACS)

Edificio de servicios (ACS)

Tramo	Longitud Real (m)	Caudal (L/min)		Material	D teórico (mm)	D comercial (mm)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga			Cota (m)		Presión (m.c.a.)
		Instalado	Máximo probable					Tubería			Piezo-métrica	Terreno o artefactos	
								J Unitaria (m/m)	Leq (m)	Acumulada (m.c.a.)			
A-B	2,00	128	49,25	Cu	22,86	25,00	1,67	0,141	1,99	0,56	11,45	2,00	8,88
B-C	4,80	88	38,04	Cu	20,09	25,00	1,29	0,090	0,92	0,51	8,88	0,00	8,37
C-D	4,41	68	31,85	Cu	18,38	25,00	1,08	0,066	0,40	0,32	8,37	0,00	8,05
D-E	9,36	52	26,47	Cu	16,76	19,00	1,56	0,175	2,64	2,10	8,05	0,00	5,95
C-Ca	2,26	20	20,00	Cu	14,57	19,00	1,18	0,107	0,67	0,31	8,37	0,00	8,06
D-Da	3,10	24	24,00	Cu	15,96	19,00	1,41	0,148	0,67	0,56	8,05	0,00	7,50
B-F	9,29	40	22,10	Cu	15,31	19,00	1,30	0,128	1,83	1,42	8,88	0,00	7,46
F-G	5,54	16	16,00	Cu	13,03	19,00	0,94	0,073	1,48	0,51	7,46	0,00	6,95
F-Fa	1,80	24	16,00	Cu	13,03	19,00	0,94	0,073	0,93	0,20	7,46	0,00	7,27

6. Otros requisitos

Los materiales, componentes, artefactos, equipos y sistemas utilizados en las instalaciones, cumplirán con las Normas Chilenas Oficiales vigentes al respecto y a falta de ellas, con las especificaciones técnicas que la Autoridad Competente tenga vigente o autorice u otro procedimiento que ésta determine.

7. Construcción Agua Potable

La instalación de agua potable deberá cumplir con las siguientes condiciones:

7.1. Instalación de Tuberías

Las claves de las tuberías de agua potable que se instalen en los patios, jardines, zona de espacios comunes, y en general al exterior del edificio, deben quedar enterradas como mínimo a 50 centímetros del nivel superior del terreno, salvo que se trate de redes privadas en que deberán aplicarse las respectivas normas chilenas. Se deberá además respetar una distancia mínima de 0.60 metros en arranques y nichos guarda medidor respecto de otros servicios.

La instalación de tuberías, confección de uniones entre tuberías y piezas especiales, encamado del sello de la excavación, relleno lateral y superior de la zanja, fijación de la tubería cuando esta queda a la vista, deben cumplir con las especificaciones del proyecto, con las Normas Chilenas, Instrucciones y Especificaciones Técnicas de la SISS y planos tipos de la Superintendencia acerca de la materia y las recomendaciones del fabricante.

En la construcción deberá procurarse que la tubería de agua potable quede como mínimo 30 centímetros sobre la tubería de alcantarillado. De no ser posible lo anterior deberán tomarse todos los resguardos pertinentes, consultando tuberías de alcantarillado en material impermeable.

7.2. Colocación de Artefactos Sanitarios.

Los artefactos sanitarios se instalarán de acuerdo con las especificaciones del fabricante e indicaciones de proyecto. De la misma manera se ejecutará la unión de los artefactos a las tuberías de alimentación y de desagüe. La distribución de los artefactos sanitarios se ajustará a las indicaciones del plano del proyecto y deberá comprobarse su correcta fijación y nivelación.

7.3. Colocación de Grifería.

El montaje de la grifería debe ejecutarse de acuerdo con las indicaciones del fabricante, de tal manera que técnicamente asegure una correcta operación y garantice la estanqueidad del sistema. Antes de la instalación de la grifería se comprobará que el diámetro nominal de las llaves coincida con el de la tubería en la que van a ser instaladas. Los accesorios de unión, soldaduras, abrazaderas u otros elementos que sea preciso utilizar deberán garantizar el cumplimiento de las cualidades generales de una instalación domiciliaria de agua potable, tales como preservación de la potabilidad del agua, estanqueidad, etc.

7.4. Dilatadores

El uso de dilatadores se hace imprescindible en tener metales a cierta temperatura, ya que se expanden de forma notable con la temperatura. El incremento de la longitud está cifrado en el cobre en 1,7 mm/m hasta temperaturas de unos 110 °C. Estos se utilizarán cuando las variaciones en la longitud de la tubería no sean absorbidas o compensadas de forma natural por la misma tubería, como pasa en los tramos en los que hay codos. Las variaciones de la longitud no se compensan por sí solas en tramos de gran longitud de tubería o de gran diámetro, en estos casos se tienen que aplicar dilatadores. Uno de los más utilizados son los compensadores en forma de lira. En la tabla siguiente se puede encontrar la longitud necesaria de la lira en función de los diámetros de la tubería. Los valores indicados corresponden a una distancia de 20 m entre dos puntos fijos.

Tabla 3. Longitud necesaria de la lira en función de los diámetros de la tubería.

Diámetro Tubería (Pulgadas)	Longitud aproximada (cm)
½	88
¾	122
1	137
1 ¼	183
1½	198
2	214
2½	244
3	268

1 pulgada = 25.4 milímetros

7.5. Aislamientos

Las tuberías de agua caliente deben ir provistas de un aislamiento para evitar la pérdida de calor, el espesor dependerá del diámetro de la misma y de las temperaturas (en nuestro caso 35 ° C). El material aislante tendrá una conductividad de $\lambda = 0,040 \text{ W / mK}$. Los espesores del aislante se designarán a partir de la tabla siguiente:

Tabla 4. Espesores del aislante en función del diámetro de la tubería.

Diámetro Tubería (Pulgadas)	Espesor aislante (mm)
2	35
1 ½	30
1 ¼	25
1	20
¾	15

1 pulgada = 25.4 milímetros

7.6. Arquetas

En los sitios donde se produzcan derivaciones de tuberías se instalarán arquetas de registro, des de donde se podrá abrir o cerrar las distintas válvulas de paso de las tuberías.

Estas arquetas estarán hechas de tocho y con tapa de plástico. Por lo general tendrán unas dimensiones de 30 x 30 cm, pero estas variaran en función del número de válvulas que tenga que contener y de la profundidad a la que estén.

8. Equipo de bombeo

El equipo de bombeo estará instalado al lado de los túneles de descomposición, por su lado Norte. Se ha proyectado un cubierto de 5 metros de ancho por 13, 5 de largo, y en él también estará instalado el equipo lavador de gases.

Este equipo de bombeo estará provisto de dos bombas, con las mismas características, una en funcionamiento y la otra de apoyo.

Una vez dimensionadas las tuberías, podemos saber las pérdidas de carga totales que se prevén en la instalación. La presión en la entrada de la bomba está prevista que sea de unos 9,32 m.c.a. y para el correcto funcionamiento de los aspersores, la presión a la salida de la bomba tendría que ser de 70 m.c.a. Lo que supone que la bomba tendrá que dar una presión de 61 m.c.a., o lo que es lo mismo, 6 atm de presión.

El caudal máximo probable total estimado de este punto es de 545,13 l/min. Suponiendo un rendimiento mecánico del 0,7 y un 0,9 eléctrico del motor y aplicando la siguiente fórmula podremos saber la potencia requerida.

$$W = Q \times H_B \times \gamma / \eta$$

Sustituyendo:

- $W = 545,13 / (10^3 \cdot 60) \text{ m}^3/\text{s} \times 61 \text{ m} \times 1000 \text{ kp}/\text{m}^3 / (0,7 \times 0,9)$
- $W = 879,71 \text{ kpm}/\text{s} = 8,62 \text{ kW}$

Por lo que las bombas del equipo de bombeo tendrán una potencia de 8,62kW cada una.

9. Cálculo del termo y el acumulador

El aspecto diferencial principal en una instalación de Agua Caliente Sanitaria es el cálculo del acumulador y de la caldera.

Según nos indica en el IT.IC.04.8.2, el agua caliente para uso sanitario se prepara a una temperatura máxima de 58°C medida en la salida de los depósitos acumuladores. El agua final tendrá que estar distribuida a 35°C. Para preparar el agua a esta temperatura de servicio, se realizará una mezcla al mismo punto de servicio, entre el agua del acumulador (58°C) y el agua fría de la red. Ésta la consideraremos a nivel de cálculo que tiene una temperatura media de 15°C.

6.5.1 Volumen del acumulador

Para calcular el volumen del acumulador utilizaremos la fórmula de mezclas:

$$35 \times C = 58 \times V + (C-V) \times 15$$

Simplificando:

- $V = 20/43 \times C$

Donde,

V: volumen del acumulador

C: consumo máximo de agua caliente en un solo consumo.

Para el cálculo de 'C' aplicaremos la fórmula del caudal máximo probable para todos nuestros consumos de agua caliente de la instalación. En la siguiente tabla se muestran el resumen de los consumos de cada uno de los equipos y su consumo total y máximo probable:

Tabla 5. Consumos estimados de agua caliente sanitaria.

Equipos	Unidades	Consumo agua caliente (l/min)
Servicios de caballeros		
Lavamanos	3	24
Duchas	2	20
Servicio de mujeres		
Lavamanos	3	24
Duchas	2	20
Cocina		
Lavaplatos	2	24
Laboratorio		
Lavamanos	2	16
TOTAL (l/min)		128
QMP (l/min)		49,25

De esta forma obtenemos un consumo total máximo de agua caliente de unos 49,25 l/min. Considerando intervalos de consumo de 10 minutos, obtenemos un consumo total de 492,5 l.

Por lo que, el volumen del acumulador será:

$$V = (20/43) \times 492,5 = 229,07 \text{ litros.}$$

6.5.2 Cálculo del termo

Con los resultados obtenidos podemos pasar a calcular la potencia calorífica de la caldera para calentar el agua, que tiene una T_a de 15°C, hasta T_f de 58°C que es la temperatura máxima de almacenamiento.

ANEJO 21: CÁLCULOS INSTALACIÓN AGUA POTABLE del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

En cálculo a realizar es el siguiente:

- $P = V (T_f - T_a)$

Donde,

P: potencia calorífica de la caldera
V: volumen del acumulador
Ta: Temperatura de entrada del agua
Tf: Temperatura final del agua

Así obtenemos que la potencia de calorífica de la caldera tiene que ser de:

$$P = 229,07 \times (58-15) = 9.849,93 \text{ Kcal}$$

Partiendo de la base que los intervalos de consumo son de 10 minutos, y que este será el tiempo de calentamiento del volumen de agua del acumulador, la potencia instalada tendrá que ser de:

$$9.849,93 \text{ Kcal} / 10 \text{ min} = 984,99 \text{ Kcal/min} = 59.059,55 \text{ Kcal/h} = 68,69 \text{ kW}$$

Estos cálculos se refieren al uso de un calentador de combustión. En el presente proyecto se ha diseñado la instalación de tal forma que no fuera necesario el uso de combustibles para la generación de calor, por lo que los sistemas son eléctricos.

6.5.2 Equipo escogido

La caldera eléctrica que se ajusta más a las necesidades de la instalación es el modelo E-Tech S 380 de la casa comercial ACV con un consumo eléctrico total de 28,8kW. En la siguiente tabla se resumen sus características:

Tabla 6. Características técnicas de la caldera eléctrica modelo E-Tech S 380 de la casa comercial ACV.

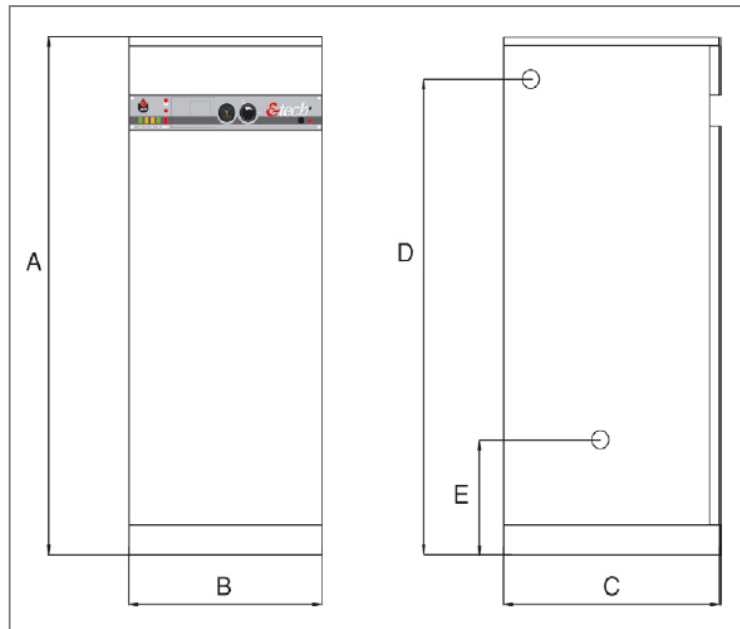
Modelo E-Tech S 380		
Potencia	28,8	kW
Tensión de utilización	3x400+N	V
Capacidad total	394	l
Capacidad de agua caliente sanitaria	267	l
Superficie de intercambio	2,6	m ²
Presión máx. (ACS)	10	bar
Temperatura de ajuste máxima	85	°C
Conexiones ACS	6/4	"
Resultados en ACS (Agua fría a 10°C - Régimen de explotación a 80°C)		
Producción a 40°C	875	l/10'
Producción a 40°C	1564	l/60'
Tiempo de recuperación a 40°C	28	min

ANEJO 21: CÁLCULOS INSTALACIÓN AGUA POTABLE del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Sus dimensiones su pueden apreciar en la Tabla 7:

Tabla 7. Dimensiones del modelo E-Tech S 380.

Referencia	Medida
A	2.134 mm
B	720 mm
C	800 mm
D	1.985 mm
E	300 mm
Peso	230 kg



Índice

1. Objeto.....	1
2. Normativa	1
3. Descripción de la instalación	1
4. Aguas pluviales limpias	2
4.1. Bases de Diseño	2
4.2. Dimensionados bajantes	2
4.3. Tabla resumen de cálculos.....	3
5. Aguas residuales	5
5.1. Bases de Diseño	5
5.1.1. Artefactos Instalados y Unidades de Equivalencia Hidráulica	5
5.2. Tabla resumen de cálculos.....	6
5.3. Depósito de lixiviados	12
6. Construcción de las Instalaciones de Alcantarillado	12
6.1. Excavación	12
6.2. Colocación	12
6.3. Junturas	13
6.4. Relleno de Zanjas	13
6.5. Colocación de Descargas, Ventilaciones y en General de Tuberías No Enterradas ...	13
6.6. Pruebas.....	13
6.6.1. Prueba hidráulica.....	14
6.6.2. Prueba de bola.....	14
6.6.3. Prueba de Luz	14
6.6.4. Verificación del asentamiento y pendientes	14
6.6.5. Prueba de humo	15

1. Objeto

En este anejo se describen las características y dimensiones de la red de alcantarillado de la planta de compostaje, así como la red de aguas limpias.

Las aguas servidas serán recolectadas y dispuestas en el depósito de lixiviados diseñado, ubicado al sector oeste de la planta (donde la cota del suelo es más baja). Las aguas de lluvia limpias serán dispuestas en el canal de desagüe más cercano.

2. Normativa

Las obras sanitarias a diseñar y construir, deberán cumplir con los requerimientos de las Normas y Reglamentos que sean aplicables, utilizando la última versión de cada uno de ellos. En particular serán aplicables:

- "Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado" (RIDAA), Decreto MOP 50/2002.
- Planos tipo de ex-SENDOS.
- "Ingeniería Sanitaria. Presentación y Contenido de Proyectos de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado (NCh1104 Of.78).
- "Arquitectura y Construcción. Designación Gráfica de Elementos para Instalaciones Sanitarias (NCh711 Of.71).
- "Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable – Diseño. Cálculo y Requisitos de las Redes Interiores" (NCh2485 Of.2000).

3. Descripción de la instalación

La instalación de alcantarillado recogerá todas las aguas producidas por los episodios de lluvias y que puedan contener algún trazo de residuo. También recogerá todas las aguas y lixiviados generados por los materiales a tratar, limpiezas de las naves y vehículos, y las aguas fecales de la zona de servicios y laboratorio.

Todas estas aguas serán conducidas al depósito de lixiviados, con capacidad de almacenamiento para un mes (en épocas de lluvias).

Por lo que se refiere a las aguas de lluvia limpias, serán recogidas y enviadas al cauce público más cercano. Consideraremos como aguas limpias todas las provenientes de tejados y párquines, y que no hayan estado en contacto con los residuos o compost.

Las conducciones, tanto de las aguas sucias como de las limpias, serán de PVC corrugado, en el caso de ir enterradas, y PVC liso, para los bajantes.

4. Aguas pluviales limpias

4.1. Bases de Diseño

Las aguas pluviales limpias serán desaguadas mediante tubos de PVC corrugado con pendiente del 2%.

Cada unión entre distintas tuberías se hará mediante arquetas ciegas. Estos elementos sirven como elemento de paso. Su ejecución será tal que garantice la continuidad de los drenes pues una vez instalada quedará cubierta por materiales de relleno o gravas filtrantes y se inutiliza su inspección. Sus dimensiones mínimas serán de 30x30x40 cm y podrá ser de fábrica de ladrillo y revestida de mortero o prefabricada de hormigón o de PVC.

También, instaladas en las uniones de drenes lineales principales, se instalarán arquetas de registro. Estas, dispondrán de una tapa de cierre superior que sirve para la accesibilidad al fondo de las mismas para ejecutar operaciones de conservación y limpieza de los drenes. El número de arquetas a instalar dependerá del número de drenes principales pero se dispondrá como mínimo una cada 75 m de dren. Las dimensiones mínimas en planta serán de 40x40 cm y profundidad variable en función de la cota de llegada del dren. Se fabricarán "in situ" con solera de hormigón H-150 y las paredes laterales pueden ser de fábrica de ladrillo y enfoscado de mortero de cemento, de hormigón en masa, prefabricada de hormigón o PVC.

Para el cálculo del diámetro de las tuberías de desagüe se tendrá en cuenta la pluviometría máxima en una hora para la zona del proyecto, que en nuestro caso se estima en 32 mm/h, y la superficie asignada a cada desagüe.

4.2. Dimensionados bajantes

Los bajantes serán dimensionados en base lo establecido en el C.T.E. (Código Técnico de Edificación), en el que se establecen los diámetros para bajantes en función de la superficie de proyección y una intensidad de lluvia determinada.

En la Tabla 1 se pueden apreciar este dimensionado para una intensidad de lluvias de 100 mm/h.

Tabla 1. Máxima superficie servida por bajantes de pluviales para una Intensidad de llluvias de $y = 100$ mm/h.

Diámetro nominal bajante, mm	Superficie en proyección horizontal servida, en m^2
50	65
63	113
75	177
90	318
110	580
125	805
160	1.544
200	2.700

Fuente: C.T.E.

En nuestro caso la intensidad de lluvia máxima de diseño es de 32 mm/h, por lo que, al dimensionar mediante esta tabla estaremos sobredimensionado los bajantes.

4.3. Tabla resumen de cálculos

En la siguiente tabla se exponen los cálculos de los diámetros de las distintas tuberías de desagüe teniendo en cuenta que la pluviometría máxima prevista es de 32 l/m² y la velocidad máxima de 2 m/s. También se han dimensionado los diámetros de los bajantes y las cotas de las arquetas (partiendo de una altura mínima de 40 cm).

En el *Plano 14* podemos observar la ubicación y distribución de las tuberías dimensionadas.

ANEJO 22: CÁLCULOS INSTALACIÓN SANEAMIENTO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Desagües aguas limpias

Tramo	Definición	Superficie (m ²)	Volumen pluviometría máxima (m ³ /h)	Acumulada (m ³ /h)	Diámetro (mm)	Diámetro instalado (mm)	Diámetro bajante (mm)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Diferencia altura (cm)	Profundidad arqueta (cm)
L1		248,78	7,96	7,96	37,52	90	90	25,85	2	5,2	40,0
L2	L1	497,57	15,92	23,88	64,99	110	110	26,40	2	5,3	45,2
L3	L2	248,78	7,96	31,84	75,04	110	90	42,00	2	8,4	50,5
L4	L3	248,78	7,96	39,81	83,90	110	90	26,43	2	5,3	58,9
L5	L4	497,57	15,92	55,73	99,27	110	110	25,58	2	5,1	64,1
L6	L5	248,78	7,96	63,69	106,13	110	90	13,68	2	2,7	69,3
L7		67,50	2,16	2,16	19,54	50	50	4,70	2	0,9	40,0
L8	L7	152,15	4,87	7,03	35,26	90	75	12,60	2	2,5	40,9
L9	L8	302,3	9,67	16,70	54,35	90	90	12,60	2	2,5	43,5
L10	L9	302,3	9,67	26,38	68,30	90	90	12,60	2	2,5	46,0
L11	L10	152,15	4,87	21,57	61,76	90	75	16,55	2	3,3	46,0
L12	L11	119,00	3,81	25,38	66,99	90	75	16,94	2	3,4	49,3
L13	L6+L12	119,00	3,81	89,07	125,50	150	75	36,60	2	7,3	72,0
L14		67,15	2,15	2,15	19,49	50	50	15,50	2	3,1	40
L15	L14	67,15	2,15	4,30	27,57	50	50	14,82	2	3,0	43,1
L16	L15	66,38	2,12	6,42	33,70	50	50	5,30	2	1,1	46,1
L17	L16	23,40	0,75	7,17	35,61	50	50	7,15	2	1,4	47,1
L18	L17	17,70	0,57	7,74	36,99	50	50	4,58	2	0,9	48,6
L19		66,38	2,12	2,12	19,38	50	50	5,22	2	1,0	40
L20	L13+L19+L20	-	-	98,36	131,89	150	-	15,04	2	3,0	79,3
L21		412,5	13,20	13,20	48,31	50	-	14,61	2	2,9	40,0
L22	L20+L21	-	-	111,56	140,46	150	-	17,20	2	3,4	82,3
L23		412,5	13,20	13,20	48,31	50	-	14,61	2	2,9	40,0
L24	L22+L23	-	-	124,76	148,54	150	-	5,55	2	1,1	85,8
Altura descarga											86,87

5. Aguas residuales

5.1. Bases de Diseño

La red de alcantarillado proyectada está constituida por los elementos que se indican a continuación:

- Cañerías de descarga de cada uno de los artefactos,
- Arquetas de inspección,
- Tuberías de conexión,
- Depósito de lixiviados

La instalación de alcantarillado de la zona de servicios vendrá determinada por la el tipo y número de artefactos instalados.

Para ello se utiliza el término de Unidades de Equivalencia Hidráulica (U.E.H.), definición implementada para instalaciones domiciliarias. De acuerdo a la clasificación del RIDAA, ésta es una instalación Clase 2 (servicios comunes de oficinas, fábricas y residenciales).

5.1.1. Artefactos Instalados y Unidades de Equivalencia Hidráulica

En la Tabla 2, se indican las capacidades hidráulicas y diámetros mínimos de los distintos artefactos que nos encontramos en nuestra instalación.

Tabla 2. Capacidades hidráulicas y diámetros mínimos de descarga de distintos artefactos.

Artefacto	Diámetro mínimo de descarga (mm)	U.E.H.
Inodoro	100	5
Lavatorio	38	2
Baño lluvia	50	2
Bidet	50	2
Urinario con tubería perforada / ml	75	5

Fuente: RIDAA.

Para el cálculo del diámetro de las tuberías de desagüe de las zonas descubiertas se tendrá en cuenta la pluviometría máxima en una hora para la zona del proyecto, que en nuestro caso se estima en 32 mm/h, y la superficie asignada a cada desagüe.

En el caso de las zonas cubiertas, distinguiremos las zonas de emisión de lixiviados, en las que el cálculo del diámetro se determinara en función de los lixiviados generados por el residuo, y las zonas de recogida de aguas de limpieza, en las que el dimensionado se hará en función del caudal de limpieza de la maquinaria.

ANEJO 22: CÁLCULOS INSTALACIÓN SANEAMIENTO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Las tuberías serán de PVC Sanitario corrugado de acuerdo a lo indicado en el RIDAA, y con pendientes del 3%

No podrá haber disminución de diámetros, aguas abajo del sistema, aunque haya fuerte aumento de la pendiente.

Las tuberías deberán ser impermeables a los gases y líquidos. Toda boca de admisión tendrá un cierre hidráulico o sifón con carga mínima de 50 mm. que evite por completo la salida de gases, a otro dispositivo que cumpla con dicha función.

Las instalaciones domiciliarias se proyectarán de modo que todas las tuberías sean accesibles para su revisión y limpieza.

La confluencia de los ramales y cambios de dirección o pendiente de los ramales se efectuará mediante cámaras de inspección. En casos de tuberías que se instalen a la vista, podrá aceptarse que las cámaras sean reemplazadas por registros adecuados que aseguren total impermeabilidad a los gases y permitan un fácil acceso a los ramales. El ángulo suplementario que formen los ejes de los ramales será el más pequeño posible y en ningún caso mayor de 120°, salvo caída.

Cada unión entre distintas tuberías secundarias se hará mediante arquetas ciegas. Estos elementos sirven como elemento de paso. Su ejecución será tal que garantice la continuidad de los drenes pues una vez instalada quedará cubierta por materiales de relleno o gravas filtrantes y se inutiliza su inspección. Sus dimensiones mínimas serán de 30x30x50 cm y podrá ser de fábrica de ladrillo y revestida de mortero o prefabricada de hormigón o de PVC.

También, instaladas en las uniones de drenes lineales principales, se instalarán arquetas de registro. Estas, dispondrán de una tapa de cierre superior que sirve para la accesibilidad al fondo de las mismas para ejecutar operaciones de conservación y limpieza de los drenes. La distancia entre arquetas de registro podrá ser, como máximo de 30 m., para tuberías de 100 mm. de diámetro y hasta 50 m., para diámetros de 150 mm. o más. Las dimensiones mínimas en planta serán de 40x40 cm y profundidad variable en función de la cota de llegada del dren. Se fabricarán "in situ" con solera de hormigón H-150 y las paredes laterales pueden ser de fábrica de ladrillo y enfoscado de mortero de cemento, de hormigón en masa, prefabricada de hormigón o PVC.

Las arquetas de ventilación se instalarán en las cabeceras de arranque de los drenes principales o en los tramos intermedios si la longitud del dren sobrepasa los 100 m. Su función es la de airear el dren para evitar oclusiones de aire en los encuentros de caudales de distintas direcciones y así facilitar la depresión que origina el agua cuando el dren vaya en sección llena. Las arquetas de ventilación puede tener las mismas características que la arqueta ciega al que se le incluye un tubo que comunique ésta con el exterior por encima de la cota de explanación, o por medio de una arqueta de registro con orificio de ventilación en la tapa.

5.2. Tabla resumen de cálculos

En la siguiente tabla se exponen los cálculos de los diámetros de las distintas tuberías de alcantarillado y las cotas de las arquetas. El cálculo se ha hecho previendo una velocidad máxima de evacuación de 2 m/s y una profundidad mínima de las arquetas de 50 cm.

ANEJO 22: CÁLCULOS INSTALACIÓN SANEAMIENTO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

En el *Anejo 8. Cálculos Dimensionado Planta* se presentan los cuadros justificativos de los volúmenes de lixiviados generados a la planta. En los *Planos 13* podemos observar la ubicación y distribución de las tuberías dimensionadas.

ANEJO 22: CÁLCULOS INSTALACIÓN SANEAMIENTO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Saneamiento zona servicios, laboratorio y oficina.

Tramo	Definición	U.E.H	Diámetro (mm)	Diámetro instalado (mm)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Diferencia altura (cm)	Profundidad arqueta (cm)
R1		2	32	38	1,49	3	0,4	
R2		2	32	38	1,48	3	0,4	
R3	R1+R2	4	40	50	5,25	3	1,6	50,4
R4		5	40	100	2,44	3	0,7	
R5		2	32	50	1,42	3	0,4	
R6		2	32	50	1,10	3	0,3	
R7		2	32	38	2,37	3	0,7	
R8	R4+R5+R6+R7	15	50	100	3,51	3	1,1	50,7
R9		1	32	38	2,17	3	0,7	
R10		1	32	38	2,17	3	0,7	
R11	R3+R8+R9+R10+R12+R13	25	75	100	3,06	3	0,9	52,0
R12		2	32	50	1,69	3	0,5	
R13		2	32	50	2,50	3	0,8	
R14		1	32	38	1,85	3	0,6	
R15		5	40	100	3,82	3	1,1	
R16		2	32	38	3,38	3	1,0	
R17	R14+R15+R16	8	50	100	1,06	3	0,3	51,1
R18		5	40	100	1,62	3	0,5	
R19		5	40	100	2,03	3	0,6	
R20		2	32	50	2,67	3	0,8	
R21		1	32	38	1,16	3	0,3	
R22		2	32	38	1,84	3	0,6	
R23		2	32	38	1,40	3	0,4	
R24	R11+R17	33	75	100	3,23	3	1,0	52,9
R25	R18+R19+R20+R21+R22	17	50	100	1,94	3	0,6	50,8
R26		5	40	100	1,62	3	0,5	
R27		5	40	100	2,03	3	0,6	

ANEJO 22: CÁLCULOS INSTALACIÓN SANEAMIENTO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

R28		5	40	100	2,63	3	0,8	
R29		1	32	38	1,16	3	0,3	
R30		2	32	38	1,84	3	0,6	
R31		2	32	38	1,40	3	0,4	
R32	R26+R27+R28+R29+R30+R31	20	50	100	1,85	3	0,6	50,8
R33		2	32	38	5,08	3	1,5	
R34		2	32	38	5,17	3	1,6	
R35		1	32	38	2,59	3	0,8	
R36	R33+R34+R35	5	40	50	2,98	3	0,9	51,6
R37	R24+R25+R32+R36	75	100	100	25,06	3	7,5	53,9
Altura descarga								61,43

Desagües lixiviados

Tramo	Definición	Superficie (m ²)	Volumen lixiviados (m ³)	Acumulada (m ³ /h)	Diámetro (mm)	Diámetro instalado (mm)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Diferencia altura (cm)	Profundidad arqueta (cm)
R38		590,24	18,89	18,89	57,79	70	12,87	3	3,9	50,00
R39		-	1,50	1,50	32,57	50	8,71	3	2,6	53,86
R40	R38+R39	-	-	20,39	60,04	70	15,31	3	4,6	56,47
Altura descarga										61,07
R41		370,77	11,86	11,86	45,81	50	7,91	3	2,4	50,00
R42		-	-	19,36	58,52	100	18,02	3	5,4	61,40
R43		-	1,50	1,50	16,29	50	8,16	3	2,4	50,00
R44		477,7	15,29	15,29	51,99	70	15,00	3	4,5	50,00
R45			0,06	0,06	3,33	50	13,68	3	4,1	50,00
R46	R45		-	0,06	3,33	50	6,10	3	1,8	54,10
R47			0,06	0,06	3,33	50	13,68	3	4,1	50,00
R48	R46+R47		-	0,13	4,70	50	6,10	3	1,8	55,93

ANEJO 22: CÁLCULOS INSTALACIÓN SANEAMIENTO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

R49			0,06	0,06	3,33	50	13,68	3	4,1	50,00
R50	R48+R49		-	0,19	5,76	50	6,10	3	1,8	57,76
R51			0,06	0,06	3,33	50	13,68	3	4,1	50,00
R52	R50+R51		-	0,25	6,65	50	6,10	3	1,8	59,59
R53			0,06	0,06	3,33	50	13,68	3	4,1	50,00
R54	R52+R53		-	0,31	7,44	50	6,10	3	1,8	61,42
R55			0,06	0,06	3,33	50	13,68	3	4,1	50,00
R56	R55+R54		-	0,38	8,15	50	9,13	3	2,7	63,25
R57	R56		-	0,38	8,15	50	23,35	3	7,0	65,99
R58		1.825,66	58,42	58,42	101,64	100	21,86	3	6,6	50,00
R59		469,53	1,50	1,50	16,29	50	13,13	3	3,9	50,00
R60		603,22	1,50	1,50	16,29	50	17,25	3	5,2	50,00
R61			1,50	1,50	16,29	50	16,60	3	5,0	50,00
R62	R60+R61+R59+R63		-	6,00	32,57	50	23,07	3	6,9	55,18
R63		163,28	1,50	1,50	16,29	50	15,35	3	4,6	50,00
R64	R57+R58+R62			66,30	108,28	150	30,10	3	9,0	73,00
R65		130,79	1,50	1,50	16,29	50	14,93	3	4,5	50,00
R66	R42+R43+R44+R64+R65		103,95	103,95	135,58	150	10,19	3	3,1	82,03
Altura descarga										85,09
R67		118,61	3,80	3,80	25,91	50	34,47	3	10,3	50,00
R68		118,61	3,80	3,80	25,91	50	29,63	3	8,9	50,00
R69		118,61	3,80	3,80	25,91	50	27,57	3	8,3	50,00
R70		118,61	3,80	3,80	25,91	50	29,00	3	8,7	50,00
R71			0,0078	0,01	1,18	50	26,68	3	8,0	50,00
R72		295,5	9,46	9,46	40,89	50	10,57	3	3,2	50,00
R73	R67+R68+R69+R70+R71+R72	-	-	24,64	66,01	70	45,68	3	13,7	60,34
R74		2359,25	75,50	75,50	115,54	125	15,78	3	4,7	50,00

ANEJO 22: CÁLCULOS INSTALACIÓN SANEAMIENTO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

R75	R73+R74		-	100,13	133,07	150	35,62	3	10,7	74,05
R76		1043,41	33,39	33,39	76,84	80	14,85	3	4,5	50,00
R77		2369,83	75,83	75,83	115,80	125	46,29	3	13,9	50,00
R78		912,28	29,19	29,19	71,85	80	5,54	3	1,7	50,00
R79	R77+R78		-	105,03	136,28	150	52,17	3	15,7	63,89
R80	R75+R76+R79		-	238,55	205,39	250	28,52	3	8,6	84,73
R81		538,15	17,22	17,22	55,18	70	20,46	3	6,1	50,00
R82	R80+R81		-	255,77	212,67	250	22,75	3	6,8	93,29
Altura descarga										100,11

5.3. Depósito de lixiviados

Este depósito, con unas dimensiones de 16x25 m, ya ha sido descrito y dimensionado en el *Anejo 15 Cálculos Constructivos Depósito*.

Mediante el cálculo de la altura de descarga de las distintas tuberías de saneamiento, podaremos definir la altura máxima de diseño que tendrá este depósito.

La tubería con descarga más baja es la del ramal R80, con una profundidad de descarga estimada de 1 metro. Teniendo en cuenta que el depósito está diseñado para tener una profundidad útil de 2,5 m. Dejando un margen de seguridad de 0,5m, la profundidad total del depósito, des del nivel del suelo será de 4 metros.

6. Construcción de las Instalaciones de Alcantarillado

Las instalaciones de alcantarillado deberán cumplir con las siguientes condiciones:

6.1. Excavación

Las zanjas para colocar las tuberías se ejecutarán de acuerdo con los trazados y pendientes indicados en el plano del proyecto. Deberán tener su fondo excavado de modo de permitir el apoyo satisfactorio de las tuberías en toda su extensión, y, cuando se requiera, profundizándose en el lugar de las juntas o uniones.

Al efectuar la excavación de zanjas se observarán las disposiciones correspondientes, en lo referente a ancho en el fondo, taludes y entibados que fuesen necesarios de acuerdo a la clase de terreno y profundidad, de manera que no se perjudique a propiedades vecinas y se resguarde la seguridad del personal que labora en la faena.

Las excavaciones se harán a tajo abierto hasta una profundidad de 1,5 metros. Para profundidades mayores, podrán ejecutarse túneles a los que deberá darse la sección suficiente para permitir el trabajo en condiciones de seguridad adecuadas para el personal.

6.2. Colocación

Las tuberías se colocarán comenzando por la zona de menor cota en la zanja, y en sentido ascendente. Se cuidará que queden firmemente asentadas, bien alineadas y que las juntas sean impermeables, lisas internamente y continuas para no causar obstrucciones a otras irregularidades.

Tratándose de tuberías plásticas, éstas se colocarán como mínimo sobre una base de arena de 0,10 m. de espesor dentro de un rango adecuado a la sección, antes de proceder a las pruebas reglamentarias.

Una vez probadas, si corresponde se les cubrirá de arena en todo el rasgo. Los tramos verticales se protegerán por medio de mortero de cemento u otro sistema apropiado aislando el tubo para evitar adherencia debido a problemas de dilatación.

6.3. Junturas

Las juntas deberán ejecutarse siguiendo estrictamente las instrucciones del fabricante.

Ejecutadas las juntas, se dejará un tiempo técnicamente prudente antes de someter el sistema a cualquier tipo de cargas que puedan dañar la tubería o la junta.

6.4. Relleno de Zanjas

Una vez verificadas las pendientes y calidad del terreno y efectuadas las pruebas en forma satisfactoria, se procederá al relleno de las excavaciones, rompiendo previamente los puentes en caso de haberse ejecutado túneles.

El relleno debe hacerse con tierra exenta de piedras, compactado debidamente a ambos costados de la tubería hasta una altura de 0,30 metros y luego se continuará el relleno por capas de 0,20 metros de espesor compactadas adecuadamente.

6.5. Colocación de Descargas, Ventilaciones y en General de Tuberías No Enterradas

Las descargas y ventilaciones deberán apoyarse en su base en un machón de concreto y en cada piso se sujetarán con una abrazadera de metal colocada inmediatamente debajo de la campana de la junta.

Las juntas de las tuberías horizontales no enterradas deberán ser fijadas convenientemente. Si quedan debajo de las losas o vigas de los pisos superiores, se sostendrán de aquellas mediante abrazaderas o ganchos metálicos y cuando estén cerca del suelo se apoyarán en machones o soportes especiales.

Para esta clase de tuberías se deberá cumplir las pendientes y alineaciones indicadas en los planos respectivos, evitando depresiones y desviaciones, de manera de procurar su fácil limpieza y reparación.

6.6. Pruebas

Toda instalación domiciliar de alcantarillado deberá ser absolutamente impermeable a gases y líquidos, y no podrá ponerse en servicio mientras no sea sometida a las siguientes pruebas:

6.6.1.Prueba hidráulica.

Antes de ser cubiertas las tuberías, se efectuará una prueba de presión hidráulica de 1,60 m. de presión sobre la boca de admisión más alta durante un periodo mínimo de quince minutos.

Durante esta prueba, deberá efectuarse una revisión de las juntas mediante inspección visual para verificar que no filtren.

6.6.2.Prueba de bola

Realizada la prueba precedente, las tuberías horizontales de hasta 150 mm. Se someterán a una prueba de bola, cuyo objeto es verificar la existencia de costras en las juntas u otro impedimento interior.

La bola con que deben efectuarse las pruebas tendrá una tolerancia máxima de 3 mm. con respecto al diámetro de la tubería verificada.

6.6.3.Prueba de Luz

Para tuberías de diámetro superiores a 150 mm., la prueba de bola se sustituirá por la prueba de luz.

Esta prueba se efectúa instalando una fuente de iluminación adecuada, en una de las cámaras que delimitan el tramo de tuberías a probar. En la otra cámara, se instala un espejo que deberá recibir el haz de luz proveniente de la primera.

Se realizará la prueba moviendo circularmente la fuente de iluminación en la sección inicial de la tubería, debiendo verificarse que la recepción de la imagen interior del tubo reflejada en el espejo sea redonda y no presente interrupciones durante el transcurso de la prueba. De no ser así, deberá rechazarse la prueba.

6.6.4.Verificación del asentamiento y pendientes

Después de practicar la prueba de presión hidráulica se rellenarán los huecos de las excavaciones debajo de las juntas de los tubos. En casos de tuberías de hormigón simple, éstas juntas se rellenarán con hormigón pobre que cubra hasta la mitad del tubo.

Antes de efectuarse el relleno de la excavación, deberá verificarse el asentamiento de la tubería y la pendiente indicada en el plano. Cuando proceda, también deberá revisarse la protección de hormigón de las tuberías.

Una vez cubiertas las tuberías, deberán someterse nuevamente a una prueba hidráulica y de bola o de luz, en su caso, de la misma manera como se indicó anteriormente, a fin de garantizar el estado del sistema después del relleno de la excavación. En éstas, se incluirán los ramales auxiliares que se consulten en el plano.

6.6.5. Prueba de humo

Esta prueba, tiene por objeto garantizar la estanqueidad de las juntas y el funcionamiento satisfactorio de los cierres hidráulicos y ventilaciones, y debe ejecutarse cuando estén totalmente terminadas las obras, y estén colocados los artefactos en los ramales respectivos. Podrá admitirse la falta de uno o más artefactos que figuren como futuros en el plano, sin embargo, una vez que sean instalados deberán ser sometidos a la prueba respectiva.

Todas las tuberías de descarga, incluso los ramales que recibe, se someterán a una prueba de presión de humo, que se introducirá por la parte más alta de la canalización, debiendo colocarse previamente un tapón en la cámara de inspección correspondiente al canal de esa descarga. Si el ramal no tiene ventilación, el humo se introducirá por la boca de comunicación de la cámara.

La prueba de humo será satisfactoria si durante cinco minutos no se observa desprendimiento de humo por las juntas, manteniendo una presión suficiente para hacer subir el agua de los sifones en 3 cm.

Índice

1. Objeto	1
2. Normativa	1
3. Iniciadores potenciales de un incendio	2
4. Capacitación del personal	3
5. Cálculo carga de combustibles	3
5.1. Cálculo de la carga combustible.....	3
5.2. Cálculo de la densidad de carga combustible media.....	4
6. Clasificación de los edificios según su densidad de carga combustible	4
7. Cálculos realizados y clasificación	5
8. Resistencia elementos de construcción	6
9. Clasificación de fuegos	7
9.1. Clasificación fuego zonas.....	8
10. Sistemas de detección temprana	9
11. Sistemas de extinción	9
11.1. Red de Incendio.....	9
11.1.1. Red húmeda.....	10
11.2. Extintores móviles.....	10
11.2.1. Tipo de extintores y aptitud contra el fuego.....	11
11.2.2. Distribución.....	12
12. Vía de Evacuación.	13
12.1. Requerimientos para puertas:.....	13
12.2. Distancia máxima de recorrido:.....	14
13. Señalización	14
14. Otros	15

1. Objeto

En el presente anejo se pretende cumplir con las normas mínimas de seguridad contra incendio contenidas en el Capítulo IV de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (O.G.U.C.).

El objetivo que persigue la O.G.U.C. es que el diseño de los edificios asegure que se cumplan las siguientes condiciones:

- Que se facilite el salvamento de los ocupantes de los edificios en caso de incendio.
- Que se reduzca al mínimo, en cada edificio, el riesgo de incendio.
- Que se evite la propagación del fuego, tanto al resto del edificio como desde un edificio a otro.
- Que se facilite la extinción de los incendios.

2. Normativa

Normas generales sobre prevención de incendio en edificios:

- o NCh 933 Terminología.
- o NCh 934 Clasificación de fuegos.

Normas de resistencia al fuego:

- o NCh 935/1 Ensaye de resistencia al fuego - Parte 1: Elementos de construcción general.
- o NCh 935/2 Ensaye de resistencia al fuego - Parte 2: Puertas y otros elementos de cierre.
- o NCh 2209 Ensaye del comportamiento al fuego de elementos de construcción vidriados.

Normas sobre cargas combustibles en edificios:

- o NCh 1914/1 Ensaye de reacción al fuego - Parte 1: Determinación de la no combustibilidad de materiales de construcción.
- o NCh 1914/2 Ensaye de reacción al fuego - Parte 2: Determinación del calor de combustión de materiales en general.
- o NCh 1916 Determinación de cargas combustibles.
- o NCh 1993 Clasificación de los edificios según su carga combustible.

Normas sobre comportamiento al fuego:

- o NCh 1974 Pinturas - Determinación del retardo al fuego.
- o NCh 1977 Determinación del comportamiento de revestimientos textiles a la acción de una llama.
- o NCh 1979 Determinación del comportamiento de telas a la acción de una llama.

Normas sobre señalización en edificios:

- o NCh 2111 Señales de seguridad.
- o NCh 2189 Condiciones básicas.

Normas sobre elementos de protección y combate contra incendios:

- NCh 1429 Extintores portátiles - Terminología y definiciones.
- NCh 1430 Extintores portátiles - Características y rotulación.
- NCh 1433 Ubicación y señalización de los extintores portátiles.
- NCh 1646 Grifo de incendio - Tipo columna de 100 mm - Diámetro nominal.

Normas sobre rociadores automáticos:

- NCh 2095/1 Sistemas de rociadores- Parte 1: Terminología, características y clasificación.
- NCh 2095/2 Sistemas de rociadores- Parte 2: Equipos y componentes.
- NCh 2095/3 Sistemas de rociadores- Parte 3: Requisitos de los sistemas y de instalación.
- NCh 2095/4 Sistemas de rociadores- Parte 4: Diseño, planos y cálculos.
- NCh 2095/5 Sistemas de rociadores- Parte 5: Suministro de agua.
- NCh 2095/6 Sistemas de rociadores- Parte 6: Recepción del sistema y mantención.

3. Iniciadores potenciales de un incendio

Según una estadística obtenida de los informes de bomberos en los siniestros informados por las empresas liquidadoras de seguros, los iniciadores más frecuentes de los incendios son los siguientes¹:

- 1º Fallas eléctricas
- 2º Reparaciones que involucran chispas o fuego, tales como soldadura y cortes en metales.
- 3º Descuidos de los ocupantes, principalmente colillas de cigarrillos mal apagadas.
- 4º Causas intencionales.

No sólo es importante disponer de manera segura la carga combustible dentro de un edificio. La disposición adecuada de la carga combustible dificulta la propagación, pero es necesario además prevenir que se origine fuego. Se debe evitar la ocurrencia de estas causas iniciadoras de fuego.

Respecto a fallas eléctricas se hace necesario realizar revisiones al sistema de manera continua para evitar puntos de recalentamiento. Estas revisiones deben realizarse por un profesional calificado el cual puede otorgar un certificado de buen funcionamiento.

Las reparaciones que ocurren dentro del edificio y que involucran procedimientos que generan fuego o chispas son causas importantes de incendios. Estos procedimientos deben realizarse alejados de zonas que contengan materiales susceptibles a quemarse fácilmente. Deben implementarse procedimientos seguros que prevengan el origen de un incendio, que incluyan equipos y personal de extinción en el lugar, durante el desarrollo de dichos trabajos.

Las colillas de cigarrillos mal apagadas y otro tipo de descuidos son generadores comunes de fuego. Esta causa a pesar de parecer de simple solución puede tal vez ser la más complicada. A pesar de existir normativas internas en las industrias que impidan fumar dentro de lugares que posean alta carga combustible, muchas veces estas normas no son respetadas. En primer lugar la normativa interna que impida fumar dentro de bodegas o espacios de alta carga combustible debe existir. Pero esto debe estar acompañado además de un control propio de la

¹ Underwriters Laboratories, Inc., Febrero 21, 1973.

empresa y un entendimiento y compromiso por parte de los ocupantes y trabajadores lo que se puede lograr con talleres de prevención.

Los incendios por causas intencionales si bien son menos frecuentes, no son de menor importancia. Un buen sistema de vigilancia y control puede prevenir que ocurran. Se recomienda el uso de sensores y cámaras de seguridad en los lugares de riesgo.

4. Capacitación del personal

Es importante señalar la importancia de la capacitación del personal respecto a la prevención de los incendios y a su actuar en caso de ocurrir uno. Este conocimiento puede evitar que se inicie un incendio, o si éste se inicia, permitir la evacuación y salvar las vidas del personal y de los ocupantes y disminuir el daño total.

Con respecto a la prevención de incendios es muy necesario que se conozcan y se practiquen los resguardos que deben existir dependiendo de las tareas que se realicen y las características de la carga combustible. En este sentido debe instruirse al personal en la realización de procedimientos seguros, evitar realizar acciones que faciliten el inicio de un incendio y el cuidado y mantenimiento de equipos de detección y extinción.

En caso de ocurrir un incendio, el personal debe conocer los procedimientos de evacuación, atención a heridos y extinción de un incendio incipiente. Se debe tener claro los distintos orígenes del fuego, sus características y maneras de extinción para asegurar que las tareas de apagado se realicen de manera efectiva y se eviten accidentes de mayor magnitud.

5. Cálculo carga de combustibles

Mediante lo establecido en la Norma NCh 1961, determinaremos la carga de combustible y la densidad de carga de combustible media que posera la planta de compostaje.

La probabilidad de que un eventual fuego se convierta en incendio, depende de la cantidad de materiales combustibles que el edificio contenga y del calor generado por los mismos, supuesta una alimentación de aire adecuada para su combustión. En consecuencia, la magnitud del incendio es directamente proporcional, entre otros factores, a la carga combustible del edificio.

La carga combustible depende de la cuantía y calidad pirógena de los materiales integrantes del edificio, los cuales pertenecen a tres tipos, a saber:

- a) materiales de construcción del edificio, tanto de obra gruesa como de terminaciones e instalaciones;
- b) materiales integrantes del amoblado y alojamiento;
- c) materiales y enseres de uso.

5.1. Cálculo de la carga combustible

La carga combustible total de un edificio o parte de él, está dada por la relación siguiente:

$$C = Cc_1 * M_1 + Cc_2 * M_2 + \dots \dots \dots Cc_n * M_n$$

en que:

- C = carga combustible expresada en MJ o Mcal;
- $C_{c_1} \dots C_{c_n}$ = valores de combustión de los materiales combustibles integrantes, expresados en MJ/kg o Mcal/kg;
- $M_1 \dots M_n$ = masas de los materiales combustibles integrantes, de calores de combustión $C_{c_1} \dots C_{c_n}$ respectivamente, expresadas en kg.

5.2. Cálculo de la densidad de carga combustible media

Se calcula por la siguiente relación:

$$D_c = C / S$$

en que:

- DC = densidad de carga combustible media del edificio o parte de él, expresada en MJ/m² o Mcal/m²;
- C = carga combustible;
- S = superficie de planta correspondiente (del edificio o parte de él), expresada en m².

6. Clasificación de los edificios según su densidad de carga combustible

Se establecen seis categorías para clasificar los edificios o sectores de ellos según su densidad de carga combustible y su densidad de carga combustible puntual máxima según la Norma Chilena NCh 1993. Of.98 Dicha clasificación se encuentra en la Tabla 1. En la clasificación de los edificios o parte de los mismos se debe aplicar la densidad de carga de combustible mayor de ambas columnas.

Tabla 1. Clasificación de Edificios según Densidad de Carga de Combustible Media y Puntual Máxima.

Clasificación	Densidad de carga combustible media (MJ/m ²)	Densidad de carga combustible puntual máxima (MJ/m ²)
DC1 (bajo)	Hasta 500	Hasta 3.500
DC2 (medio bajo)	Más de 500 hasta 1.000	Más de 3.500 hasta 6.000
DC3 (medio)	Más de 1.000 hasta 2.000	Más de 6.000 hasta 10.000
DC4 (medio alto)	Más de 2.000 hasta 4.000	Más de 10.000 hasta 16.000
DC5 (alto)	Más de 4.000 hasta 8.000	Más de 16.000 hasta 24.000
DC6 (especial)	Más de 8.000 hasta 16.000	Más de 24.000 hasta 32.000
DC7 (especial)	Más de 16.000	Más de 32.000

Fuente: NCh 1993 Of. 1998

7. Cálculos realizados y clasificación

En la siguiente tabla se presenta los cálculos realizados para la planta de compostaje, en referencia a la densidad de carga de combustible:

Tabla 2. Cálculos densidad de carga de combustible.

Zona	Superficie (m ²)	Materiales	Calor combustión (MJ/kg)	Masa (kg)	Carga de combustible (MJ)	Densidad de carga combustible media (MJ/m ²)
Nave principal	1.492,69	Residuos orgánicos	16,80	66.670,00	5.456.110,00	3.655,22
		Plásticos y otros	41,90	92.660,00		
		Recirculado	16,80	27.000,00		
Almacenaje Fracción Vegetal	1.200,00	Paja de madera	16,80	603.500,00	10.138.800,00	8.449,00
Almacenaje balas	234,00	Plásticos y otros	41,90	527.040,00	22.082.976,00	94.371,69
Maduración	4.729,08	Fibras naturales	16,80	8.196.000,00	193.372.872,00	40.890,17
		Plásticos y otros	41,90	1.328.880,00		
Descomposición	925,83	Residuos orgánicos	16,80	1.139.040,00	42.109.592,00	45.483,07
		Fibras naturales	16,80	262.720,00		
		Plásticos y otros	41,90	442.960,00		
Almacenamiento compost	1.955,69	Basuras orgánicas secas	8,40	368.840,00	3.098.256,00	1.584,23
Almacenamiento biofiltro	295,50	Basuras orgánicas secas	8,40	186.720,00	1.568.448,00	5.307,78

Como podemos apreciar la Nave principal presenta una densidad de carga media de 3.655 MJ/m², por lo que se clasificaría como Dc 4 Medio Alto. El resto de la instalación presenta valores mucho más elevados, pero al tratarse de superficies al aire libre no entran en esta clasificación. Aún así, a la hora de dimensionar la instalación contra incendios se tendrán en cuenta estas zonas y se habilitaran sistemas anti incendios adecuados.

Por lo que se refiere a las otras zonas de la instalación cubiertas, tales como la nave de limpieza, taller mecánico y nave del equipo de bombeo, se clasificaran como zonas Dc2 Medio Bajo. Y por lo que se refiere al edificio de servicios, al no tratar con sustancias peligrosas ni inflamables, será clasificado como Dc1 Bajo.

8. Resistencia elementos de construcción

Una vez establecida la clasificación de cada una de las zonas se podrá definir la resistencia al fuego de los distintos materiales que configuran la estructura de cada una de las edificaciones según la Tabla 3.

Tabla 3. Resistencia al fuego requerida para los elementos de construcción de edificios.

ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN									
TIPO	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
a	F-180	F-120	F-120	F-120	F-120	F-30	F-60	F-120	F-60
b	F-150	F-120	F-90	F-90	F-90	F-15	F-30	F-90	F-60
c	F-120	F-90	F-60	F-60	F-60	-	F-15	F-60	F-30
d	F-120	F-90	F-60	F-60	F-30	-	-	F-30	F-15

Fuente: O.G.U.C.

Los elementos que se definen en la Tabla 3 se definen según la siguiente simbología:

Elementos verticales:

- (1) Muros cortafuego
- (2) Muros zona vertical de seguridad y caja de escalera
- (3) Muros caja ascensores
- (4) Muros divisorios entre unidades (hasta la cubierta)
- (5) Elementos soportantes verticales
- (6) Muros no soportantes y tabiques

Elementos verticales y horizontales:

- (7) Escaleras

Elementos horizontales:

- (8) Elementos soportantes horizontales
- (9) Techumbre incluido cielo falso

En la siguiente tabla se indica la clasificación de cada una de las zonas y la resistencia al fuego mínima de cada uno de los elementos que la componen:

ANEJO 23: INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Tabla 4. Clasificación de las zonas y resistencia al fuego mínima de los elementos.

Edificación	Clasificación	Elementos soportantes verticales	Muros no soportantes y tabiques	Techumbre incluido cielo falso	Muros divisorios entre unidades (hasta la cubierta)
Nave principal	b, Medio Alto	F - 90	F - 15	F - 60	F - 90
Nave limpieza	d, Medio Bajo	F - 30	-	F - 30	F - 60
Nave taller	d, Medio Bajo	F - 30	-	F - 30	F - 60
Nave bombeo	d, Medio Bajo	F - 30	-	F - 30	F - 60
Edificio servicios	d, Bajo	F - 30	-	F - 30	F - 60

9. Clasificación de fuegos

La Norma Chile NCh 934 define los fuegos por su naturaleza y utiliza una simbología que permite identificar la clase de fuego y los agentes extintores que se deben usar.

Esta clasificación separa los fuegos en cuatro grandes grupos:

Clase A

Son fuegos producidos por combustibles sólidos de tipo ordinario tales como madera, papel, cartón, géneros, cauchos y algunos plásticos.

Nunca utilice extintores a base de anhídrido carbónico (CO₂), estos no enfrían.

Estos fuegos se extinguen preferentemente por enfriamiento.

Su símbolo es un triángulo verde con una letra «A» de color blanca en su interior.

Clase B

Son fuegos producidos por materias, líquidos y gases inflamables (aceites, grasas, derivados del petróleo, solventes, pinturas).

Nunca utilice agua.

Se extingue preferentemente con P. Q. S, Espuma o CO₂.

Su símbolo es un cuadrado rojo con la letra «B» de color blanca.

Clase C

Son fuegos producidos por sistemas y equipos energizados con corriente eléctrica. Es importante que el elemento extintor no sea conductor de la electricidad. Una vez desconectada la energía, el fuego podrá atacarse como uno de clase A o B.

Nunca utilice agua o espuma.

ANEJO 23: INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Su símbolo es un círculo azul con la letra «C» de color blanca.

Clase D

Son fuegos producidos por la combustión de ciertos metales en calidad de partículas o virutas como aluminio, titanio, circonio, etc., y no metales tales como magnesio, sodio, potasio, azufre, fósforo, etc.

Nunca utilice otros extintores, porque pueden incrementar el fuego a causa de una reacción química.

Su símbolo es una estrella de cinco puntas de color amarillo con la letra «D» de color blanco.

9.1. Clasificación fuego zonas

Cada una de las distintas zonas de la planta de compostaje será definida según el tipo de fuego potencial. Esta clasificación se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 5. Clasificación de las distintas zonas según el tipo de fuego potencial.

Zona	Clasificación fuego
Nave principal	Clase A
Almacenaje Fracción Vegetal	Clase A
Almacenaje balas	Clase B
Maduración	Clase A
Descomposición	Clase A
Almacenamiento compost	Clase A
Almacenamiento biofiltro	Clase A
Nave limpieza	Clase C
Nave taller	Clase A
Nave bombeo	Clase C
Depósito combustibles	Clase B
Casita báscula	Clase C
Oficina	Clase C
Laboratorio	Clase C
Vestuarios Hombres	Clase C
Vestuarios Mujeres	Clase C
WC hombres	Clase C
WC mujeres	Clase C
Comedor	Clase C
Pasillo	Clase C

10. Sistemas de detección temprana

Los sistemas de detección temprana son elementos electrónicos, eléctricos y/o mecánicos que cumplen con la función de detectar un incendio en sus inicios, emitiendo una alarma que no se puede ignorar, ya sea de ruido, luz, etc., y permitiendo así actuar sobre ellos de manera de evitar que se conviertan en un fuego sin control. Forman parte del sistema de protección activa de un edificio.

El uso de este tipo de sistemas permite atacar el foco del incendio en sus inicios, aumentando las posibilidades de controlarlo y extinguirlo antes de que cause daños mayores.

En el mercado existe gran variedad de estos sistemas los cuales poseen además distinta eficacia. Estos sensores actúan al detectar alzas de temperatura o cierta concentración de humo o ambos, existen también los detectores de llamas los cuales actúan al percibir rayos ultra violeta o infra rojos.

Además de la eficacia propia del aparato la cual proviene de la tecnología de su fabricación, se debe tener en cuenta la utilización del sistema adecuado para el lugar donde se usará y su buena instalación. Por ejemplo, no es útil la instalación de un sistema que detecte alzas de temperatura en un lugar donde generalmente se produzcan éstas y no sean debido a un incendio. La instalación de un sistema debe ser complementada con la instalación de otros sistemas de detección temprana que corroboren la situación de incendio incipiente.

Un buen sistema de detección temprana y alarma de incendio puede evitar que un fuego iniciado se convierta en un incendio y permitir que este se controle a tiempo además de la evacuación temprana del personal que trabaja en el lugar y las personas que se encuentran en el edificio.

En nuestra instalación no se prevé la instalación de estos tipos de elementos.

11. Sistemas de extinción

Los sistemas de extinción forman parte de las medidas de protección activa de un edificio. Su uso permite atacar el foco del incendio de manera rápida pudiendo controlarlo hasta la llegada de los equipos de emergencia e incluso sofocarlo.

Al igual que los de detección, existen un sinnúmero de sistemas de extinción y control del fuego, los cuales utilizan distintos métodos de acuerdo al origen del fuego y sus características.

Se consideran como instalaciones de extinción de incendio las siguientes:

- Red de incendios (red seca y red húmeda)
- Extintores móviles

11.1. Red de Incendio

Según lo establecido en el Artículo 53º del RIDDA, en toda edificación, se deberá considerar un sistema de redes para la provisión de agua, que se denominará red de incendio, formada por la red húmeda y la red seca (la red seca solo se contempla en edificios de más de 5 plantas). Mientras no exista una norma específica al respecto, estas redes deberán ser proyectadas de acuerdo con las disposiciones mínimas que a continuación se indican:

11.1.1. Red húmeda

En los inmuebles destinados a la reunión de personas tales como hospitales, comercio, escuelas, industrias, edificios públicos, deportivos y otros destinados al mismo efecto, así como también en los edificios de tres o más pisos se deberá considerar para utilización contra fuegos incipientes, una boca de incendio de 25 mm. como mínimo por piso, conectada al sistema de distribución de agua del edificio y con un caudal de 50 l/min.

Las bocas de incendio se distribuirán de manera que ningún punto del inmueble quede a una distancia mayor de veinticinco metros de ellos, con una manguera que cubra el punto más alejado y su acceso será expedito y de fácil accionamiento de válvulas y mangueras.

Cada boca de incendio se ubicará en un nicho con puerta de vidrio debidamente señalizado, en lugares de fácil acceso y rápida ubicación, excepto las escalas presurizadas. Este nicho se ubicará a una altura entre 0,9 m. y 1,5 m. sobre el nivel del piso, y contará una manguera resistente a una temperatura de 80°C, con certificado de calidad y especificada para estos efectos.

La boca de incendio tendrá llave de salida del tipo cierre rápido, válvula del tipo bola o globo angular de 45°, a la que deberá conectarse una manguera de diámetro igual al de la boca de incendio, con su respectivo pitón. Las mangueras que deberán ser del tipo semirrígidas, no podrán estar sometidas en ningún caso a presiones mayores que 70 mca.

En las bocas de incendio de 25 mm., el pitón de la manguera tendrá una boquilla cuyo diámetro interior será mayor o igual a 7 mm.

Según las características de la edificación, en el diseño de la red de distribución que alimenta la red húmeda deberá considerarse la operación simultánea de dos o más bocas de incendio.

En total se instalarán tres bocas de incendio, dos ubicadas dentro de la nave principal y uno a la entrada del edificio de servicios. De esta forma se dará cobertura a toda la nave y a la entrada de esta.

Las zonas de compost y fracción vegetal estarán cubiertas mediante las bocas de riego dimensionadas en la instalación de fontanería. En total son dos puntos por zona.

En los *Planos 16* se muestra el dimensionado y ubicación de la red húmeda para la planta de compostaje del presente proyecto y de los distintos edificios de la planta.

11.2. Extintores móviles

Son cilindros generalmente metálicos que en su interior contienen agentes extintores de fuego de distintos tipos dependiendo las características del fuego. El agente extintor se almacena a presión permitiendo que este sea proyectado hacia el foco del fuego en el momento que se necesite. Pueden ser transportados hacia el lugar de las llamas y resultan útiles cuando el fuego todavía no ha alcanzado grandes proporciones.

Los extintores se ubicarán en sitios de fácil acceso y de clara identificación, libres de cualquier obstáculo, y estarán en condiciones de funcionamiento máximo. Se colocarán sobre muros o columnas, colgados de sus respectivos soportes en lugares de fácil acceso.

ANEJO 23: INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Se colocarán a una altura mínima de 20 cm, y a una máxima 1.30 m, medidos desde el suelo a la base del extintor.

Los que precisen estar situados a la intemperie, expuestos a los agentes atmosféricos, se colocarán en un nicho que permita su fácil retiro. La puerta será de vidrio simple, fácil de romper en caso de emergencia, se recomienda incluir en el nicho un sistema de sujeción para el extintor.

11.2.1. Tipo de extintores y aptitud contra el fuego

Los extintores se pueden clasificar en extintores de polvos químicos secos y extintores de a base de gas.

Los primeros, tal y como el nombre indica, están compuestos por polvos químicos secos. Estos deben reunir una serie de condiciones establecidas en las diferentes normas nacionales sobre agentes extintores.

Los polvos químicos secos, no deben ser tóxicos, ni corrosivos, no deben aglomerarse, ser resistente a la humedad, tener resistencia eléctrica, ser compatible con uso de espumas.

Tipos de polvos químicos

1. Polvos Multi – Propósitos

Clase: A. B. C.

Compuesto: Fosfato Mono amonio. Sulfato Mono amonio.

2. Polvos Convencionales

Clase: B.C.

Compuesto: Bicarbonato de Sodio. Bicarbonato de Potasio.

3. Polvos Especiales

Clase: D.

Compuesto: Cloruro de Sodio. Carbonato de Sodio. Compuestos de Gráfico.

Los extintores a base de gas pueden ser de:

- Dióxido de carbono (CO₂)
- Agentes halogenados
- Halon 1301 bromotrifluorometano (CBrF₃)

Los extintores que se instalen en la planta de compostaje del presente proyecto serán de polvos químicos, y concretamente con polvos-multipropósitos.

ANEJO 23: INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

11.2.2. Distribución

Todo lugar de trabajo en que exista algún riesgo de incendio, ya sea por la estructura del edificio o por la naturaleza del trabajo que se realiza deberá contar con extintores de incendio, del tipo adecuado a los materiales combustibles o inflamables que en el existan o se manipulen.

El número total de extintores dependerá de la superficie a proteger de acuerdo al potencial mínimo, por superficie de cubrimiento y distancia de traslado considerado en la siguiente tabla:

Tabla 6. Características extintores acuerdo con el potencial de extinción mínimo.

Superficie de cubrimiento máximo por extintor (m ²)	Potencial de extinción mínimo	Distancia máxima de traslado del extintor (m)
150	4A	9
225	6A	11
375	10A	13
420	20A	15

El número mínimo de extintores deberá determinarse dividiendo la superficie a proteger por la superficie de cubrimiento máxima del extintor indicado en la tabla que precede y aproximando el valor resultante en entero superior.

Este número de extintores deberá distribuirse en la superficie a proteger de modo tal que desde cualquier punto, el recorrido hasta el equipo más cercano no supere la distancia máxima de traslado correspondiente.

Podrán utilizarse extintores de menor capacidad que los señalados en tabla precedente, pero en la cantidad tal que su contenido alcance el potencial mínimo exigido de acuerdo a la correspondiente superficie de cubrimiento máximo por extintor.

En el caso de existir riesgos de fuego Clase B el potencial mínimo exigido por cada extintor será 10 B con excepción de aquellas zonas de almacenamiento de combustibles en las que el potencial mínimo exigido será 40 B.

Según lo establecido anteriormente, podemos calcular el número de extintores por cada una de las zonas que lo requieran. Estos cálculos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7. Dimensionado equipos de extinción planta compostaje.

Zona	Clasificación fuego	Superficie (m ²)	Nº extintores	Potencial de extinción mínimo (A)	Distancia máxima de traslado del extintor (m)
Nave principal	Clase A	1.492,69	4	20	15
Almacenaje Fracción Vegetal	Clase A	1.200,00		No procede	
Almacenaje balas Maduración	Clase B	234,00	1	40	15
Descomposición	Clase A	4.729,08		No procede	
Almacenamiento compost	Clase A	925,83		No procede	
Almacenamiento biofiltro	Clase A	1.955,69		No procede	
	Clase A	295,50	1	10	13

ANEJO 23: INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Nave limpieza	Clase C	134,30	1	4	9
Nave taller	Clase A	238,00	2	4	9
Nave bombeo	Clase C	67,50	1	4	9
Depósito combustibles	Clase B	51,85	1	40	15
Casita báscula	Clase C	8,98	1	4	9
Oficina	Clase C	15,20	1	4	9
Laboratorio	Clase C	21,34	1	4	9
Vestuarios Hombres	Clase C	33,52			
Vestuarios Mujeres	Clase C	17,67			
WC hombres	Clase C	11,90	2	4	9
WC mujeres	Clase C	11,90			
Comedor	Clase C	38,59			
Pasillo	Clase C	17,52			

Para las superficies ubicadas al aire libre como son el almacenaje de compuesto y fracción vegetal se prevé el uso de mangueras de extinción conectadas a las bocas de agua dimensionadas en la instalación de agua.

En el caso de los túneles de descomposición y de maduración, en caso de incendio, se utilizarían los equipos de aplicación de líquido para el control de éste.

En el caso del edificio de servicios se agruparan las zonas de lavabos, WC, cocina y pasillo, y se instalaran un total de 2 extintores en el pasillo, con distancias máximas inferiores a los 9 metros.

12. Vía de Evacuación.

Circulación horizontal, inclinada o vertical de un edificio, que permite la salida fluida de personas en situaciones de emergencia, desde el acceso a cada unidad hasta un espacio exterior libre de riesgo, comunicado a la vía pública. Art. 1.1.2 de la Ordenanza General.

El ancho mínimo de las vías de evacuación, compuestos por puertas, escaleras, pasillos, será el indicado conforme a las tablas de cálculo de carga de ocupación.

12.1. Requerimientos para puertas:

El ancho de puertas se determina a razón de 0,005 metro por persona, con un mínimo de 0,85 metros en general, según artículo 4.2.23 de la Ordenanza General.

En el piso de salida del edificio, la puerta de salida de la escalera de evacuación debe cumplir con un ancho nominal de hoja no menor a 0,90 metro, según artículo 4.2.24.

ANEJO 23: INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Se tomaran las medidas mínimas para las distintas puertas, ya que el volumen de personas para cada una de las distintas zonas nunca supondrá un incremento de estas medidas.

Debe ser fácilmente reconocible, para eso debe señalizarse según norma NCh 2111.

No pueden permanecer obstruidas.

Deben abrir en sentido de la evacuación.

La apertura de la puerta desde el interior no debe presentar ninguna dificultad, y sin la utilización de llave ni dispositivos que requieran de algún esfuerzo o conocimiento especial.

12.2. Distancia máxima de recorrido:

Para estacionamientos y bodegas se considera una distancia normada de recorrido de no más de 60 metros, pudiendo extenderse a 80 metros si cuenta con sistema de rociadores automáticos, según artículo 4.2.14 de la Ordenanza General.

Como se puede observar en los *Planos 16* del *Documento 4* del presente proyecto, las distancias máximas de recorrido nunca serán superiores a los 60 metros.

13. Señalización

La señalización se relazará de acuerdo con la Norma Chilena NCh 2111 Of.1999, en la que se especifica las señales de seguridad para su utilización en el campo de la protección y el combate de incendio.

Se señalizaran todas las situaciones en que sea necesario o deseable indicar públicamente la ubicación y la naturaleza de:

- a) los medios de alarmas y controles manuales;
- b) las vías de escape o de evacuación;
- c) los equipos de lucha contra el fuego;
- d) los dispositivos destinados a prevenir la propagación del fuego;
- e) las zonas o los materiales que presentan alto riesgo de incendio.

En los *Planos 16* se muestra la señalización para la planta de compostaje del presente proyecto.

ANEJO 23: INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

14. Otros

La accesibilidad a la planta de compostaje será a través de un camino accesible para los bomberos, con unas características mínimas de 5 m de ancho, mínima, altura libre de 4,5 m y capacidad portante del pavimento de 2.000 kp/m².

También se ubicaran tres apilamientos de unos 10-15 m³ de arena o tierra en un lugar accesible a la pala mecánica, para utilizarlo como elemento apaga fuego de las zonas ubicadas a la intemperie.

Índice

1. Objetivo	1
2. Condicionantes de diseño	1
3. Procedimiento de cálculo	1
4. Instalaciones de alumbrado	2
4.1. Alumbrado naves.....	2
4.2. Alumbrado edificio de servicios.....	3
4.3. Alumbrado zonas exteriores.....	4
4.4. Alumbrado de emergencia	5
4.4.1. Alumbrado de emergencia naves.....	5
4.4.2. Alumbrado de emergencia edificio de servicios y casita báscula.....	6
5. Cálculos lumínicos.....	7

1. Objetivo

El presente anejo tiene por objetivo definir las necesidades lumínicas de cada una de las zonas de la planta de compostaje, así como obtener el número y características de las luminarias necesarias.

2. Condicionantes de diseño

Los niveles mínimos de iluminación en los lugares de trabajo serán los establecidos en la siguiente la Tabla 1, de acuerdo con la Norma NCh Elec. 4/2003 Electricidad. Instalaciones de consumo en baja tensión.

Tabla 1. Requerimientos lumínicos de las distintas zonas.

Zona	Lux requeridos
Nave principal	300
Nave limpieza	300
Nave mecánica	300
Nave bombeo	300
Casita báscula	400
Oficina	400
Laboratorio	700
Vestuarios Hombres	100
Vestuarios Mujeres	100
WC hombres	100
WC mujeres	100
Comedor	150
Pasillo	50

La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible y adecuada a las exigencias visuales de la tarea, evitando variaciones bruscas de luminancia o deslumbramientos producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de operación.

3. Procedimiento de cálculo

Para determinar el número de lámparas es necesario tener definidas las dimensiones de la dependencia y el nivel de iluminación. Para realizar el cálculo de la iluminación utilizaremos las siguientes expresiones:

- Índice local (K):

$$K = a \times b / (h \times (a+b))$$

donde:

a y b = dimensiones de la sala (m)

h = distancia entre el punto de luz y el plano de trabajo (m)

- **Flujo de utilización (u)**

Lo encontramos a partir de tablas, teniendo en cuenta el valor de K y la reflexión de las paredes, suelo y techo.

- **Flujo del local (Φ):**

$$\Phi = L \times S / u \times m$$

donde:

- Φ = flujo del local (lumen)
- L = nivel de iluminación
- S = superficie (m^2)
- u = factor de utilización
- m = coeficiente de mantenimiento

- **Número de lámparas (n):**

$$n = \Phi / \Phi_L$$

donde:

- Φ = flujo del local (lumen)
- Φ_L = flujo de la lámpara (lumen)

Una vez conozcamos el número de lámparas de cálculo (n), es necesario determinar el número exacto de lámparas (N), que dependerá de la distribución de las luces integradas al techo. Con el número exacto de lámparas (N), calcularemos el nivel de iluminación real de la nave, con la siguiente fórmula:

$$\text{Lux} = \Phi \times u \times m / S$$

4. Instalaciones de alumbrado

4.1. Alumbrado naves

La iluminación de las naves se realizará mediante proyectores Clase I, fabricados en aluminio de 1,5 mm. de espesor, con reflector óptico cercado IP54 y equipados con lámparas de halogenuros metálicos elipsoidales de 400 W, proporcionando una luminaria media de 500 lux. Se colocaran suspendidos del techo mediante cadenas metálicas capaces de soportar su tracción máxima, colgando unos 50 cm des del techo.

La disposición de las luminarias y los circuitos de los que se alimenta cada una se refleja en el los *Planos 17.5 y 17.6* del *Documento 4* del presente proyecto.

El encendido y apagado de las luminarias de cada circuito se realizará desde el cuadro correspondiente.

La instalación eléctrica se realizará con bandeja metálica realizada con perfiles galvanizados en caliente.

4.2. Alumbrado edificio de servicios

La iluminación de la oficina, laboratorio y comedor se realizará mediante una luminaria básica sin difusor de 36W con lámparas fluorescentes.

A los vestuarios y servicios se instalarán downlights en forma de ojo de buey con lámpara fluorescente compacta doble de 26W en montaje empotrado, e IP 54.

Como se ha descrito anteriormente la iluminación media de los vestuarios, pasillo y WC será de 200 lux, la de la oficina y laboratorio de 1000 lux.

La disposición de las luminarias y los circuitos de los que se alimenta cada una se refleja en el Plano 17.4.

La encendida y el apagado de las luminarias de cada circuito se realizará desde los interruptores unipolares o conmutados dispuestos en cada una de las dependencias.

La instalación eléctrica se realizará con tubo de PVC flexible en montaje empotrado y con tubo de PVC flexible reforzado en montaje de falso techo.

La alimentación a los diferentes circuitos de alumbrado se realizará a partir de interruptores automáticos situados a los diferentes cuadros eléctricos secundarios de protección y distribución. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos y contra contactos indirectos, según se puede comprobar en los esquemas unifilares.

Las canalizaciones serán en todos los casos del tipo “no propagadores de la llama” de acuerdo con las normas UNE-EN50.085-1 y UNE-EN 50.086-1, apartado 4 de la ICT-BT-28.

Las dimensiones y características de las canalizaciones se ajustarán en todo momento a la ICT-BT-21.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a la clase que aseguran la continuidad de la protección que proporcionan los conductores.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante. En ningún caso se realizarán uniones como empalmes o derivaciones por retorcimiento o enrollamiento entre sí de los conductores.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma tal que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de al menos 3 cm. Se situarán por encima de las canalizaciones de agua.

Los conductores eléctricos a utilizar serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, los cables con características equivalentes a las de la norma UNE21.123 parte 4 o 5 o la UNE 21.1002 cumplen con estas prescripciones, serán de cocer tipos RZ1 0,6/1kV cuando discurren canalizados por bandeja o de conductores tipos 07Z1

cuando vayan canalizados en tubo.

La sección de los conductores utilizada será tal que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 4,5 por 100 de la tensión nominal en el origen de la instalación, para tratarse de una instalación industrial que se alimenta directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, según ITC-BT-19.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y sus corrientes armónicas y de arrancada.

Al tratarse de lámparas de descarga, la carga mínima prevista en Voltamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas, y el factor de potencia tendrá un valor mínimo de 0,9.

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para los conductores instalados se ajustarán a ala ITC-BT-06, ITC –BT-07, ó ITC-BT-19 según corresponda.

4.3. Alumbrado zonas exteriores

Se iluminaran todas las zonas exteriores mediante luminarias Clase IP65 con lámparas de sodio de Alta Presión Elipsoidal de 200 W, con un flujo luminoso de 25.500 lm, fijadas a las distintas naves y soportes metálicos de 6 metros de alto, mediante brazo metálico de 1,5 m, según se puede ver en *Planos 17.1, 17.2 y 17.3 del Documento 4 Planos*.

El encendido y apagado de las luminarias se realizará manualmente desde el cuadro correspondiente.

La instalación eléctrica se realizará, por el interior de las naves con bandeja metálica de reja ó tubo de PVC rígido, saliendo al exterior mediante agujero en el cierre para llegar a la luminaria. En el caso de las luminarias ubicadas en los soportes metálicos se relazarán mediante cable exterior flexible.

Las canalizaciones serán en todos los casos del tipo “no propagadores de la llama” de acuerdo con las normas UNE-EN50.085-1 y UNE-EN 50.086-1, apartado 4 de la ICT-BT-28.

Las dimensiones y características de las canalizaciones se ajustarán en todo momento a la ICT-BT-21.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a la clase que aseguran la continuidad de la protección que proporcionan los conductores.

Las conexiones entre conductoras se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante. En ningún caso se realizarán uniones como empalmas o derivaciones por retorcimiento o enrollamiento entre sí de los conductores.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma tal que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de al menos 3 cm. Se situarán por encima de las canalizaciones de agua.

Los conductores eléctricos a utilizar serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, los cables con características equivalentes a las de la norma UNE21.123 parte 4 o 5 o la UNE 21.1002 cumplen con estas prescripciones, serán de cocer tipos RZ1 0,6/1kV cuando discurran canalizados por bandeja o de conductores tipos 07Z1 cuando vayan canalizados en tubo.

La sección de los conductores utilizada será tal que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 4,5 por 100 de la tensión nominal en el origen de la instalación, para tratarse de una instalación industrial que se alimenta directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, según ITC-BT-19.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y sus corrientes armónicas y de arrancada.

Al tratarse de lámparas de descarga, la carga mínima prevista en Voltamperios será de 1,1 veces la potencia en vatios de las lámparas, y el factor de potencia tendrá un valor mínimo de 0,95.

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para los conductores instalados se ajustarán a ala ITC-BT-06, ITC –BT-07, ó ITC-BT-19 según corresponda.

4.4. Alumbrado de emergencia

Tal y como se indica en el Decreto Supremo N° 40/69 los lugares de trabajo, o parte de los mismos, en los que un fallo del alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores, dispondrán de un alumbrado de emergencia, de evacuación y de seguridad.

La instalación de alumbrado de emergencia se realizará de acuerdo con las normas en materia de seguridad contra incendios.

En el cálculo de la iluminación de emergencia, necesitaremos un nivel de iluminación de 5 lux y autonomía mínima de una hora (MIBT 025) en las luces y señalizaciones de salida. Y tenemos que tener en cuenta que cada puerta de salida y subcuadro tiene que tener como mínimo una luz de emergencia.

Utilizaremos el mismo sistema de cálculo que en la iluminación general.

4.4.1. Alumbrado de emergencia naves

Se instalarán luminarias de emergencia estanques de 6W IP65 con un flujo de 218 lumens según norma UNE-60598-2-22 y UNE 20-392-93, distribuidas según se puede ver en los *Planos 17.5 y 17.6 del Documento 4 Planos.*

Estos niveles de iluminación garantizarán que en las rutas de evacuación, el valor mínimo esté por encima de un 1 lux requerido para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

4.4.2. Alumbrado de emergencia edificio de servicios y casita báscula

Se instalarán luminarias de emergencia en montaje empotrado de 6 W IP22 con un flujo de 218 lumens según norma UNE 60598-2-22 y UNE 20-392-93, distribuidas según se puede ver en el *Plano 17.4* del *Documento 4* planos..

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que necesiten utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminación mínima será de 5 lux.

ANEJO 24: CÁLCULOS ILUMINACIÓN del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

5. Cálculos lumínicos

En la siguiente tabla se presentan los cálculos lumínicos de las distintas zonas de la planta de compostaje.

Zona	Lux requeridos	Superficie (m ²)	a (m)	b (m)	h (m)	Índice local K	Reflexión suelo (%)	Reflexión pared (%)	Reflexión techo (%)	Factor de utilización (u)	Factor de mantenimiento (m)	Flujo del local (Lm)	Tipo de luminaria	Lm lámpara	Nº lámparas	Nº lámparas instaladas	Lux finales
Nave principal	300	1.492,69	52,24	28,57	6,50	2,84	70	50	30	0,75	0,65	918.578	1	32.000	28,7	28	896.000
Nave limpieza	300	134,30	15,80	8,50	4,50	1,23	70	50	30	0,56	0,65	110.687	1	32.000	3,5	4	128.000
Nave taller	300	238,00	17,00	14,00	4,50	1,71	70	50	30	0,59	0,65	186.180	1	32.000	5,8	6	192.000
Nave bombeo	300	67,50	13,50	5,00	2,50	1,46	70	50	30	0,57	0,65	54.656	1	32.000	1,7	2	64.000
Casita báscula	400	10,89	3,69	2,95	1,65	0,99	70	50	30	0,56	0,85	9.147	3	3.350	2,7	3	10.050
Oficina	400	15,20	5,15	2,95	1,65	1,14	70	50	30	0,60	0,85	11.922	3	3.350	3,6	4	13.400
Laboratorio	700	21,34	5,15	4,14	1,65	1,39	70	50	30	0,63	0,85	27.895	3	3.350	8,3	9	30.150
Vestuarios Hombres	100	33,52	6,32	5,30	1,65	1,75	70	50	30	0,70	0,85	5.634	2	1.800	3,1	5	9.000
Vestuarios Mujeres	100	17,67	5,12	3,45	1,65	1,25	70	50	30	0,64	0,85	3.248	2	1.800	1,8	4	7.200
WC hombres	100	11,90	3,71	3,21	1,65	1,04	70	50	30	0,62	0,85	2.258	2	1.800	1,3	2	3.600
WC mujeres	100	11,90	3,55	3,35	1,65	1,04	70	50	30	0,62	0,85	2.258	2	1.800	1,3	2	3.600
Comedor	150	38,59	7,65	5,04	1,65	1,84	70	50	30	0,67	0,85	10.164	3	3.350	3,0	3	10.050
Pasillo	50	17,52	7,68	2,28	1,65	1,07	70	50	30	0,59	0,85	1.747	3	3.350	0,5	2	6.700
Emergencia Nave principal	5	1.492,69	52,24	28,57								9.329	4	218	42,8	37	8.066
Emergencia Nave limpieza	5	134,30	15,80	8,50								839	4	218	3,85	4	872
Emergencia Nave taller	5	238,00	17,00	14,00								1.488	4	218	6,82	7	1.526
Emergencia Nave bombeo	5	67,50	13,50	5,00								422	4	218	1,94	2	436
Emergencia Casita	5	10,89	3,69	2,95								68	4	218	0,31	1	218

ANEJO 24: CÁLCULOS ILUMINACIÓN del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

báscula																	
Emergencia Oficina	5	15,20	5,15	2,95								95	4	218	0,44	1	218
Emergencia Laboratorio	5	21,34	5,15	4,14								133	4	218	0,61	1	218
Emergencia Vestuarios Hombres	5	33,52	6,32	5,30								210	4	218	0,96	1	218
Emergencia Vestuarios Mujeres	5	17,67	5,12	3,45								110	4	218	0,51	1	218
Emergencia WC hombres	5	11,90	3,71	3,21								74	4	218	0,34	1	218
Emergencia WC mujeres	5	11,90	3,55	3,35								74	4	218	0,34	1	218
Emergencia Comedor	5	38,59	7,65	5,04								241	4	218	1,11	1	218
Emergencia Pasillo	5	17,52	7,68	2,28								110	4	218	0,50	2	436

1. Halogenuros metálicos 400 W
2. Fluorescente Compacto 26 W
3. Fluorescente 36 W
4. Lámparas emergencia 6W

Índice

1. Objetivo	2
2. Aspectos generales.....	2
2.1. Condiciones de Servicio.....	3
2.2. Sistemas Eléctricos de Distribución.....	3
2.3. Sistemas de Bajo Voltaje	4
2.4. Capacidades de expansión y de reserva	4
2.5. Códigos y Normas	4
3. Acometida.....	5
4. Instalaciones de enlace.....	6
4.1. Caja de protección y medida.	6
4.2. Derivación individual.	6
4.3. Dispositivos generales e individuales de mando y protección.	7
5. Instalaciones interiores.....	8
5.1. Conductores.	8
5.2. Identificación de conductores.....	9
5.3. Subdivisión de las instalaciones.....	9
5.4. Equilibrado de cargas.....	10
5.5. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.....	10
5.6. Conexiones.	10
5.7. Sistemas de instalación.	10
5.7.1. Prescripciones Generales.	11
5.7.2. Conductores aislados bajo tubos protectores.....	11
5.7.3. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.	13
5.7.4. Conductores aislados enterrados.....	14
5.7.5. Conductores aislados directamente empotrados en estructuras.....	14
5.7.6. Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción.	14
5.7.7. Conductores aislados bajo canales protectoras.....	15
5.7.8. Conductores aislados bajo molduras.	16
5.7.9. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.....	16
6. Protección contra sobrecargas.....	16
7. Protección contra sobretensiones.....	17

7.1.	Categorías de las sobretensiones.....	17
7.2.	Medidas para el control de las sobretensiones.....	18
7.3.	Selección de los materiales en la instalación.....	19
8.	<i>Protección contra contactos directos e indirectos.</i>	19
8.1.	Protección contra contactos directos.....	19
8.2.	Protección contra contactos indirectos.....	20
9.	<i>Puestas a tierra.</i>	20
9.1.	Uniones a tierra.....	21
9.2.	Conductores de equipotencialidad.	23
9.3.	Resistencia de las tomas de tierra.....	23
9.4.	Tomas de tierra independientes.....	24
9.5.	Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación.....	24
9.6.	Revisión de las tomas de tierra.....	24
10.	<i>Receptores de alumbrado.</i>	25
11.	<i>Receptores a motor.</i>	26

1. Objetivo

Este documento establece los criterios de diseño y procedimientos que se deben aplicar en el proyecto eléctrico de baja tensión de los sistemas de no proceso: alumbrado interior y exterior, mallas de tierra, canalizaciones de fuerza; de los sistemas de proceso, canalizaciones enterradas y mallas de tierra, correspondiente al proyecto de la planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/día de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Área Metropolitana, Chile.

2. Aspectos generales

Los equipos serán diseñados para instalarlos en una Planta de Compostaje y sus instalaciones anexas.

Todos los equipos deberán ser diseñados para un servicio pesado operando 24 horas al día, 7 días a la semana los 365 días del año, y para las condiciones que se especifican a continuación.

La potencia total de diseño será de 1.154,91 kW, dividida en dos cuadros generales de 522,52 kW y 632,38 kW y que se ubicaran en una casita independiente, adosada a la nave principal construida con bloques de hormigón y con unas dimensiones de 4,30x2,40x3,00 m.

La subestación de poder será diseñada y montada por la compañía eléctrica (Chilectra S.A.), la cual ofrece los siguientes servicios:

- Transformador según capacidad requerida
- Montaje y puesta en marcha del equipo
- Desarrollo de obras relacionadas con la estructura y montaje
- Desarrollo de cálculo de mallas de media tensión (MT) y baja tensión (BT)
- Protecciones de MT del Transformador Particular
- Tablero general BT con 1 ITM (Circuito)
- Gestión y trámite de Certificado TE1 SEC

Esta subestación se ubicará en la entrada de la planta, delimitada por una valla de dos metros de alto.

La distribución de la instalación eléctrica de la planta de compostaje se puede observar en los *Planos 17* del presente proyecto.

2.1. Condiciones de Servicio

- Montaje: interior y exterior
- Altura sobre el nivel del mar: menos de 1.000 m
- Temperatura máxima: 40°C
- Temperatura mínima: 0°C
- Humedad máxima: 95 %
- Condiciones ambientales Generales
 - Ambiente corrosivo.
 - Humedad con concentración de partículas de polvo.
- Salas Eléctricas
 - Deben considerarse como áreas limpias presurizadas.
- Condiciones Sísmicas: NCh 2369 Zona 2

Los valores máximos de temperatura para cada clase de aislación, según lo estipulado por las normas ANSI, no deberán ser excedidos por ningún motivo bajo condiciones nominales.

2.2. Sistemas Eléctricos de Distribución

- Distribución Secundaria
 - Voltajes nominales: 0,400-0,231 kV.
 - Voltajes de servicio: 0.38 / 0.22 kV.
 - Fase: 3
 - Frecuencia: 50 Hz
 - Neutro: Sólido a tierra

- Voltajes de control
 - Corriente alterna: 220 Vac.
 - Voltaje para motores: 220 Vac.
hasta 1500 W
 - Voltaje para motores: 380-220 Vac.
sobre 1500 W
 - Voltaje para alumbrado: 220 Vac.

2.3. Sistemas de Bajo Voltaje

Los criterios aquí expuestos regirán todos los trabajos eléctricos que comprende el proyecto para los sistemas de bajo voltaje comprendiendo entre otros, los materiales siguientes:

- a) Equipos y circuitos de distribución de fuerza general en 380/220 Volts, para servicios auxiliares. No se incluyen instalaciones para equipos de proceso.
- b) Circuitos de alumbrado
- c) Sistemas de puesta a tierra
- d) Canalizaciones subterráneas

2.4. Capacidades de expansión y de reserva

Los transformadores se proyectarán para permitir, sin contingencias, el crecimiento de la planta en las distintas etapas de su desarrollo futuro previsto.

Los equipos e instalaciones que no permitan una fácil expansión como los tableros de distribución tendrán un espacio reserva para futuro crecimiento de 25%.

2.5. Códigos y Normas

El diseño de los sistemas eléctricos y las pruebas con las cuales deben cumplir, estarán en conformidad con las últimas ediciones de los siguientes códigos y/o normas aplicables:

- NSEC Normas de la Superintendencia de Electricidad Combustibles (SEC)
- IEC International Electro Technical Commission
- IES Illumination Engineer's Society
- ANSI American National Standards Institute
- IEEE Institute of Electrical and Electronic Engineers
- ASTM American Society for Testing Materials
- NEMA National Electrical Manufacturer's Association
- NEC National Electrical Code
- UL Underwriters Laboratories
- NFPA National Fire Protection Association
- ICEA Insulated Cable Engineers Association
- INN Normas Chilenas (Instituto Nacional de Normalización)
- UNE Conjunto de Normas tecnológicas en España

Además de los códigos y normas indicadas anteriormente, el proyecto eléctrico y construcción deberá cumplir con los códigos y reglamentos nacionales aplicables (SEC).

Cuando sean aplicables los requisitos de más de un código o norma, regirá el código que sea más estricto.

3. Acometida.

Es parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja general de protección o unidad funcional equivalente (CGP). Los conductores serán de cobre o aluminio.

Atendiendo a su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, la acometida podrá ser:

- Aérea, posada sobre fachada. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y su instalación se hará preferentemente bajo conductos cerrados o canales protectoras. Para los cruces de vías públicas y espacios sin edificar, los cables podrán instalarse amarrados directamente en ambos extremos. La altura mínima sobre calles y carreteras en ningún caso será inferior a 6 m.
- Aérea, tensada sobre postes. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y podrán instalarse suspendidos de un cable fiador o mediante la utilización de un conductor neutro fiador. Cuando los cables crucen sobre vías públicas o zonas de posible circulación rodada, la altura mínima sobre calles y carreteras no será en ningún caso inferior a 6 m.
- Subterránea. Los cables serán aislados, de tensión asignada 0,6/1 kV, y podrán instalarse directamente enterrados, enterrados bajo tubo o en galerías, atarjeas o canales revisables.
- Aero-subterránea. Cumplirá las condiciones indicadas en los apartados anteriores. En el paso de acometida subterránea a aérea o viceversa, el cable irá protegido desde la profundidad establecida hasta una altura mínima de 2,5 m por encima del nivel del suelo, mediante conducto rígido de las siguientes características:
 - Resistencia al impacto: Fuerte (6 julios).
 - Temperatura mínima de instalación y servicio: - 5 °C.
 - Temperatura máxima de instalación y servicio: + 60 °C.
 - Propiedades eléctricas: Continuidad eléctrica/aislante.
 - Resistencia a la penetración de objetos sólidos: $D > 1$ mm.
 - Resistencia a la corrosión (conductos metálicos): Protección interior media, exterior alta.
 - Resistencia a la propagación de la llama: No propagador.

Por último, cabe señalar que la acometida será parte de la instalación constituida por la Empresa Suministradora, por lo tanto su diseño debe basarse en las normas particulares de ella.

4. Instalaciones de enlace.

4.1. Caja de protección y medida.

Para el caso de suministros a un único usuario, al no existir línea general de alimentación, se colocará en un único elemento la caja general de protección y el equipo de medida; dicho elemento se denominará caja de protección y medida. En consecuencia, el fusible de seguridad ubicado antes del contador coincide con el fusible que incluye una CGP.

Se instalarán preferentemente sobre las fachadas exteriores de los edificios, en lugares de libre y permanente acceso. Su situación se fijará de común acuerdo entre la propiedad y la empresa suministradora.

Se instalará siempre en un nicho en pared, que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50.102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. Los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar situados a una altura comprendida entre 0,70 y 1,80 m.

En el nicho se dejarán previstos los orificios necesarios para alojar los conductos de entrada de la acometida.

Cuando la fachada no linde con la vía pública, la caja general se situará en el límite entre las propiedades públicas y privadas.

Las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente, en función del número y naturaleza del suministro. Dentro de las mismas se instalarán cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación.

La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones. El material transparente para la lectura será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

4.2. Derivación individual.

Es la parte de la instalación que, partiendo de la caja de protección y medida, suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

ANEJO 25: CRITERIOS DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa sólo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas, que deberán cumplir con las especificaciones técnicas particulares montaje, Cableado e Instalación Eléctrica N° 16700-ETP-0000-IE-001.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V como mínimo. Para el caso de cables multiconductores o para el caso de derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento de los conductores será de tensión asignada 0,6/1 kV. La sección mínima será de 6 mm² para los cables polares, neutro y protección y de 1,5 mm² para el hilo de mando (para aplicación de las diferentes tarifas), que será de color rojo.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 o a la norma UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

La caída de tensión máxima admisible será, para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación, del 1,5 %.

4.3. Dispositivos generales e individuales de mando y protección.

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual. En establecimientos en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

En locales de uso común o de pública concurrencia deberán tomarse las precauciones necesarias para que los dispositivos de mando y protección no sean accesibles al público en general.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas específicas. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

ANEJO 25: CRITERIOS DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, de intensidad nominal mínima 25 A, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (NCh Elec 4/2003). Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

- o "Ra" es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- o "Ia" es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada).
- o "U" es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, si fuese necesario.

5. Instalaciones interiores.

5.1. Conductores.

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3%) y la de la derivación individual (2%), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (5%). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 5% para alumbrado y demás usos.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, NCH Elec. 4/2003

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm²)	Sección conductores protección (mm²)
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

5.2. Identificación de conductores.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

5.3. Subdivisión de las instalaciones.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a una planta, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.

- evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

5.4. Equilibrado de cargas.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

5.5. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación	Tensión ensayo corriente continua (V)	Resistencia de aislamiento (MW)
MBTS o MBTP	250	$\geq 0,25$
≤ 500 V	500	$\geq 0,50$
> 500 V	1000	$\geq 1,00$

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

5.6. Conexiones.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

5.7. Sistemas de instalación.

5.7.1. Prescripciones Generales.

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

5.7.2. Conductores aislados bajo tubos protectores.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en las Especificaciones Técnicas Particulares Montaje, Cableado e Instalación Eléctrica N° 16700-ETP-0000-IE-001, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

ANEJO 25: CRITERIOS DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a la normativa específica.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

ANEJO 25: CRITERIOS DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

5.7.3. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes.

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no

utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.

- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

5.7.4. Conductores aislados enterrados.

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones específicas.

5.7.5. Conductores aislados directamente empotrados en estructuras.

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

5.7.6. Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

ANEJO 25: CRITERIOS DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

5.7.7. Conductores aislados bajo canales protectoras.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las Especificaciones Técnicas Particulares Montaje, Cableado e Instalación Eléctrica N° 16700-ETP-0000-IE-001.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

5.7.8. Conductores aislados bajo molduras.

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm² serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

5.7.9. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma específica.

6. Protección contra sobrecargas.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omipolar.

7. Protección contra sobretensiones.

7.1. Categorías de las sobretensiones.

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

Tensión nominal instalación		Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)			
Sistemas III	Sistemas II	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I
220/380	220	6	4	2,5	1,5
380/690	1000	8	6	4	2,5

Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, aparataje: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc, canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc, motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc.

Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc).

7.2. Medidas para el control de las sobretensiones.

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.
- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

7.3. Selección de los materiales en la instalación.

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla, se pueden utilizar, no obstante:

- en situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- en situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

8. Protección contra contactos directos e indirectos.

8.1. Protección contra contactos directos.

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB (según UNE20.324). Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

ANEJO 25: CRITERIOS DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

8.2. Protección contra contactos indirectos.

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

9. Puestas a tierra.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

9.1. Uniones a tierra.

Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

<u>Tipo</u>	<u>Protegido mecánicamente</u>	<u>No protegido mecánicamente</u>
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm ² Cu 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm²)	Sección conductores protección (mm²)
Sf ≤ 16	Sf

ANEJO 25: CRITERIOS DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

9.2. Conductores de equipotencialidad.

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm² si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

9.3. Resistencia de las tomas de tierra.

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

9.4. Tomas de tierra independientes.

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

9.5. Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación.

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas. Si no se hace el control de independencia indicando anteriormente (50 V), entre la puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

a) No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.

b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada (<100 ohmios.m). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia deberá ser calculada.

c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra (I_d) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ($V_d = I_d \times R_t$) sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada.

9.6. Revisión de las tomas de tierra.

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador

ANEJO 25: CRITERIOS DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté mas seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

10.Receptores de alumbrado.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las Especificaciones Técnicas Particulares de Equipos de Iluminación N° 16700-ETP-0000-IE-004

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

11.Receptores a motor.

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con las Especificaciones Técnicas Particulares de Motores Eléctricos N° 16700-ETP-0000-IE-002.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a lo señalado a continuación:

De 0,75 kW a 1,5 kW:	4,5
De 1,50 kW a 5 kW:	3,0
De 5 kW a 15 kW:	2,0
Más de 15 kW:	1,5

Índice

1. Descripción	6
2. Fórmulas	6
3. Fórmula Conductividad Eléctrica	7
4. Demanda de potencias CGP1	7
5. Cálculo de la acometida CGP1	7
6. Cálculo de la línea general de alimentación CGP1	8
7. Cálculo de la derivación individual CGP1	8
8. Cálculo de la Línea: Pre-tratamiento	9
9. Subcuadro: Pre-tratamiento	9
9.1. Demanda de potencias	9
9.2. Cálculo de la Línea: Agrupación 1	10
9.2.1. Cálculo de la Línea: Alm. Trituradora	10
9.2.2. Cálculo de la Línea: Trituradora	11
9.2.3. Cálculo de la Línea: Trommel 90 mm	11
9.3. Cálculo de la Línea: Agrupación 2	12
9.3.1. Cálculo de la Línea: Férricos	12
9.3.2. Cálculo de la Línea: Alm. recirculado	13
9.4. Cálculo de la Línea: Agrupación 3	13
9.4.1. Cálculo de la Línea: Mezcladora	14
9.4.2. Cálculo de la Línea: Alm. estructurante	14
9.4.3. Cálculo de la Línea: Embaladora	15
9.5. Cálculo de la Línea: Agrupación Em. 1	15
9.6. Cálculo de la Línea: Agrupación Em. 2	16
9.6.1. Cálculo de la Línea: Emergencia	16
9.6.2. Cálculo de la Línea: Emergencia 1	17
9.6.3. Cálculo de la Línea: Agrupación Em. 3	17
9.6.4. Cálculo de la Línea: Emergencia	18
9.6.5. Cálculo de la Línea: Emergencia	18
9.7. Cálculo de la Línea: Agrupación 4	19

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

9.7.1.	Cálculo de la Línea: Puertas Sud.....	19
9.7.2.	Cálculo de la Línea: Enchufes	20
9.7.3.	Cálculo de la Línea: Ventiladores Nave	20
10.	<i>Cálculo de la Línea: Alumbrado nave</i>	21
11.	<i>Subcuadro: Alumbrado nave</i>	21
11.1.	Demanda de potencias	21
11.2.	Cálculo de la Línea: Línea 1	22
11.3.	Cálculo de la Línea: Línea 2	22
11.4.	Cálculo de la Línea: Línea 4	23
11.5.	Cálculo de la Línea: Línea 5	24
11.6.	Cálculo de la Línea: Línea 6	24
11.7.	Cálculo de la Línea: Línea 7	25
11.8.	Cálculo de la Línea: Emergencia	25
12.	<i>Cálculo de la Línea: Bombeo y Biofiltro</i>	26
13.	<i>Cálculo de la Línea: Nave Bombeo</i>	27
14.	<i>Subcuadro: Nave bombeo.....</i>	27
14.1.	Demanda de potencias	27
14.2.	Cálculo de la Línea: Agrupación 1.....	27
14.2.1.	Cálculo de la Línea: Bombeo	28
14.2.2.	Cálculo de la Línea: Lavador	29
14.3.	Cálculo de la Línea: Enchufes	29
14.4.	Cálculo de la Línea: Luces.....	30
14.5.	Cálculo de la Línea: Agrupación Em. 1	30
14.5.1.	Cálculo de la Línea: Emergencia	31
14.5.2.	Cálculo de la Línea: Emergencia	31
15.	<i>Cálculo de la Línea: Biofiltro</i>	31
16.	<i>Subcuadro: Biofiltro</i>	32
16.1.	Demanda de potencias	32
16.2.	Cálculo de la Línea: Consumo biofitro	32
17.	<i>Demanda de potencias CGP2.....</i>	33

18.	<i>Cálculo de la acometida del CGP2</i>	33
19.	<i>Cálculo de la línea general de alimentación del CGP2</i>	34
20.	<i>Cálculo de la derivación individual del CGP2</i>	34
21.	<i>Cálculo de la Línea: Post-tratamiento</i>	35
22.	<i>Subcuadro: Post-tratamiento</i>	35
22.1.	Demanda de potencias	35
22.2.	Cálculo de la Línea: Agrupación 1	36
22.2.1.	Cálculo de la Línea: Alim. Trommel 10mm	36
22.2.2.	Cálculo de la Línea: Trommel 10 mm	37
22.2.3.	Cálculo de la Línea: Mesa Densimétrica	37
22.3.	Cálculo de la Línea: Agrupación 2	38
22.3.1.	Cálculo de la Línea: Sep. Neumático	38
22.3.2.	Cálculo de la Línea: Bandas MD	38
22.3.3.	Cálculo de la Línea: Criba Vibrante.....	39
22.4.	Cálculo de la Línea: Agrupación Em. 1	39
22.4.1.	Cálculo de la Línea: Emergencia	40
22.5.	Cálculo de la Línea: Agrupación Em. 2	40
22.5.1.	Cálculo de la Línea: Emergencia	41
22.5.2.	Cálculo de la Línea: Emergencia	41
22.5.3.	Cálculo de la Línea: Emergencia	42
22.6.	Cálculo de la Línea: Agrupación 3	42
22.6.1.	Cálculo de la Línea: Puertas Norte	43
22.6.2.	Cálculo de la Línea: Enchufes	43
23.	<i>Cálculo de la Línea: Desc. y Mecánica</i>	44
24.	<i>Cálculo de la Línea: Descomposición</i>	44
25.	<i>Subcuadro: Descomposición</i>	45
25.1.	Demanda de potencias	45
25.2.	Cálculo de la Línea: Agrupación 1	45
25.2.1.	Cálculo de la Línea: Puertas.....	46
25.2.2.	Cálculo de la Línea: Ventiladores Nave	46
25.2.3.	Cálculo de la Línea: Vent. túneles	47
25.3.	Cálculo de la Línea: Sondas Descomp.	47
25.4.	Cálculo de la Línea: Enchufes	48

25.5.	Cálculo de la Línea: Emergencia	48
25.6.	Cálculo de la Línea: Emergencia	49
26.	<i>Cálculo de la Línea: Nave Mecánica</i>	50
27.	<i>Subcuadro: Nave Mecánica</i>	50
27.1.	Demanda de potencias	50
27.2.	Cálculo de la Línea: Enchufes	51
27.3.	Cálculo de la Línea: Enchufes	51
27.4.	Cálculo de la Línea: Línea 1	52
27.5.	Cálculo de la Línea: Línea 2	52
27.6.	Cálculo de la Línea: Agrupación Em. 1	53
27.6.1.	Cálculo de la Línea: Emergencia	53
27.6.2.	Cálculo de la Línea: Emergencia	54
28.	<i>Cálculo de la Línea: Alumbrado ext. 1</i>	54
29.	<i>Subcuadro: Alumbrado ext. 1</i>	55
29.1.	Demanda de potencias	55
29.2.	Cálculo de la Línea: Nave Norte	55
29.3.	Cálculo de la Línea: Nave Sur	56
29.4.	Cálculo de la Línea: Nord-este.....	56
29.5.	Cálculo de la Línea: Norte	57
29.6.	Cálculo de la Línea: Nord-oeste.....	57
29.7.	Cálculo de la Línea: Sur-este	58
30.	<i>Cálculo de la Línea: Lim., Alum. y Básic</i>	58
31.	<i>Cálculo de la Línea: Nave Limpieza</i>	59
32.	<i>Subcuadro: Nave limpieza</i>	59
32.1.	Demanda de potencias	59
32.2.	Cálculo de la Línea: Línea 1	60
32.3.	Cálculo de la Línea: Línea 2	60
32.4.	Cálculo de la Línea: Emergencia	61
32.5.	Cálculo de la Línea: Enchufes	61

33.	<i>Cálculo de la Línea: Alumbrado ext. 2</i>	62
34.	<i>Subcuadro: Alumbrado ext. 2</i>	62
34.1.	Demanda de potencias	62
34.2.	Cálculo de la Línea: Agrupación 1	63
34.2.1.	Cálculo de la Línea: Nave Limpieza 1	63
34.2.2.	Cálculo de la Línea: Nave Limpieza 1	64
34.3.	Cálculo de la Línea: Agrupación 2	64
34.3.1.	Cálculo de la Línea: Edificio Servicios	65
34.4.	Cálculo de la Línea: Parquin	65
34.5.	Cálculo de la Línea: Entrada	66
34.6.	Cálculo de la Línea: Casita Bombeo	66
35.	<i>Cálculo de la Línea: Casita Báscula</i>	67
36.	<i>Subcuadro: Casita báscula</i>	67
36.1.	Demanda de potencias	67
36.2.	Cálculo de la Línea: Alum. y Emergencia	68
36.3.	Cálculo de la Línea: Enchufes	68
37.	<i>Cálculo de la Línea: Edificio Servicios</i>	69
38.	<i>Cálculo de la Línea: Servicios</i>	69
39.	<i>Subcuadro: Servicios</i>	70
39.1.	Demanda de potencias	70
39.2.	Cálculo de la Línea: Alum. Cocina	70
39.3.	Cálculo de la Línea: Enchufes Cocina	71
39.4.	Cálculo de la Línea: Aire Comedor	71
39.5.	Cálculo de la Línea: Alum. Vest. H.	72
39.6.	Cálculo de la Línea: Alum. Vest. H. 1	72
39.7.	Cálculo de la Línea: Alum. Vest. H. 2	73
39.8.	Cálculo de la Línea: E. Vest. H-Pasillo	73
39.9.	Cálculo de la Línea: Alum. Vest. M.	74
39.10.	Cálculo de la Línea: E. Vest. M. y WC	74

39.11.	Cálculo de la Línea: Alum. WC.....	75
39.12.	Cálculo de la Línea: Alum. Pasillo	75
40.	<i>Cálculo de la Línea: Lab. y Oficina</i>	76
41.	<i>Subcuadro: Lab. Y oficina</i>	76
41.1.	Demanda de potencias	76
41.2.	Cálculo de la Línea: Alum. Oficina	77
41.3.	Cálculo de la Línea: Enchufes Oficina.....	77
41.4.	Cálculo de la Línea: Agrupación 1.....	78
41.4.1.	Cálculo de la Línea: Aire Oficina	78
41.4.2.	Cálculo de la Línea: Calentador	79
41.4.3.	Cálculo de la Línea: Aire Laboratorio.....	79
41.5.	Cálculo de la Línea: Alum. Lab.....	80
41.6.	Cálculo de la Línea: Enchufes Lab.	80
41.7.	Cálculo de la Línea: Enchufes Oficina.....	81
42.	<i>Resumen cálculos</i>	81
42.1.	Cuadro General de Mando y Protección 1	81
42.1.1.	Subcuadro Pre-tratamiento	81
42.1.2.	Subcuadro Alumbrado nave.....	82
42.1.3.	Subcuadro Nave Bombeo	82
42.1.4.	Subcuadro Biofiltro	82
42.2.	Cuadro General de Mando y Protección 2	83
42.2.1.	Subcuadro Post-tratamiento	83
42.2.2.	Subcuadro Descomposición	83
42.2.3.	Subcuadro Nave Mecánica	84
42.2.4.	Subcuadro Alumbrado ext. 1.....	84
42.2.5.	Subcuadro Nave Limpieza	84
42.2.6.	Subcuadro Alumbrado ext. 2.....	84
42.2.7.	Subcuadro Casita Báscula.....	84
42.2.8.	Subcuadro Servicios	85
42.2.9.	Subcuadro Lab. y Oficina	85
43.	<i>Calculo de la puesta a tierra CGP1</i>	86
44.	<i>Calculo de la puesta a tierra CGP2</i>	86

1. Descripción

A continuación se detallan los cálculos efectuados para la instalación eléctrica de la planta de compostaje del presente proyecto. Estos cálculos se han realizado mediante el programa DMCAD2003, modificando los datos generales para adaptarlo a la normativa chilena actual.

La instalación, debido a la alta demanda de potencia, se ha dividido en dos cuadros generales de mando y protección, de 522.524 W el primero y 609.875 W el segundo.

Serán alimentados mediante un centro de transformación bajo envoltorio prefabricado de hormigón y celdas metálicas prefabricadas, con una potencia total de 1250 kVA.

En los *Planos 17* podemos observar los esquemas y la distribución de la instalación eléctrica que aquí se calcula.

2. Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

Cos φ = Coseno de φ . Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en m Ω /m.

Cálculo del Cos φ

$$\text{Cos}\varphi = P / |S|$$

donde:

Cos φ = factor de potencia

P = potencia activa (W)
S = potencia aparente (VA)

3. Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max}-T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T₀ = Temperatura ambiente (°C):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

4. Demanda de potencias CGP1

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

Pre-tratamiento	412560 W
Alumbrado nave	11230 W
Bombeo y Biofiltro	34052 W
TOTAL....	457842 W

5. Cálculo de la acometida CGP1

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 145.92 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Potencia a instalar: 457842 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $220000 \times 1.25 + 247523.59 = 522523.59$ W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 522523.59 / 1,732 \times 380 \times 0.8 = 992.39 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4(3x240/120)mm²Al

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 1376 A. según ITC-BT-07

D. tubo: 4(225)mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.81

$$e(\text{parcial}) = 145.92 \times 522523.59 / 29.82 \times 380 \times 4 \times 240 = 7.01 \text{ V.} = 1.84 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.84\% \text{ ADMIS (2\% MAX.)}$$

6. Cálculo de la línea general de alimentación CGP1

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.5 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 457842 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $220000 \times 1.25 + 107266.5 = 382266.5$ W. (Coef. de Simult.: 0.7)

$$I = 382266.5 / 1,732 \times 380 \times 0.8 = 726.01 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4(4x240+TTx120)mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida

-

I.ad. a 40°C (Fc=1) 1820 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.96

$$e(\text{parcial}) = 0.5 \times 382266.5 / 50.07 \times 380 \times 4 \times 240 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 1000 A.

7. Cálculo de la derivación individual CGP1

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.5 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 457842 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $220000 \times 1.25 + 247523.59 = 522523.59$ W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 522523.59 / 1,732 \times 380 \times 0.8 = 992.39 \text{ A.}$$

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Se eligen conductores Unipolares $4(4 \times 240 + TT \times 120) \text{mm}^2 \text{Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida

-

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 1820 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 54.87

$e(\text{parcial}) = 0.5 \times 522523.59 / 48.88 \times 380 \times 4 \times 240 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total}) = 0.01\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 1000 A. Térmico reg. Int.Reg.: 1000 A.

8. Cálculo de la Línea: Pre-tratamiento

- Tensión de servicio: 380 V.

- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 2 m; $\text{Cos } \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 412560 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$220000 \times 1.25 + 151347.19 = 426347.19 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.9)}$

$I = 426347.19 / 1,732 \times 380 \times 0.8 = 809.73 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $15(3 \times 50 / 25 + TT \times 25) \text{mm}^2 \text{Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 1545 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 48.24

$e(\text{parcial}) = 2 \times 426347.19 / 50.02 \times 380 \times 15 \times 50 = 0.06 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total}) = 0.02\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 1000 A. Térmico reg. Int.Reg.: 1000 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 1000 A. Térmico reg. Int.Reg.: 1000 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

9. Subcuadro: Pre-tratamiento

9.1. Demanda de potencias

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

Alim. Trituradora

5500 W

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Trituradora	220000 W
Trommel 90 mm	9600 W
Ferricos	5500 W
Alm. recirculado	3500 W
Mezcladora	46500 W
Alm. estructurante	4000 W
Embaladora	90000 W
Emergencia	12 W
Emergencia 1	12 W
Emergencia	24 W
Emergencia	12 W
Puertas Sud	2500 W
Enchufes	10400 W
Ventiladores Nave	15000 W
TOTAL....	412560 W

9.2. Cálculo de la Línea: Agrupación 1

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 235100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $220000 \times 1.25 + 15100 = 290100 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 290100 / (1,732 \times 380 \times 0.8) = 550.97 \text{ A.}$
 Se eligen conductores Unipolares $3(4 \times 240) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
 Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
 I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 1050 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
 Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 48.26
 $e(\text{parcial}) = 0.3 \times 290100 / (50.01 \times 380 \times 3 \times 240) = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$
 $e(\text{total}) = 0.02\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
 I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 630 A.
 Protección diferencial:
 Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

9.2.1. Cálculo de la Línea: Alim. Trituradora

- Tensión de servicio: 380 V.
 - Canalización: B2-Mult.Canál.Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 15.71 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
 - Datos por tramo
- | | | |
|--------------|-------|-----|
| Tramo | 1 | 2 |
| Longitud(m) | 15.21 | 0.5 |
| Pot.nudo(kW) | 2.5 | 3 |

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Potencia a instalar: 5500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $3000 \times 1.25 + 2500 = 6250$ W.

$I = 6250 / (1,732 \times 380 \times 0.8) = 11.87$ A.
Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 10 + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c = 0.45$) 18 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 53.05
 $e(\text{parcial}) = 15.51 \times 6250 / (49.18 \times 380 \times 10) = 0.52$ V. = 0.14 %
 $e(\text{total}) = 0.16\%$ ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

9.2.2. Cálculo de la Línea: Trituradora

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12.2 m; $\text{Cos } \varphi: 0.8$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$; $R: 1$
- Potencia a instalar: 220000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $220000 \times 1.25 = 275000$ W.

$I = 275000 / (1,732 \times 380 \times 0.8) = 522.29$ A.
Se eligen conductores Tetrapolares $12(3 \times 50 / 25 + TT \times 25) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c = 0.45$) 556.2 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 66.45
 $e(\text{parcial}) = 12.2 \times 275000 / (47 \times 380 \times 12 \times 50) = 0.31$ V. = 0.08 %
 $e(\text{total}) = 0.11\%$ ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 539 A.

9.2.3. Cálculo de la Línea: Trommel 90 mm

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 16.45 m; $\text{Cos } \varphi: 0.8$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$; $R: 1$
- Potencia a instalar: 9600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $9600 \times 1.25 = 12000$ W.

$I = 12000 / (1,732 \times 380 \times 0.8) = 22.79$ A.

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Se eligen conductores Tetrapolares 3x25/16+TTx16mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=0.45) 31.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55.7

e(parcial)= $16.45 \times 12000 / 48.73 \times 380 \times 25 \times 1 = 0.43$ V.=0.11 %

e(total)=0.14% ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

9.3. Cálculo de la Línea: Agrupación 2

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 + 5000 = 10000$ W.(Coef. de Simult.: 1)

I= $10000 / 1,732 \times 380 \times 0.8 = 18.99$ A.

Se eligen conductores Unipolares 4x10mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 50 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.33

e(parcial)= $0.3 \times 10000 / 50.72 \times 380 \times 10 = 0.02$ V.=0 %

e(total)=0.03% ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

9.3.1. Cálculo de la Línea: Férticos

- Tensión de servicio: 380 V.
 - Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 30.64 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0; R: 1
 - Datos por tramo
- | | | |
|--------------|-------|------|
| Tramo | 1 | 2 |
| Longitud(m) | 28.28 | 2.36 |
| Pot.nudo(kW) | 4 | 1.5 |

- Potencia a instalar: 5500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 + 1500 = 6500$ W.

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

$$I=6500/1,732 \times 380 \times 0.8 \times 1 = 12.35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=0.45) 18 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.11

$$e(\text{parcial}) = 28.96 \times 6500 / 49 \times 380 \times 10 \times 1 = 1.01 \text{ V.} = 0.27 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.29\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

9.3.2. Cálculo de la Línea: Alm. recirculado

- Tensión de servicio: 380 V.

- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 41.9 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	41.4	0.5
Pot.nudo(kW)	2	1.5

- Potencia a instalar: 3500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$2000 \times 1.25 + 1500 = 4000 \text{ W.}$$

$$I=4000/1,732 \times 380 \times 0.8 \times 1 = 7.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=0.45) 18 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.34

$$e(\text{parcial}) = 41.63 \times 4000 / 50.54 \times 380 \times 10 \times 1 = 0.87 \text{ V.} = 0.23 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.25\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

9.4. Cálculo de la Línea: Agrupación 3

- Tensión de servicio: 380 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 140500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$90000 \times 1.25 + 50500 = 163000 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I=163000/1,732 \times 380 \times 0.8 = 309.58 \text{ A.}$$

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Se eligen conductores Unipolares $2(4 \times 150) \text{mm}^2 \text{Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 520 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 50.63

$e(\text{parcial})=0.3 \times 163000 / 49.6 \times 380 \times 2 \times 150 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=0.02\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 400 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

9.4.1. Cálculo de la Línea: Mezcladora

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 33.9 m; $\text{Cos } \varphi: 0.8$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$; $R: 1$
- Potencia a instalar: 46500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $45000 \times 1.25 + 1500 = 57750 \text{ W.}$

$I = 57750 / 1,732 \times 380 \times 0.8 \times 1 = 109.68 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $3(3 \times 35 / 16 + \text{TT} \times 16) \text{mm}^2 \text{Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c=0.45$) 116.1 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 66.77

$e(\text{parcial})=33.9 \times 57750 / 46.95 \times 380 \times 3 \times 35 \times 1 = 1.05 \text{ V.} = 0.28 \%$

$e(\text{total})=0.3\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 113 A.

9.4.2. Cálculo de la Línea: Alm. estructurante

- Tensión de servicio: 380 V.
 - Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 48.41 m; $\text{Cos } \varphi: 0.8$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$; $R: 1$
 - Datos por tramo
- | | | |
|--------------|-------|-----|
| Tramo | 1 | 2 |
| Longitud(m) | 47.91 | 0.5 |
| Pot.nudo(kW) | 2.5 | 1.5 |

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$2500 \times 1.25 + 1500 = 4625 \text{ W.}$

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

$$I=4625/1,732 \times 380 \times 0.8 \times 1 = 8.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 10 + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c=0.45$) 18 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 47.14

$$e(\text{parcial}) = 48.11 \times 4625 / 50.21 \times 380 \times 10 \times 1 = 1.17 \text{ V.} = 0.31 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.33\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

9.4.3. Cálculo de la Línea: Embaladora

- Tensión de servicio: 380 V.

- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 38.07 m; $\text{Cos } \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 90000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$90000 \times 1.25 = 112500 \text{ W.}$$

$$I = 112500 / 1,732 \times 380 \times 0.8 \times 1 = 213.66 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $6(3 \times 50 / 25 + TT \times 25) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c=0.4$) 247.2 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 62.41

$$e(\text{parcial}) = 38.07 \times 112500 / 47.64 \times 380 \times 6 \times 50 \times 1 = 0.79 \text{ V.} = 0.21 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.23\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 230 A.

9.5. Cálculo de la Línea: Agrupación Em. 1

- Tensión de servicio: 220 V.

- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 16.45 m; $\text{Cos } \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 60 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$108 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 108 / 220 \times 0.8 = 0.61 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c=0.4$) 12.8 A. según ITC-BT-19

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.07

$e(\text{parcial})=2 \times 16.45 \times 108 / 51.5 \times 220 \times 6 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=0.05\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

9.6. Cálculo de la Línea: Agrupación Em. 2

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Canál.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 32 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 24 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
43.2 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=43.2/220 \times 0.8=0.25 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$e(\text{parcial})=2 \times 32 \times 43.2 / 51.5 \times 220 \times 1.5 = 0.16 \text{ V.} = 0.07 \%$

$e(\text{total})=0.12\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

9.6.1. Cálculo de la Línea: Emergencia

- Tensión de servicio: 220 V.
 - Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 6.47 m; Cos ϕ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
 - Datos por tramo
- | | | |
|--------------|-----|------|
| Tramo | 1 | 2 |
| Longitud(m) | 2.2 | 4.27 |
| P.des.nu.(W) | 6 | 6 |
| P.inc.nu.(W) | 0 | 0 |

- Potencia a instalar: 12 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$12 \times 1.8 = 21.6 \text{ W.}$

$I=21.6/220 \times 1=0.1 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

$$e(\text{parcial})=2 \times 4.34 \times 21.6 / 51.52 \times 220 \times 1.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$$
$$e(\text{total})=0.13\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

9.6.2. Cálculo de la Línea: Emergencia 1

- Tensión de servicio: 220 V.
 - Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 6.47 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
 - Datos por tramo
- | | | |
|--------------|-----|------|
| Tramo | 1 | 2 |
| Longitud(m) | 2.2 | 4.27 |
| P.des.nu.(W) | 6 | 6 |
| P.inc.nu.(W) | 0 | 0 |

- Potencia a instalar: 12 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $12 \times 1.8 = 21.6 \text{ W.}$

$$I = 21.6 / 220 \times 1 = 0.1 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 13.5 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 4.34 \times 21.6 / 51.52 \times 220 \times 1.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$$
$$e(\text{total})=0.13\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

9.6.3. Cálculo de la Línea: Agrupación Em. 3

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 2.9 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 36 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $64.8 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 64.8 / 220 \times 0.8 = 0.37 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 13.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.02

$$e(\text{parcial})=2 \times 2.9 \times 64.8 / 51.51 \times 220 \times 1.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$
$$e(\text{total})=0.06\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

9.6.4.Cálculo de la Línea: Emergencia

- Tensión de servicio: 220 V.
 - Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 20.93 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
 - Datos por tramo
- | | | | | |
|--------------|-----|------|------|------|
| Tramo | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Longitud(m) | 0.2 | 6.53 | 5.63 | 8.57 |
| P.des.nu.(W) | 6 | 6 | 6 | 6 |
| P.inc.nu.(W) | 0 | 0 | 0 | 0 |

- Potencia a instalar: 24 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $24 \times 1.8 = 43.2$ W.

$$I = 43.2 / 220 \times 1 = 0.2 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
 Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19
 D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 10.06 \times 43.2 / 51.52 \times 220 \times 1.5 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.08\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

9.6.5.Cálculo de la Línea: Emergencia

- Tensión de servicio: 220 V.
 - Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 13.63 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
 - Datos por tramo
- | | | |
|--------------|------|------|
| Tramo | 1 | 2 |
| Longitud(m) | 5.06 | 8.57 |
| P.des.nu.(W) | 6 | 6 |
| P.inc.nu.(W) | 0 | 0 |

- Potencia a instalar: 12 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $12 \times 1.8 = 21.6$ W.

$$I = 21.6 / 220 \times 1 = 0.1 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
 Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19
 D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 9.34 \times 21.6 / 51.52 \times 220 \times 1.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.07\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

9.7. Cálculo de la Línea: Agrupación 4

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 27900 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $7500 \times 1.25 + 20400 = 29775 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 29775 / (1.732 \times 380 \times 0.8) = 56.55 \text{ A.}$
 Se eligen conductores Unipolares $4 \times 50 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
 Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
 I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 125 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
 Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 46.14
 $e(\text{parcial}) = 0.3 \times 29775 / (50.39 \times 380 \times 50) = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$
 $e(\text{total}) = 0.02\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
 I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.
 Protección diferencial:
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

9.7.1. Cálculo de la Línea: Puertas Sud

- Tensión de servicio: 220 V.
 - Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 68.58 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
 - Datos por tramo
- | Tramo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------------|-------|------|-------|-------|-------|
| Longitud(m) | 25.89 | 6.54 | 11.63 | 10.85 | 13.67 |
| Pot.nudo(kW) | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |

- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 + 2000 = 2625 \text{ W.}$

$I = 2625 / (220 \times 0.8 \times 1) = 14.91 \text{ A.}$
 Se eligen conductores Bipolares $2 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
 Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida
 -
 I.ad. a 40°C ($F_c=0.4$) 17.6 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
 Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 75.91
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 46.29 \times 2625 / (45.57 \times 220 \times 6 \times 1) = 4.04 \text{ V.} = 1.84 \%$
 $e(\text{total}) = 1.86\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

9.7.2.Cálculo de la Línea: Enchufes

- Tensión de servicio: 220 V.
 - Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 46.91 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
 - Datos por tramo
- | | | | |
|--------------|-----|-----|-------|
| Tramo | 1 | 2 | 3 |
| Longitud(m) | 9.5 | 0.5 | 36.91 |
| Pot.nudo(kW) | 1 | 8.4 | 1 |
- Potencia a instalar: 10400 W.
 - Potencia de cálculo: 10400 W.

$$I=10400/220 \times 0.8=59.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x50+TTx25mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=0.4) 63.6 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 83.16

$$e(\text{parcial})=2 \times 13.5 \times 10400 / 44.53 \times 220 \times 50 = 0.57 \text{ V.} = 0.26 \%$$

$$e(\text{total})=0.29\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 63 A.

9.7.3.Cálculo de la Línea: Ventiladores Nave

- Tensión de servicio: 380 V.
 - Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 26.72 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
 - Datos por tramo
- | | | |
|--------------|-------|------|
| Tramo | 1 | 2 |
| Longitud(m) | 11.82 | 14.9 |
| Pot.nudo(kW) | 7.5 | 7.5 |
- Potencia a instalar: 15000 W.
 - Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $7500 \times 1.25 + 7500 = 16875 \text{ W.}$

$$I=16875/1,732 \times 380 \times 0.8 \times 1 = 32.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x35/16+TTx16mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida

I.ad. a 40°C (Fc=0.4) 44 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Temperatura cable (°C): 66.53

$e(\text{parcial})=20.1 \times 16875 / 46.99 \times 380 \times 35 \times 1 = 0.54 \text{ V.} = 0.14 \%$

$e(\text{total})=0.17\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 38 A.

10. Cálculo de la Línea: Alumbrado nave

- Tensión de servicio: 380 V.

- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 1 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 11230 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

20214 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=20214/1,732 \times 380 \times 0.8=38.39 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.64

$e(\text{parcial})=1 \times 20214 / 46.81 \times 380 \times 10 = 0.11 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total})=0.04\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA.

11. Subcuadro: Alumbrado nave

11.1. Demanda de potencias

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

Línea 1	1600 W
Línea 2	1600 W
Línea 3	1600 W
Línea 4	1600 W
Línea 5	1600 W
Línea 6	1600 W
Línea 7	1600 W

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Emergencia 30 W
TOTAL.... 11230 W

11.2. Cálculo de la Línea: Línea 1

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 61.89 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	32.16	9.91	9.91	9.91
P.des.nu.(W)	400	400	400	400
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1600 \times 1.8 = 2880$ W.

$$I = 2880 / 220 \times 1 = 13.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x10+TTx10mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=0.4) 17.6 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.6

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 47.03 \times 2880 / 48.59 \times 220 \times 10 = 2.53 \text{ V.} = 1.15 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.19\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

11.3. Cálculo de la Línea: Línea 2

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 69.36 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	39.63	9.91	9.91	9.91
P.des.nu.(W)	400	400	400	400
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1600 \times 1.8 = 2880$ W.

$$I = 2880 / 220 \times 1 = 13.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x10+TTx10mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=0.4) 17.6 A. según ITC-BT-19

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.6

$e(\text{parcial})=2 \times 54.5 \times 2880 / 48.59 \times 220 \times 10 = 2.94 \text{ V} = 1.33 \%$

$e(\text{total})=1.37\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Línea 3

- Tensión de servicio: 220 V.

- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 76.83 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	47.1	9.91	9.91	9.91
P.des.nu.(W)	400	400	400	400
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1600 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$1600 \times 1.8 = 2880 \text{ W.}$$

$I=2880/220 \times 1=13.09 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x10+TTx10mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=0.4) 17.6 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.6

$e(\text{parcial})=2 \times 61.97 \times 2880 / 48.59 \times 220 \times 10 = 3.34 \text{ V} = 1.52 \%$

$e(\text{total})=1.55\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

11.4. Cálculo de la Línea: Línea 4

- Tensión de servicio: 220 V.

- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 84.3 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	54.57	9.91	9.91	9.91
P.des.nu.(W)	400	400	400	400
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1600 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$1600 \times 1.8 = 2880 \text{ W.}$$

$I=2880/220 \times 1=13.09 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x10+TTx10mm²Cu

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=0.4) 17.6 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.6

$e(\text{parcial})=2 \times 69.43 \times 2880 / 48.59 \times 220 \times 10 = 3.74 \text{ V.} = 1.7 \%$

$e(\text{total})=1.74\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

11.5. Cálculo de la Línea: Línea 5

- Tensión de servicio: 220 V.

- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 91.77 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	62.04	9.91	9.91	9.91
P.des.nu.(W)	400	400	400	400
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1600 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$1600 \times 1.8 = 2880 \text{ W.}$

$I = 2880 / 220 \times 1 = 13.09 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x10+TTx10mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=0.4) 17.6 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.6

$e(\text{parcial})=2 \times 76.9 \times 2880 / 48.59 \times 220 \times 10 = 4.14 \text{ V.} = 1.88 \%$

$e(\text{total})=1.92\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

11.6. Cálculo de la Línea: Línea 6

- Tensión de servicio: 220 V.

- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 99.24 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	69.51	9.91	9.91	9.91
P.des.nu.(W)	400	400	400	400
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1600 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

$$1600 \times 1.8 = 2880 \text{ W.}$$

$$I = 2880 / 220 \times 1 = 13.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x10+TTx10mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=0.4) 17.6 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.6

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 84.38 \times 2880 / 48.59 \times 220 \times 10 = 4.55 \text{ V.} = 2.07 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.1\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

11.7. Cálculo de la Línea: Línea 7

- Tensión de servicio: 220 V.

- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 106.71 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	76.98	9.91	9.91	9.91
P.des.nu.(W)	400	400	400	400
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1600 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$1600 \times 1.8 = 2880 \text{ W.}$$

$$I = 2880 / 220 \times 1 = 13.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x10+TTx10mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=0.4) 17.6 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.6

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 91.85 \times 2880 / 48.59 \times 220 \times 10 = 4.95 \text{ V.} = 2.25 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.29\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

11.8. Cálculo de la Línea: Emergencia

- Tensión de servicio: 220 V.

- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 52.25 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	8.12	15.36	7.21	11.28	10.28

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

P.des.nu.(W)	6	6	6	6	6
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 30 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $30 \times 1.8 = 54 \text{ W.}$

$$I = 54 / 220 \times 1 = 0.25 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=0.4) 12.8 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 31.3 \times 54 / 51.51 \times 220 \times 6 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.06\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

12. Cálculo de la Línea: Bombeo y Biofiltro

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 99.15 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	75.26	23.89
Pot.Ins.(W)	34052	4000
Pot.Cal.(W)	30511.28	3200
Subcuadro	Nave Bombeo Biofiltro	

- Potencia a instalar: 34052 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $11000 \times 1.25 + 16761.28 = 30511.28 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.8)}$

$$I = 30511.28 / 1,732 \times 380 \times 0.8 = 57.95 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x50/25+TTx25mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 103 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.5

$$e(\text{parcial}) = 77.77 \times 30511.28 / 49.8 \times 380 \times 50 = 2.51 \text{ V.} = 0.66 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.67\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA.

13. Cálculo de la Línea: Nave Bombeo

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 30052 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $11000 \times 1.25 + 13561.28 = 27311.28$ W. (Coef. de Simult.: 0.8)

$I = 27311.28 / 1,732 \times 380 \times 0.8 = 51.87$ A.
 Se eligen conductores Tetrapolares 3x50/25+TTx25mm²Cu
 Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
 I.ad. a 40°C (Fc=0.65) 66.95 A. según ITC-BT-19
 D. tubo: 63mm.

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 58.01
 $e(\text{parcial}) = 0.5 \times 27311.28 / 48.35 \times 380 \times 50 = 0.01$ V. = 0 %
 $e(\text{total}) = 0.67\%$ ADMIS (5% MAX.)

Protección Termica en Principio de Línea
 I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.
 Protección Térmica en Final de Línea
 I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.
 Protección diferencial en Principio de Línea
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA.

14. Subcuadro: Nave bombeo

14.1. Demanda de potencias

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

Bombeo	17240 W
Lavador	11000 W
Enchufes	1000 W
Luces	800 W
Emergencia	6 W
Emergencia	6 W
TOTAL....	30052 W

14.2. Cálculo de la Línea: Agrupación 1

- Tensión de servicio: 380 V.

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 28240 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 + 17240 = 30990$ W. (Coef. de Simult.: 1)

$I = 30990 / (1,732 \times 380 \times 0.8) = 58.86$ A.
Se eligen conductores Unipolares 4x16mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 66 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 63.86
 $e(\text{parcial}) = 0.3 \times 30990 / (47.41 \times 380 \times 16) = 0.03$ V. = 0.01 %
 $e(\text{total}) = 0.68\%$ ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA.

14.2.1. Cálculo de la Línea: Bombeo

- Tensión de servicio: 380 V.
 - Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 6.91 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
 - Datos por tramo
- | | | |
|--------------|------|------|
| Tramo | 1 | 2 |
| Longitud(m) | 6.41 | 0.5 |
| Pot.nudo(kW) | 8.62 | 8.62 |

- Potencia a instalar: 17240 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $8620 \times 1.25 + 8620 = 19395$ W.

$I = 19395 / (1,732 \times 380 \times 0.8 \times 1) = 36.84$ A.
Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 32mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 65.44
 $e(\text{parcial}) = 6.69 \times 19395 / (47.16 \times 380 \times 10 \times 1) = 0.72$ V. = 0.19 %
 $e(\text{total}) = 0.87\%$ ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 38 A.

14.2.2. Cálculo de la Línea: Lavador

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 11.53 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $11000 \times 1.25 = 13750$ W.

$$I = 13750 / (1.732 \times 380 \times 0.8) = 26.11 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 25mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.73

$$e(\text{parcial}) = 11.53 \times 13750 / (47.58 \times 380 \times 6) = 1.46 \text{ V.} = 0.38 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.06\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

14.3. Cálculo de la Línea: Enchufes

- Tensión de servicio: 220 V.
 - Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 14.7 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
 - Datos por tramo
- | | |
|--------------|------|
| Tramo | 1 |
| Longitud(m) | 14.7 |
| Pot.nudo(kW) | 1 |

- Potencia a instalar: 1000 W.

- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I = 1000 / (220 \times 0.8) = 5.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.83

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 14.7 \times 1000 / (50.99 \times 220 \times 2.5) = 1.05 \text{ V.} = 0.48 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.15\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

14.4. Cálculo de la Línea: Luces

- Tensión de servicio: 220 V.
 - Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 16.16 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
 - Datos por tramo
- | | | |
|--------------|------|------|
| Tramo | 1 | 2 |
| Longitud(m) | 8.91 | 7.25 |
| P.des.nu.(W) | 400 | 400 |
| P.inc.nu.(W) | 0 | 0 |

- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $800 \times 1.8 = 1440$ W.

$$I = 1440 / 220 \times 1 = 6.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 13.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 47.05

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 12.53 \times 1440 / 50.23 \times 220 \times 1.5 = 2.18 \text{ V.} = 0.99 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.66\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

14.5. Cálculo de la Línea: Agrupación Em. 1

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Canál.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 12 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 21.6 W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 21.6 / 220 \times 0.8 = 0.12 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida

-

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 18 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 21.6 / 51.52 \times 220 \times 1.5 = 0 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.67\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

14.5.1. Cálculo de la Línea: Emergencia

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6.91 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 6 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $6 \times 1.8 = 10.8$ W.

$$I = 10.8 / 220 \times 1 = 0.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 13.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 6.91 \times 10.8 / 51.52 \times 220 \times 1.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.67\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

14.5.2. Cálculo de la Línea: Emergencia

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6.97 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 6 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $6 \times 1.8 = 10.8$ W.

$$I = 10.8 / 220 \times 1 = 0.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 13.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 6.97 \times 10.8 / 51.52 \times 220 \times 1.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.67\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

15. Cálculo de la Línea: Biofiltro

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo:

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

3200 W.(Coef. de Simult.: 0.8)

$I=3200/1,732 \times 380 \times 0.8=6.08$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares 3x35/16+TTx16mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=0.65) 55.9 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 50mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.35

$e(\text{parcial})=0.5 \times 3200 / 51.45 \times 380 \times 35=0$ V.=0 %

$e(\text{total})=0.67\%$ ADMIS (5% MAX.)

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

16.Subcuadro: Biofiltro

16.1. Demanda de potencias

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

Consumo biofitro	4000 W
TOTAL....	4000 W

16.2. Cálculo de la Línea: Consumo biofitro

- Tensión de servicio: 220 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 41.17 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	16.23	9.68	9.68	5.58
Pot.nudo(kW)	1	1	1	1

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: 4000 W.

$I=4000/220 \times 0.8=22.73$ A.

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

D. tubo: 25mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55.13

$e(\text{parcial})=2 \times 29.73 \times 4000 / 48.83 \times 220 \times 6 = 3.69 \text{ V.} = 1.68 \%$

$e(\text{total})=2.34\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 25 A.

17. Demanda de potencias CGP2

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado del cuadro general de mando y protección dos.

Post-tratamiento	107550 W
Desc. y Mecánica	457534 W
Alumbrado ext. 1	6200 W
Lim., Alum. y Básic	16638 W
Edificio Servicios	21953 W
TOTAL.....	609875 W

18. Cálculo de la acometida del CGP2

- Tensión de servicio: 380 V.

- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)

- Longitud: 145.92 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 609875 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$37000 \times 1.25 + 586130.94 = 632380.94 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 632380.94 / 1.732 \times 380 \times 0.8 = 1201.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 5(3x240/120)mm²Al

Aislamiento, Nivel Aislamiento: XLPE, 0.6/1 kV

I.ad. a 25°C (Fc=0.8) 1720 A. según ITC-BT-07

D. tubo: 5(225)mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.69

$e(\text{parcial})=145.92 \times 632380.94 / 30.04 \times 380 \times 5 \times 240 = 6.74 \text{ V.} = 1.77 \%$

$e(\text{total})=1.77\% \text{ ADMIS (2\% MAX.)}$

19. Cálculo de la línea general de alimentación del CGP2

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.5 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 609875 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $37000 \times 1.25 + 399191.66 = 445441.66$ W. (Coef. de Simult.: 0.7)

$$I = 445441.66 / 1,732 \times 380 \times 0.8 = 846 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $5(4 \times 240 + TT \times 120) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida

-

I.ad. a 40°C (Fc=1) 2275 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.91

$$e(\text{parcial}) = 0.5 \times 445441.66 / 50.25 \times 380 \times 5 \times 240 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 1250 A.

20. Cálculo de la derivación individual del CGP2

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B-Unip.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.5 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 609875 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $37000 \times 1.25 + 586130.94 = 632380.94$ W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 632380.94 / 1,732 \times 380 \times 0.8 = 1201.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $5(4 \times 240 + TT \times 120) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida

-

I.ad. a 40°C (Fc=1) 2275 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.94

$$e(\text{parcial}) = 0.5 \times 632380.94 / 49.03 \times 380 \times 5 \times 240 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.01\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 1250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 1250 A.

21. Cálculo de la Línea: Post-tratamiento

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 22.48 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 107550 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $32000 \times 1.25 + 54089.92 = 94089.92$ W. (Coef. de Simult.: 0.8)

$$I = 94089.92 / (1.732 \times 380 \times 0.8) = 178.7 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $2(3 \times 50/25 + TT \times 25) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 206 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.58

$$e(\text{parcial}) = 22.48 \times 94089.92 / (47.61 \times 380 \times 2 \times 50) = 1.17 \text{ V.} = 0.31 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.31\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 192 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 192 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

22. Subcuadro: Post-tratamiento

22.1. Demanda de potencias

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

Alim. Trommel 10mm	4000 W
Trommel 10 mm	9600 W
Mesa Densimétrica	32000 W
Sep. Neumático	21972 W
Bandas MD	7000 W
Criba Vibrante	22000 W
Emergencia	48 W
Emergencia	12 W
Emergencia	12 W
Emergencia	6 W
Puertas Norte	1500 W
Enchufes	9400 W
TOTAL.....	107550 W

22.2. Cálculo de la Línea: Agrupación 1

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 45600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $32000 \times 1.25 + 13600 = 53600$ W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 53600 / (1,732 \times 380 \times 0.8) = 101.8 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 70 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 160 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 52.14

$$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 53600 / (49.34 \times 380 \times 70) = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.32\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 131 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

22.2.1. Cálculo de la Línea: Alim. Trommel 10mm

- Tensión de servicio: 380 V.
 - Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 20.2 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
 - Datos por tramo
- | | | |
|--------------|------|-----|
| Tramo | 1 | 2 |
| Longitud(m) | 19.7 | 0.5 |
| Pot.nudo(kW) | 2 | 2 |

- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $2000 \times 1.25 + 2000 = 4500$ W.

$$I = 4500 / (1,732 \times 380 \times 0.8 \times 1) = 8.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 10 + \text{TT} \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=0.45$) 18 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 46.76

$$e(\text{parcial}) = 19.98 \times 4500 / (50.28 \times 380 \times 10 \times 1) = 0.47 \text{ V.} = 0.12 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.44\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

22.2.2. Cálculo de la Línea: Trommel 10 mm

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8.5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 9600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $9600 \times 1.25 = 12000$ W.

$$I = 12000 / (1.732 \times 380 \times 0.8) = 22.79 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x25/16+TTx16mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=0.45) 31.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55.7

$$e(\text{parcial}) = 8.5 \times 12000 / (48.73 \times 380 \times 25) = 0.22 \text{ V.} = 0.06 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.38\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

22.2.3. Cálculo de la Línea: Mesa Densimétrica

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 19.7 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 32000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $32000 \times 1.25 = 40000$ W.

$$I = 40000 / (1.732 \times 380 \times 0.8) = 75.97 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 2(3x35/16+TTx16)mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=0.45) 77.4 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.9

$$e(\text{parcial}) = 19.7 \times 40000 / (46.62 \times 380 \times 2 \times 35) = 0.64 \text{ V.} = 0.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.48\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 77 A.

22.3. Cálculo de la Línea: Agrupación 2

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 50972 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $22000 \times 1.25 + 28972 = 56472$ W. (Coef. de Simult.: 1)

$$I = 56472 / (1,732 \times 380 \times 0.8) = 107.25 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 50 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 125 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 62.09

$$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 56472 / (47.69 \times 380 \times 50) = 0.02 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.32\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 116 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

22.3.1. Cálculo de la Línea: Sep. Neumático

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B2-Mult.Canál.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 19.09 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 21972 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $20500 \times 1.25 + 1472 = 27097$ W.

$$I = 27097 / (1,732 \times 380 \times 0.8 \times 1) = 51.46 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $2(3 \times 25/16 + TT \times 16) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=0.45$) 63 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 60.02

$$e(\text{parcial}) = 19.09 \times 27097 / (48.02 \times 380 \times 2 \times 25 \times 1) = 0.57 \text{ V.} = 0.15 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.47\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

22.3.2. Cálculo de la Línea: Bandas MD

- Tensión de servicio: 380 V.

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 29.39 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
 - Datos por tramo
- | Tramo | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------|-------|------|-----|------|
| Longitud(m) | 16.89 | 1.06 | 2.5 | 8.94 |
| Pot.nudo(kW) | 1.5 | 1.5 | 2 | 2 |

- Potencia a instalar: 7000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $2000 \times 1.25 + 5000 = 7500$ W.

$I = 7500 / (1,732 \times 380 \times 0.8) = 14.24$ A.
Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 10 + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c = 0.45$) 18 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 58.79
 $e(\text{parcial}) = 22.22 \times 7500 / (48.22 \times 380 \times 10) = 0.91$ V. = 0.24 %
 $e(\text{total}) = 0.56\%$ ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

22.3.3. Cálculo de la Línea: Criba Vibrante

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 24.01 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 22000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $22000 \times 1.25 = 27500$ W.

$I = 27500 / (1,732 \times 380 \times 0.8) = 52.23$ A.
Se eligen conductores Tetrapolares $2(3 \times 25 / 16 + TT \times 16) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c = 0.45$) 63 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 60.62
 $e(\text{parcial}) = 24.01 \times 27500 / (47.92 \times 380 \times 2 \times 25) = 0.73$ V. = 0.19 %
 $e(\text{total}) = 0.51\%$ ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

22.4. Cálculo de la Línea: Agrupación Em. 1

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 78 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
140.4 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=140.4/220 \times 0.8=0.8$ A.

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=0.45) 10.8 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.16

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 140.4 / 51.49 \times 220 \times 4=0$ V.=0 %

$e(\text{total})=0.31\%$ ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

22.4.1. Cálculo de la Línea: Emergencia

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 84.1 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8
Longitud(m)	4.5	11.42	11.53	11.53	11.53	11.53	11.53	10.53
P.des.nu.(W)	6	6	6	6	6	6	6	6
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 48 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
48x1.8=86.4 W.

$I=86.4/220 \times 1=0.39$ A.

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$e(\text{parcial})=2 \times 44.63 \times 86.4 / 51.51 \times 220 \times 1.5=0.45$ V.=0.21 %

$e(\text{total})=0.52\%$ ADMIS (5% MAX.)

22.5. Cálculo de la Línea: Agrupación Em. 2

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 21.02 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 24 W.

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
43.2 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=43.2/220 \times 0.8=0.25 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 21.02 \times 43.2 / 51.51 \times 220 \times 1.5 = 0.11 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total})=0.36\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

22.5.1. Cálculo de la Línea: Emergencia

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6.45 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	1.8	4.65
P.des.nu.(W)	6	6
P.inc.nu.(W)	0	0

- Potencia a instalar: 12 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
12x1.8=21.6 W.

$$I=21.6/220 \times 1=0.1 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 4.12 \times 21.6 / 51.52 \times 220 \times 1.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total})=0.37\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

22.5.2. Cálculo de la Línea: Emergencia

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8.96 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	4.18	4.78
P.des.nu.(W)	6	6
P.inc.nu.(W)	0	0

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Potencia a instalar: 12 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $12 \times 1.8 = 21.6 \text{ W.}$

$$I = 21.6 / 220 \times 1 = 0.1 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 13.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 6.57 \times 21.6 / 51.52 \times 220 \times 1.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.37\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

22.5.3. Cálculo de la Línea: Emergencia

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8.54 m; $\text{Cos } \varphi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 6 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $6 \times 1.8 = 10.8 \text{ W.}$

$$I = 10.8 / 220 \times 1 = 0.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 13.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 8.54 \times 10.8 / 51.52 \times 220 \times 1.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.32\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

22.6. Cálculo de la Línea: Agrupación 3

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\text{Cos } \varphi: 0.8$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 10900 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 + 10400 = 11025 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 11025 / 1,732 \times 380 \times 0.8 = 20.94 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 70 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 160 A. según ITC-BT-19

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.51

$e(\text{parcial})=0.3 \times 11025/51.42 \times 380 \times 70=0 \text{ V.}=0 \%$

$e(\text{total})=0.31\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

22.6.1. Cálculo de la Línea: Puertas Norte

- Tensión de servicio: 220 V.

- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 54.87 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	22.74	15.27	16.86
Pot.nudo(kW)	0.5	0.5	0.5

- Potencia a instalar: 1500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$500 \times 1.25 + 1000 = 1625 \text{ W.}$$

$I=1625/220 \times 0.8 \times 1=9.23 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 10 + \text{TT} \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c=0.45$) 19.8 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.52

$e(\text{parcial})=2 \times 39.8 \times 1625/50.32 \times 220 \times 10 \times 1=1.17 \text{ V.}=0.53 \%$

$e(\text{total})=0.85\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

22.6.2. Cálculo de la Línea: Enchufes

- Tensión de servicio: 220 V.

- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 53.52 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	10.5	43.02
Pot.nudo(kW)	1	8.4

- Potencia a instalar: 9400 W.

- Potencia de cálculo: 9400 W.

$I=9400/220 \times 0.8=53.41 \text{ A.}$

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Se eligen conductores Bipolares 2x70+TTx35mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=0.45) 67.05 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.04
 $e(\text{parcial})=2 \times 48.94 \times 9400 / 48.18 \times 220 \times 70 = 1.24 \text{ V.} = 0.56 \%$
 $e(\text{total})=0.88\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 63 A.

23. Cálculo de la Línea: Desc. y Mecánica

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 103.28 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	
Longitud(m)	66.87	36.41	
Pot.Ins.(W)	457534	23242	
Pot.Cal.(W)	239027.41	12597.8	
Subcuadro	Descomposición		Nave Mecánica

- Potencia a instalar: 457534 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $37000 \times 1.25 + 192777.41 = 239027.41 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.5)}$

$I = 239027.41 / 1,732 \times 380 \times 0.8 = 453.97 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 21(3x50/25+TTx25)mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=0.4) 865.2 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.26
 $e(\text{parcial})=68.79 \times 239027.41 / 50.02 \times 380 \times 21 \times 50 = 0.82 \text{ V.} = 0.22 \%$
 $e(\text{total})=0.22\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 1000 A. Térmico reg. Int.Reg.: 863 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

24. Cálculo de la Línea: Descomposición

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.5 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Potencia a instalar: 434292 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $37000 \times 1.25 + 180179.61 = 226429.61 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.5)}$

$I = 226429.61 / 1,732 \times 380 \times 0.8 = 430.04 \text{ A.}$
Se eligen conductores Tetrapolares 12(3x50/25+TTx25)mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 1236 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 43.63
 $e(\text{parcial}) = 0.5 \times 226429.61 / 50.85 \times 380 \times 12 \times 50 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$
 $e(\text{total}) = 0.23\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea
I. Aut./Tet. In.: 1000 A. Térmico reg. Int.Reg.: 863 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Aut./Tet. In.: 1000 A. Térmico reg. Int.Reg.: 863 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 300 mA.

25. Subcuadro: Descomposición

25.1. Demanda de potencias

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

Puertas	2208 W
Ventiladores Nave	15000 W
Vent. túneles	413000 W
Sondas Descomp.	2000 W
Enchufes	2000 W
Emergencia	18 W
Emergencia	66 W
TOTAL....	434292 W

25.2. Cálculo de la Línea: Agrupación 1

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 430208 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $37000 \times 1.25 + 393208 = 439458 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

$$I=439458/1,732 \times 380 \times 0,8=834,63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3(4x185)mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 891 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.32

$$e(\text{parcial})=0,3 \times 439458 / 47,02 \times 380 \times 3 \times 185=0,01 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=0,23\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 1000 A. Térmico reg. Int.Reg.: 863 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA.

25.2.1. Cálculo de la Línea: Puertas

- Tensión de servicio: 220 V.

- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 65.93 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud(m)	11.58	10.87	10.87	10.87	10.87	10.87
Pot.nudo(CV)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

- Potencia a instalar: 2208 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$368 \times 1,25 + 1840 = 2300 \text{ W.}$$

$$I=2300/220 \times 0,8 \times 1=13,07 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.89

$$e(\text{parcial})=2 \times 39,84 \times 2300 / 49,9 \times 220 \times 4 \times 1=4,17 \text{ V.}=1,9 \%$$

$$e(\text{total})=2,13\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

25.2.2. Cálculo de la Línea: Ventiladores Nave

- Tensión de servicio: 380 V.

- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 44.52 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	19.62	24.9
Pot.nudo(kW)	7.5	7.5

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $7500 \times 1.25 + 7500 = 16875$ W.

$I = 16875 / (1.732 \times 380 \times 0.8) = 32.05$ A.
Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 10 + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 59.26
 $e(\text{parcial}) = 33.45 \times 16875 / (48.15 \times 380 \times 10) = 3.09$ V. = 0.81 %
 $e(\text{total}) = 1.04\%$ ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 38 A.

25.2.3. Cálculo de la Línea: Vent. túneles

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 140.59 m; $\text{Cos } \varphi: 0.8$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$; $R: 1$
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	35.03	5	11.76	5	11.76	5	11.76	5	11.76	5
Pot.nudo(kW)	22	37	22	37	22	37	22	37	22	37
Tramo	11	12	13	14						
Longitud(m)	11.76	5	11.76	5						
Pot.nudo(kW)	22	37	22	37						

- Potencia a instalar: 413000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $37000 \times 1.25 + 376000 = 422250$ W.

$I = 422250 / (1.732 \times 380 \times 0.8) = 801.95$ A.
Se eligen conductores Tetrapolares $8(3 \times 50 / 25 + TT \times 25) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 824 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 68.42
 $e(\text{parcial}) = 89.59 \times 422250 / (46.69 \times 380 \times 8 \times 50) = 5.33$ V. = 1.4 %
 $e(\text{total}) = 1.63\%$ ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:
I. Aut./Tet. In.: 1000 A. Térmico reg. Int.Reg.: 813 A.

25.3. Cálculo de la Línea: Sondas Descomp.

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 62.8 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I=2000/220 \times 0.8=11.36 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.73

$$e(\text{parcial})=2 \times 62.8 \times 2000 / 50.29 \times 220 \times 4 = 5.68 \text{ V.} = 2.58 \%$$

$$e(\text{total})=2.81\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

25.4. Cálculo de la Línea: Enchufes

- Tensión de servicio: 220 V.
 - Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 1 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
 - Datos por tramo
- | | | |
|--------------|-----|-----|
| Tramo | 1 | 2 |
| Longitud(m) | 0.5 | 0.5 |
| Pot.nudo(kW) | 1 | 1 |

- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I=2000/220 \times 0.8=11.36 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.32

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.75 \times 2000 / 49.48 \times 220 \times 2.5 = 0.11 \text{ V.} = 0.05 \%$$

$$e(\text{total})=0.28\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

25.5. Cálculo de la Línea: Emergencia

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Longitud: 19.55 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	4.5	6.91	8.14
P.des.nu.(W)	6	6	6
P.inc.nu.(W)	0	0	0

- Potencia a instalar: 18 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$18 \times 1.8 = 32.4 \text{ W.}$$

$$I = 32.4 / 220 \times 1 = 0.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 13.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 11.82 \times 32.4 / 51.52 \times 220 \times 1.5 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.25\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

25.6. Cálculo de la Línea: Emergencia

- Tensión de servicio: 220 V.

- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 59.16 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	11.66	5.41	4.29	5.41	4.29	5.41	4.29	5.41	4.29	
5.41										
P.des.nu.(W)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tramo	11
Longitud(m)	3.29
P.des.nu.(W)	6
P.inc.nu.(W)	0

- Potencia a instalar: 66 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$66 \times 1.8 = 118.8 \text{ W.}$$

$$I = 118.8 / 220 \times 1 = 0.54 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 13.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.05

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 36.07 \times 118.8 / 51.51 \times 220 \times 1.5 = 0.5 \text{ V.} = 0.23 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.45\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

26. Cálculo de la Línea: Nave Mecánica

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 23242 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
17636.92 W.(Coef. de Simult.: 0.7)

$I=17636.92/1,732 \times 380 \times 0.8=33.5$ A.
Se eligen conductores Tetrapolares 3(3x50/25+TTx25)mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 309 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.35
 $e(\text{parcial})=0.5 \times 17636.92 / 51.45 \times 380 \times 3 \times 50=0$ V.=0 %
 $e(\text{total})=0.22\%$ ADMIS (5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea
I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 112 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 112 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA.

27. Subcuadro: Nave Mecánica

27.1. Demanda de potencias

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

Enchufes	18800 W
Enchufes	2000 W
Línea 1	1200 W
Línea 2	1200 W
Emergencia	24 W
Emergencia	18 W
TOTAL....	23242 W

27.2. Cálculo de la Línea: Enchufes

- Tensión de servicio: 220 V.
 - Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 37.54 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
 - Datos por tramo
- | Tramo | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------|-----|------|-----|-------|
| Longitud(m) | 0.5 | 15.2 | 0.5 | 21.34 |
| Pot.nudo(kW) | 1 | 1 | 8.4 | 8.4 |
- Potencia a instalar: 18800 W.
 - Potencia de cálculo: 18800 W.

$$I=18800/220 \times 0.8=106.82 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x50+TTx25mm²Cu
 Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 117 A. según ITC-BT-19
 D. tubo: 50mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 24.87 \times 18800 / 47.22 \times 220 \times 50 = 1.8 \text{ V.} = 0.82 \%$$

$$e(\text{total})=1.04\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Bip. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 112 A.

27.3. Cálculo de la Línea: Enchufes

- Tensión de servicio: 220 V.
 - Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 22.13 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
 - Datos por tramo
- | Tramo | 1 | 2 |
|--------------|-------|-----|
| Longitud(m) | 21.63 | 0.5 |
| Pot.nudo(kW) | 1 | 1 |
- Potencia a instalar: 2000 W.
 - Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I=2000/220 \times 0.8=11.36 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
 Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19
 D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.32

$$e(\text{parcial})=2 \times 21.88 \times 2000 / 49.48 \times 220 \times 2.5 = 3.22 \text{ V.} = 1.46 \%$$

$$e(\text{total})=1.69\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

27.4. Cálculo de la Línea: Línea 1

- Tensión de servicio: 220 V.
 - Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 33.23 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
 - Datos por tramo
- | | | | |
|--------------|-------|------|------|
| Tramo | 1 | 2 | 3 |
| Longitud(m) | 21.01 | 6.11 | 6.11 |
| P.des.nu.(W) | 400 | 400 | 400 |
| P.inc.nu.(W) | 0 | 0 | 0 |

- Potencia a instalar: 1200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1200 \times 1.8 = 2160$ W.

$$I = 2160 / 220 \times 1 = 9.82 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 18.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 48.45

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 27.12 \times 2160 / 49.98 \times 220 \times 2.5 = 4.26 \text{ V.} = 1.94 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.16\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

27.5. Cálculo de la Línea: Línea 2

- Tensión de servicio: 220 V.
 - Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 26.23 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
 - Datos por tramo
- | | | | |
|--------------|-------|------|------|
| Tramo | 1 | 2 | 3 |
| Longitud(m) | 14.01 | 6.11 | 6.11 |
| P.des.nu.(W) | 400 | 400 | 400 |
| P.inc.nu.(W) | 0 | 0 | 0 |

- Potencia a instalar: 1200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1200 \times 1.8 = 2160$ W.

$$I = 2160 / 220 \times 1 = 9.82 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 13.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 55.87

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

$$e(\text{parcial})=2 \times 20.12 \times 2160 / 48.71 \times 220 \times 1.5 = 5.41 \text{ V.} = 2.46 \%$$
$$e(\text{total})=2.68\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

27.6. Cálculo de la Línea: Agrupación Em. 1

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 42 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
75.6 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=75.6/220 \times 0.8=0.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 75.6 / 51.51 \times 220 \times 1.5 = 0 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total})=0.23\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

27.6.1. Cálculo de la Línea: Emergencia

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 29.92 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	9	5.67	9.59	5.66
P.des.nu.(W)	6	6	6	6
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 24 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$24 \times 1.8 = 43.2 \text{ W.}$$

$$I=43.2/220 \times 1=0.2 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 19.46 \times 43.2 / 51.52 \times 220 \times 1.5 = 0.1 \text{ V.} = 0.04 \%$$

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

$e(\text{total})=0.27\%$ ADMIS (5% MAX.)

27.6.2. Cálculo de la Línea: Emergencia

- Tensión de servicio: 220 V.
 - Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 31.34 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
 - Datos por tramo
- | | | | |
|--------------|-------|------|-------|
| Tramo | 1 | 2 | 3 |
| Longitud(m) | 11.55 | 5.66 | 14.13 |
| P.des.nu.(W) | 6 | 6 | 6 |
| P.inc.nu.(W) | 0 | 0 | 0 |

- Potencia a instalar: 18 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $18 \times 1.8 = 32.4$ W.

$$I = 32.4 / 220 \times 1 = 0.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 13.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 20.03 \times 32.4 / 51.52 \times 220 \times 1.5 = 0.08 \text{ V.} = 0.03 \%$$

$e(\text{total})=0.26\%$ ADMIS (5% MAX.)

28. Cálculo de la Línea: Alumbrado ext. 1

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)
- Longitud: 19.71 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 6200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 8928 W. (Coef. de Simult.: 0.8)

$$I = 8928 / 1,732 \times 380 \times 0.8 = 16.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 0.6/1 kV

I.ad. a 25°C ($F_c=1$) 56 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 29.13

$$e(\text{parcial}) = 19.71 \times 8928 / 53.64 \times 380 \times 6 = 1.44 \text{ V.} = 0.38 \%$$

$e(\text{total})=0.38\%$ ADMIS (5% MAX.)

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

29. Subcuadro: Alumbrado ext. 1

29.1. Demanda de potencias

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

Nave Norte	1600 W
Nave Sur	1400 W
Nor-este	1000 W
Norte	1200 W
Nor-oeste	800 W
Sur-este	200 W
TOTAL....	6200 W

29.2. Cálculo de la Línea: Nave Norte

- Tensión de servicio: 380 V.

- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 133.54 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8
Longitud(m)	13.16	16	16	16.18	16.36	16.36	16.36	23.12
P.des.nu.(W)	200	200	200	200	200	200	200	200
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1600 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$1600 \times 1.8 = 2880 \text{ W.}$$

$$I = 2880 / 1,732 \times 380 \times 1 = 4.38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 13 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.4

$$e(\text{parcial}) = 70.57 \times 2880 / 50.89 \times 380 \times 1.5 = 7.01 \text{ V.} = 1.84 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.23\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

29.3. Cálculo de la Línea: Nave Sur

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 155.52 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7
Longitud(m)	12.31	16.36	16.36	16.36	31.83	42.9	19.4
P.des.nu.(W)	200	200	200	200	200	200	200
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1400x1.8=2520 W.

$I=2520/1,732 \times 380 \times 1=3.83$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 13 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.6

$e(\text{parcial})=76.04 \times 2520 / 51.03 \times 380 \times 1.5=6.59$ V.=1.73 %

$e(\text{total})=2.12\%$ ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

29.4. Cálculo de la Línea: Nord-este

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)
- Longitud: 171.05 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	76.9	94.15
P.des.nu.(W)	400	600
P.inc.nu.(W)	0	0

- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1000x1.8=1800 W.

$I=1800/1,732 \times 380 \times 1=2.73$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 0.6/1 kV

I.ad. a 25°C (Fc=1) 56 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.11

$e(\text{parcial})=133.39 \times 1800 / 54.47 \times 380 \times 6=1.93$ V.=0.51 %

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

$e(\text{total})=0.89\%$ ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

29.5. Cálculo de la Línea: Norte

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)
- Longitud: 196.6 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	136.63	59.97
P.des.nu.(W)	800	400
P.inc.nu.(W)	0	0

- Potencia a instalar: 1200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1200 \times 1.8 = 2160$ W.

$I = 2160 / 1,732 \times 380 \times 1 = 3.28$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 0.6/1 kV

I.ad. a 25°C (Fc=1) 56 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.15

$e(\text{parcial}) = 156.62 \times 2160 / 54.46 \times 380 \times 6 = 2.72$ V. = 0.72 %

$e(\text{total}) = 1.1\%$ ADMIS (5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

29.6. Cálculo de la Línea: Nord-oeste

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)
- Longitud: 201.97 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	147.86	54.11
P.des.nu.(W)	400	400
P.inc.nu.(W)	0	0

- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $800 \times 1.8 = 1440$ W.

$I = 1440 / 1,732 \times 380 \times 1 = 2.19$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 0.6/1 kV

I.ad. a 25°C (Fc=1) 56 A. según ITC-BT-07

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.07

$e(\text{parcial})=174.92 \times 1440 / 54.47 \times 380 \times 6 = 2.03 \text{ V.} = 0.53 \%$

$e(\text{total})=0.92\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

29.7. Cálculo de la Línea: Sur-este

- Tensión de servicio: 380 V.

- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)

- Longitud: 120.75 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 200 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$200 \times 1.8 = 360 \text{ W.}$$

$I=360/1,732 \times 380 \times 1 = 0.55 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 0.6/1 kV

I.ad. a 25°C (Fc=1) 56 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25

$e(\text{parcial})=120.75 \times 360 / 54.49 \times 380 \times 6 = 0.35 \text{ V.} = 0.09 \%$

$e(\text{total})=0.48\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

30. Cálculo de la Línea: Lim., Alum. y Básco

- Tensión de servicio: 380 V.

- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)

- Longitud: 66.74 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	
Longitud(m)	50.44	14.3	2	
Pot.Ins.(W)	16638	5214	614	
Pot.Cal.(W)	17622.72	7188.16	564.16	
Subcuadro	Nave Limpieza	Alumbrado ext. 2	Casita Báscula	

- Potencia a instalar: 16638 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$17622.72 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.8)}$$

$I=17622.72/1,732 \times 380 \times 0.8 = 33.47 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x35/16+TTx16mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 0.6/1 kV

I.ad. a 25°C (Fc=1) 150 A. según ITC-BT-07

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 27.24

$e(\text{parcial})=56.34 \times 17622.72 / 54.02 \times 380 \times 35 = 1.38 \text{ V} = 0.36 \%$

$e(\text{total})=0.37\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA.

31. Cálculo de la Línea: Nave Limpieza

- Tensión de servicio: 380 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 0.5 m; $\text{Cos } \varphi: 0.8$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;

- Potencia a instalar: 11424 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

10434.56 W.(Coef. de Simult.: 0.8)

$I=10434.56/1,732 \times 380 \times 0.8=19.82 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x35/16+TTx16mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 86 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 50mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.59

$e(\text{parcial})=0.5 \times 10434.56 / 51.22 \times 380 \times 35 = 0.01 \text{ V} = 0 \%$

$e(\text{total})=0.37\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA.

32. Subcuadro: Nave limpieza

32.1. Demanda de potencias

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

Línea 1	1200 W
Línea 2	800 W

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Emergencia		24 W
Enchufes		9400 W
	TOTAL....	11424 W

32.2. Cálculo de la Línea: Línea 1

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 29.76 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	14.85	8.8	6.11
P.des.nu.(W)	400	400	400
P.inc.nu.(W)	0	0	0

- Potencia a instalar: 1200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1200 \times 1.8 = 2160$ W.

$$I = 2160 / 220 \times 1 = 9.82 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 18.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 48.45

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 22.75 \times 2160 / 49.98 \times 220 \times 2.5 = 3.58 \text{ V.} = 1.63 \%$$

$$e(\text{total}) = 2\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

32.3. Cálculo de la Línea: Línea 2

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15.7 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	6.9	8.8
P.des.nu.(W)	400	400
P.inc.nu.(W)	0	0

- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $800 \times 1.8 = 1440$ W.

$$I = 1440 / 220 \times 1 = 6.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 13.5 A. según ITC-BT-19

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.05

$e(\text{parcial})=2 \times 11.3 \times 1440 / 50.23 \times 220 \times 1.5 = 1.96 \text{ V.} = 0.89 \%$

$e(\text{total})=1.26\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

32.4. Cálculo de la Línea: Emergencia

- Tensión de servicio: 220 V.

- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 42.3 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	6.9	11.8	11.8	11.8
P.des.nu.(W)	6	6	6	6
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 24 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$24 \times 1.8 = 43.2 \text{ W.}$$

$I = 43.2 / 220 \times 1 = 0.2 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 13.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$e(\text{parcial})=2 \times 24.6 \times 43.2 / 51.52 \times 220 \times 1.5 = 0.13 \text{ V.} = 0.06 \%$

$e(\text{total})=0.43\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

32.5. Cálculo de la Línea: Enchufes

- Tensión de servicio: 220 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 51.66 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	37.4	14.26
Pot.nudo(kW)	1	8.4

- Potencia a instalar: 9400 W.

- Potencia de cálculo: 9400 W.

$I = 9400 / 220 \times 0.8 = 53.41 \text{ A.}$

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Se eligen conductores Bipolares 2x25+TTx16mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 40mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 54.43
 $e(\text{parcial})=2 \times 50.14 \times 9400 / 48.95 \times 220 \times 25 = 3.5 \text{ V.} = 1.59 \%$
 $e(\text{total})=1.96\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 63 A.

33. Cálculo de la Línea: Alumbrado ext. 2

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 4600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
6624 W.(Coef. de Simult.: 0.8)

$$I=6624/1,732 \times 380 \times 0.8=12.58 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x35/16+TTx16mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 86 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 50mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.64
 $e(\text{parcial})=0.5 \times 6624 / 51.4 \times 380 \times 35 = 0 \text{ V.} = 0 \%$
 $e(\text{total})=0.37\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección Térmica en Final de Línea
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.
Protección diferencial en Principio de Línea
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

34. Subcuadro: Alumbrado ext. 2

34.1. Demanda de potencias

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Nave Limpieza 1	400 W
Nave Limpieza 1	400 W
Edificio Servicios	1200 W
Parquín	1200 W
Entrada	1200 W
Casita Bombeo	200 W
TOTAL....	4600 W

34.2. Cálculo de la Línea: Agrupación 1

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)
- Longitud: 17.55 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1440 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=1440/1,732 \times 380 \times 0.8=2.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida

-

I.ad. a 25°C (Fc=1) 66 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.11

$$e(\text{parcial})=17.55 \times 1440 / 54.46 \times 380 \times 6=0.2 \text{ V.}=0.05 \%$$

$$e(\text{total})=0.42\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

34.2.1. Cálculo de la Línea: Nave Limpieza 1

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 27.34 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	14.02	13.32
P.des.nu.(W)	200	200
P.inc.nu.(W)	0	0

- Potencia a instalar: 400 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
400x1.8=720 W.

$$I=720/1,732 \times 380 \times 1=1.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida

-

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23

e(parcial)= $20.68 \times 720 / 51.47 \times 380 \times 1.5 = 0.51$ V.=0.13 %

e(total)=0.56% ADMIS (5% MAX.)

34.2.2. Cálculo de la Línea: Nave Limpieza 1

- Tensión de servicio: 380 V.

- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 22.15 m; Cos φ : 1; Xu(m Ω /m): 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	9	13.15
P.des.nu.(W)	200	200
P.inc.nu.(W)	0	0

- Potencia a instalar: 400 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$400 \times 1.8 = 720 \text{ W.}$$

$$I = 720 / 1,732 \times 380 \times 1 = 1.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: RZ1-K(AS) - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida

-

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.23

e(parcial)= $15.57 \times 720 / 51.47 \times 380 \times 1.5 = 0.38$ V.=0.1 %

e(total)=0.53% ADMIS (5% MAX.)

34.3. Cálculo de la Línea: Agrupación 2

- Tensión de servicio: 380 V.

- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)

- Longitud: 33.38 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;

- Potencia a instalar: 1200 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$2160 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 2160 / 1,732 \times 380 \times 0.8 = 4.1 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 0.6/1 kV

I.ad. a 25°C (Fc=1) 56 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.24

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

$e(\text{parcial})=33.38 \times 2160 / 54.44 \times 380 \times 6 = 0.58 \text{ V.} = 0.15 \%$
 $e(\text{total})=0.52\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

34.3.1. Cálculo de la Línea: Edificio Servicios

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 55.31 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud(m)	4.3	12.9	7.7	6.21	15.05	9.15
P.des.nu.(W)	200	200	200	200	200	200
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 1200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1200 \times 1.8 = 2160 \text{ W.}$

$I=2160/1,732 \times 380 \times 1 = 3.28 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 13 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.91

$e(\text{parcial})=29.83 \times 2160 / 51.16 \times 380 \times 1.5 = 2.21 \text{ V.} = 0.58 \%$
 $e(\text{total})=1.11\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

34.4. Cálculo de la Línea: Parquin

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)
- Longitud: 89.49 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	35.62	26.58	27.29
P.des.nu.(W)	400	400	400
P.inc.nu.(W)	0	0	0

- Potencia a instalar: 1200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1200 \times 1.8 = 2160 \text{ W.}$

$I=2160/1,732 \times 380 \times 1 = 3.28 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 0.6/1 kV
I.ad. a 25°C ($F_c=1$) 56 A. según ITC-BT-07

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.15

$e(\text{parcial})=62.44 \times 2160 / 54.46 \times 380 \times 6 = 1.09 \text{ V.} = 0.29 \%$

$e(\text{total})=0.66\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

34.5. Cálculo de la Línea: Entrada

- Tensión de servicio: 380 V.

- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)

- Longitud: 79.88 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2
Longitud(m)	43.4	36.48
P.des.nu.(W)	800	400
P.inc.nu.(W)	0	0

- Potencia a instalar: 1200 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$1200 \times 1.8 = 2160 \text{ W.}$$

$I = 2160 / 1,732 \times 380 \times 1 = 3.28 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 0.6/1 kV

I.ad. a 25°C (Fc=1) 56 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.15

$e(\text{parcial})=55.56 \times 2160 / 54.46 \times 380 \times 6 = 0.97 \text{ V.} = 0.25 \%$

$e(\text{total})=0.63\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

34.6. Cálculo de la Línea: Casita Bombeo

- Tensión de servicio: 380 V.

- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)

- Longitud: 8.13 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 200 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$200 \times 1.8 = 360 \text{ W.}$$

$I = 360 / 1,732 \times 380 \times 1 = 0.55 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 0.6/1 kV

I.ad. a 25°C (Fc=1) 56 A. según ITC-BT-07

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25

$e(\text{parcial})=8.13 \times 360 / 54.49 \times 380 \times 6 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=0.38\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

35. Cálculo de la Línea: Casita Báscula

- Tensión de servicio: 380 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 0.5 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 614 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

564.16 W.(Coef. de Simult.: 0.8)

$I=564.16/1,732 \times 380 \times 0.8=1.07 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x35/16+TTx16mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 86 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 50mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=0.5 \times 564.16 / 51.52 \times 380 \times 35 = 0 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=0.37\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

36. Subcuadro: Casita báscula

36.1. Demanda de potencias

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

Alum. y Emergencia	114 W
Enchufes	500 W
TOTAL....	614 W

36.2. Cálculo de la Línea: Alum. y Emergencia

- Tensión de servicio: 220 V.
 - Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 9.83 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
 - Datos por tramo
- | Tramo | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------|------|------|------|------|
| Longitud(m) | 3.64 | 0.78 | 3.73 | 1.68 |
| P.des.nu.(W) | 6 | 36 | 36 | 36 |
| P.inc.nu.(W) | 0 | 0 | 0 | 0 |

- Potencia a instalar: 114 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $114 \times 1.8 = 205.2$ W.

$$I = 205.2 / 220 \times 1 = 0.93 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 13.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.14

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 7.27 \times 205.2 / 51.49 \times 220 \times 1.5 = 0.18 \text{ V.} = 0.08 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.45\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

36.3. Cálculo de la Línea: Enchufes

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5.73 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I = 500 / 220 \times 0.8 = 2.84 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 18.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.71

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 5.73 \times 500 / 51.38 \times 220 \times 2.5 = 0.2 \text{ V.} = 0.09 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.46\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

37. Cálculo de la Línea: Edificio Servicios

- Tensión de servicio: 380 V.
 - Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)
 - Longitud: 135.47 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
 - Datos por tramo
- | | | |
|-------------|-----------|----------------|
| Tramo | 1 | 2 |
| Longitud(m) | 98.4 | 37.07 |
| Pot.Ins.(W) | 21953 | 16605 |
| Pot.Cal.(W) | 18795.32 | 13916.2 |
| Subcuadro | Servicios | Lab. y Oficina |
- Potencia a instalar: 21953 W.
 - Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $2300 \times 1.25 + 15920.32 = 18795.32 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.8)}$

$I = 18795.32 / 1,732 \times 380 \times 0.8 = 35.7 \text{ A.}$
Se eligen conductores Tetrapolares 3x35/16+TTx16mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 0.6/1 kV
I.ad. a 25°C (Fc=1) 150 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 27.55
 $e(\text{parcial}) = 125.85 \times 18795.32 / 53.96 \times 380 \times 35 = 3.3 \text{ V.} = 0.87 \%$
 $e(\text{total}) = 0.87\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 38 A.
Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

38. Cálculo de la Línea: Servicios

- Tensión de servicio: 380 V.
- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.7 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 5348 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $2300 \times 1.25 + 2329.12 = 5204.12 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.8)}$

$I = 5204.12 / 1,732 \times 380 \times 0.8 = 9.88 \text{ A.}$
Se eligen conductores Unipolares 3x25/16+TTx16mm²Cu
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 50mm.

Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 40.49
 $e(\text{parcial}) = 0.7 \times 5204.12 / 51.42 \times 380 \times 25 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$
 $e(\text{total}) = 0.88\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.
 Protección Térmica en Final de Línea
 I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.
 Protección diferencial en Principio de Línea
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

39. Subcuadro: Servicios

39.1. Demanda de potencias

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

Alum. Cocina	114 W
Enchufes Cocina	1500 W
Aire Comedor	2300 W
Alum. Vest. H. 1	52 W
Alum. Vest. H. 2	78 W
E. Vest. H-Pasillo	450 W
Alum. Vest. M.	110 W
E. Vest. M. y WC	550 W
Alum. WC	116 W
Alum. Pasillo	78 W
TOTAL....	5348 W

39.2. Cálculo de la Línea: Alum. Cocina

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8.74 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4
Longitud(m)	2.62	1.22	2.45	2.45
P.des.nu.(W)	6	36	36	36
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 114 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $114 \times 1.8 = 205.2$ W.

$$I = 205.2 / 220 \times 1 = 0.93 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (F_c=1) 13.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Temperatura cable (°C): 40.14

$e(\text{parcial})=2 \times 6.1 \times 205.2 / 51.49 \times 220 \times 1.5 = 0.15 \text{ V.} = 0.07 \%$

$e(\text{total})=0.94\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

39.3. Cálculo de la Línea: Enchufes Cocina

- Tensión de servicio: 220 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 21.5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 1500 W.

- Potencia de cálculo: 1500 W.

$I=1500/220 \times 0.8=8.52 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.37

$e(\text{parcial})=2 \times 21.5 \times 1500 / 50.35 \times 220 \times 2.5 = 2.33 \text{ V.} = 1.06 \%$

$e(\text{total})=1.93\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

39.4. Cálculo de la Línea: Aire Comedor

- Tensión de servicio: 220 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 2300 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$2300 \times 1.25 = 2875 \text{ W.}$

$I=2875/220 \times 0.8 \times 1 = 16.34 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 24 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.9

$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 2875 / 49.04 \times 220 \times 4 \times 1 = 0.67 \text{ V.} = 0.3 \%$

$e(\text{total})=1.18\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

39.5. Cálculo de la Línea: Alum. Vest. H.

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 16.9 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 130 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
234 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=234/220 \times 0.8=1.33 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.29

$$e(\text{parcial})=2 \times 16.9 \times 234 / 51.46 \times 220 \times 1.5=0.47 \text{ V.}=0.21 \%$$

$$e(\text{total})=1.09\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

39.6. Cálculo de la Línea: Alum. Vest. H. 1

- Tensión de servicio: 220 V.
 - Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
 - Longitud: 6.17 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
 - Datos por tramo
- | | | |
|--------------|-----|------|
| Tramo | 1 | 2 |
| Longitud(m) | 2.5 | 3.67 |
| P.des.nu.(W) | 26 | 26 |
| P.inc.nu.(W) | 0 | 0 |

- Potencia a instalar: 52 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$52 \times 1.8=93.6 \text{ W.}$$

$$I=93.6/220 \times 1=0.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Temperatura cable (°C): 40.03

$e(\text{parcial})=2 \times 4.34 \times 93.6 / 51.51 \times 220 \times 1.5 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=1.11\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

39.7. Cálculo de la Línea: Alum. Vest. H. 2

- Tensión de servicio: 220 V.

- Canalización: B2-Mult.Canal.Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 9.49 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	0.2	5.07	4.22
P.des.nu.(W)	26	26	26
P.inc.nu.(W)	0	0	0

- Potencia a instalar: 78 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$78 \times 1.8 = 140.4 \text{ W.}$$

$I = 140.4 / 220 \times 1 = 0.64 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 13.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.07

$e(\text{parcial})=2 \times 4.99 \times 140.4 / 51.5 \times 220 \times 1.5 = 0.08 \text{ V.} = 0.04 \%$

$e(\text{total})=1.12\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

39.8. Cálculo de la Línea: E. Vest. H-Pasillo

- Tensión de servicio: 220 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 19.85 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 450 W.

- Potencia de cálculo: 450 W.

$I = 450 / 220 \times 0.8 = 2.56 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 18.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.57

$e(\text{parcial})=2 \times 19.85 \times 450 / 51.41 \times 220 \times 2.5 = 0.63 \text{ V.} = 0.29 \%$

$e(\text{total})=1.16\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

39.9. Cálculo de la Línea: Alum. Vest. M.

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 24.05 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	15	0.91	2.73	2.48	2.93
P.des.nu.(W)	6	26	26	26	26
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 110 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $110 \times 1.8 = 198 \text{ W}$.

$$I = 198 / 220 \times 1 = 0.9 \text{ A}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 13.5 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.13

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 19.66 \times 198 / 51.49 \times 220 \times 1.5 = 0.46 \text{ V.} = 0.21 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.08\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

39.10. Cálculo de la Línea: E. Vest. M. y WC

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 33.25 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 550 W.
- Potencia de cálculo: 550 W.

$$I = 550 / 220 \times 0.8 = 3.12 \text{ A}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V
I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 18.5 A. según ITC-BT-19
D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.86

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 33.25 \times 550 / 51.36 \times 220 \times 2.5 = 1.29 \text{ V.} = 0.59 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.46\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

39.11. Cálculo de la Línea: Alum. WC

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 16.6 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6
Longitud(m)	8.58	1.14	1.62	1.93	1.62	1.71
P.des.nu.(W)	6	26	26	26	26	6
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 116 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $116 \times 1.8 = 208.8$ W.

$$I = 208.8 / 220 \times 1 = 0.95 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.15

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 12.33 \times 208.8 / 51.49 \times 220 \times 1.5 = 0.3 \text{ V.} = 0.14 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.01\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

39.12. Cálculo de la Línea: Alum. Pasillo

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 12.32 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3
Longitud(m)	6	2.56	3.76
P.des.nu.(W)	6	36	36
P.inc.nu.(W)	0	0	0

- Potencia a instalar: 78 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $78 \times 1.8 = 140.4$ W.

$$I = 140.4 / 220 \times 1 = 0.64 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.07

$e(\text{parcial})=2 \times 10.1 \times 140.4 / 51.5 \times 220 \times 1.5 = 0.17 \text{ V.} = 0.08 \%$

$e(\text{total})=0.95\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

40. Cálculo de la Línea: Lab. y Oficina

- Tensión de servicio: 380 V.

- Canalización: B-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 0.7 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 16605 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$1300 \times 1.25 + 12291.2 = 13916.2 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.8)}$$

$$I = 13916.2 / 1,732 \times 380 \times 0.8 = 26.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3x25/16+TTx16mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 50mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.53

$e(\text{parcial})=0.7 \times 13916.2 / 50.86 \times 380 \times 25 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=0.88\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

41. Subcuadro: Lab. y oficina

41.1. Demanda de potencias

A continuación vamos a exponer y detallar la demanda de potencias de fuerza motriz y de alumbrado.

Alum. Oficina	150 W
Enchufes Oficina	750 W
Aire Oficina	1300 W

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Calentador	11000 W
Aire Laboratorio	1300 W
Alum. Lab.	330 W
Enchufes Lab.	1025 W
Enchufes Oficina	750 W
TOTAL....	16605 W

41.2. Cálculo de la Línea: Alum. Oficina

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10.07 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5
Longitud(m)	2.77	1.57	2.1	1.53	2.1
P.des.nu.(W)	6	36	36	36	36
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 150 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $150 \times 1.8 = 270 \text{ W}$.

$$I = 270 / 220 \times 1 = 1.23 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 13.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.25

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 7.03 \times 270 / 51.47 \times 220 \times 1.5 = 0.22 \text{ V.} = 0.1 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.98\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

41.3. Cálculo de la Línea: Enchufes Oficina

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15.28 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: 750 W.

$$I = 750 / 220 \times 0.8 = 4.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 18.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.59

$e(\text{parcial})=2 \times 15.28 \times 750 / 51.22 \times 220 \times 2.5 = 0.81 \text{ V.} = 0.37 \%$

$e(\text{total})=1.25\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

41.4. Cálculo de la Línea: Agrupación 1

- Tensión de servicio: 380 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 13600 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$1300 \times 1.25 + 12300 = 13925 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 13925 / (1.732 \times 380 \times 0.8) = 26.45 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x6mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.19

$e(\text{parcial})=0.3 \times 13925 / 48.65 \times 380 \times 6 = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=0.89\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

41.4.1. Cálculo de la Línea: Aire Oficina

- Tensión de servicio: 220 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 1300 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$1300 \times 1.25 = 1625 \text{ W.}$

$I = 1625 / (220 \times 0.8 \times 1) = 9.23 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Temperatura cable (°C): 47.47

$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 1625 / 50.15 \times 220 \times 2.5 \times 1 = 0.59 \text{ V.} = 0.27 \%$

$e(\text{total})=1.16\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

41.4.2. Cálculo de la Línea: Calentador

- Tensión de servicio: 380 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 11.85 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 11000 W.

- Potencia de cálculo: 11000 W.

$I=11000/1,732 \times 380 \times 0.8=20.89 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 25mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.55

$e(\text{parcial})=11.85 \times 11000 / 48.93 \times 380 \times 6 = 1.17 \text{ V.} = 0.31 \%$

$e(\text{total})=1.2\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

41.4.3. Cálculo de la Línea: Aire Laboratorio

- Tensión de servicio: 220 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 1300 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$1300 \times 1.25 = 1625 \text{ W.}$

$I=1625/220 \times 0.8 \times 1 = 9.23 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.47

$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 1625 / 50.15 \times 220 \times 2.5 \times 1 = 0.59 \text{ V.} = 0.27 \%$

$e(\text{total})=1.16\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

41.5. Cálculo de la Línea: Alum. Lab.

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 17.07 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Datos por tramo

Tramo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud(m)	3.26	1.05	1.65	1.65	1.43	1.65	1.65	1.43	1.65	
1.65										
P.des.nu.(W)	6	36	36	36	36	36	36	36	36	36
P.inc.nu.(W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- Potencia a instalar: 330 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
330x1.8=594 W.

$$I=594/220 \times 1=2.7 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 16mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.2

$$e(\text{parcial})=2 \times 10.55 \times 594 / 51.29 \times 220 \times 1.5 = 0.74 \text{ V.} = 0.34 \%$$

$$e(\text{total})=1.22\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

41.6. Cálculo de la Línea: Enchufes Lab.

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 19.25 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1025 W.
- Potencia de cálculo: 1025 W.

$$I=1025/220 \times 0.8=5.82 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.97

$$e(\text{parcial})=2 \times 19.25 \times 1025 / 50.97 \times 220 \times 2.5 = 1.41 \text{ V.} = 0.64 \%$$

$$e(\text{total})=1.52\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

41.7. Cálculo de la Línea: Enchufes Oficina

- Tensión de servicio: 220 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15.28 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: 750 W.

$$I=750/220 \times 0.8=4.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Aislamiento, Nivel Aislamiento: PVC, 450/750 V

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

D. tubo: 20mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.59

$$e(\text{parcial})=2 \times 15.28 \times 750 / 51.22 \times 220 \times 2.5=0.81 \text{ V.}=0.37 \%$$

$$e(\text{total})=1.25\% \text{ ADMIS (5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:
I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

42. Resumen cálculos

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

42.1. Cuadro General de Mando y Protección 1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
ACOMETIDA	522523.59	145.92	4(3x240/120)Al	992.39	1376	1.84	1.84
LÍNEA GENERAL ALIMENT.	382266.5	0.5	4(4x240+TTx120)Cu	726.01	1820	0	0
DERIVACION IND.	522523.59	0.5	4(4x240+TTx120)Cu	992.39	1820	0	0.01
Pre-tratamiento	426347.19	2	15(3x50/25+TTx25)Cu	809.73	1545	0.02	0.02
Alumbrado nave	20214	1	4x10+TTx10Cu	38.39	40	0.03	0.04
Bombeo y Biofiltro	30511.28	99.15	3x50/25+TTx25Cu	57.95	103	0.66	0.67
Nave Bombeo	27311.28	0.5	3x50/25+TTx25Cu	51.87	66.95	0	0.67
Biofiltro	3200	0.5	3x35/16+TTx16Cu	6.08	55.9	0	0.67

42.1.1. Subcuadro Pre-tratamiento

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
Agrupación 1	290100	0.3	3(4x240)Cu	550.97	1050	0	0.02
Alim. Trituradora	6250	15.71	4x10+TTx10Cu	11.87	18	0.14	0.16

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Trituradora	275000	12.2	12(3x50/25+TTx25)Cu	522.29	556.2	0.08	0.11
Trommel 90 mm	12000	16.45	3x25/16+TTx16Cu	22.79	31.5	0.11	0.14
Agrupación 2	10000	0.3	4x10Cu	18.99	50	0	0.03
Ferricos	6500	30.64	4x10+TTx10Cu	12.35	18	0.27	0.29
Alm. recirculado	4000	41.9	4x10+TTx10Cu	7.6	18	0.23	0.25
Agrupación 3	163000	0.3	2(4x150)Cu	309.58	520	0	0.02
Mezcladora	57750	33.9	3(3x35/16+TTx16)Cu	109.68	116.1	0.28	0.3
Alm. estructurante	4625	48.41	4x10+TTx10Cu	8.78	18	0.31	0.33
Embaladora	112500	38.07	6(3x50/25+TTx25)Cu	213.66	247.2	0.21	0.23
Agrupación Em. 1	108	16.45	2x6+TTx6Cu	0.61	12.8	0.02	0.05
Agrupación Em. 2	43.2	32	2x1.5+TTx1.5Cu	0.25	13.5	0.07	0.12
Emergencia	21.6	6.47	2x1.5+TTx1.5Cu	0.1	13.5	0.01	0.13
Emergencia 1	21.6	6.47	2x1.5+TTx1.5Cu	0.1	13.5	0.01	0.13
Agrupación Em. 3	64.8	2.9	2x1.5+TTx1.5Cu	0.37	13.5	0.01	0.06
Emergencia	43.2	20.93	2x1.5+TTx1.5Cu	0.2	13.5	0.02	0.08
Emergencia	21.6	13.63	2x1.5+TTx1.5Cu	0.1	13.5	0.01	0.07
Agrupación 4	29775	0.3	4x50Cu	56.55	125	0	0.02
Puertas Sud	2625	68.58	2x6+TTx6Cu	14.91	17.6	1.84	1.86
Enchufes	10400	46.91	2x50+TTx25Cu	59.09	63.6	0.26	0.29
Ventiladores Nave	16875	26.72	3x35/16+TTx16Cu	32.05	44	0.14	0.17

42.1.2. Subcuadro Alumbrado nave

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
Línea 1	2880	61.89	2x10+TTx10Cu	13.09	17.6	1.15	1.19
Línea 2	2880	69.36	2x10+TTx10Cu	13.09	17.6	1.33	1.37
Línea 3	2880	76.83	2x10+TTx10Cu	13.09	17.6	1.52	1.55
Línea 4	2880	84.3	2x10+TTx10Cu	13.09	17.6	1.7	1.74
Línea 5	2880	91.77	2x10+TTx10Cu	13.09	17.6	1.88	1.92
Línea 6	2880	99.24	2x10+TTx10Cu	13.09	17.6	2.07	2.1
Línea 7	2880	106.71	2x10+TTx10Cu	13.09	17.6	2.25	2.29
Emergencia	54	52.25	2x6+TTx6Cu	0.25	12.8	0.02	0.06

42.1.3. Subcuadro Nave Bombeo

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
Agrupación 1	30990	0.3	4x16Cu	58.86	66	0.01	0.68
Bombeo	19395	6.91	4x10+TTx10Cu	36.84	40	0.19	0.87
Lavador	13750	11.53	4x6+TTx6Cu	26.11	30	0.38	1.06
Enchufes	1000	14.7	2x2.5+TTx2.5Cu	5.68	18.5	0.48	1.15
Luces	1440	16.16	2x1.5+TTx1.5Cu	6.55	13.5	0.99	1.66
Agrupación Em. 1	21.6	0.3	2x1.5+TTx1.5Cu	0.12	18	0	0.67
Emergencia	10.8	6.91	2x1.5+TTx1.5Cu	0.05	13.5	0	0.67
Emergencia	10.8	6.97	2x1.5+TTx1.5Cu	0.05	13.5	0	0.67

42.1.4. Subcuadro Biofiltro

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
Consumo biofitro	4000	41.17	2x6+TTx6Cu	22.73	32	1.68	2.34

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

42.2. Cuadro General de Mando y Protección 2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
ACOMETIDA	632380.94	145.92	5(3x240/120)Al	1201.04	1720	1.77	1.77
LINEA GENERAL ALIMENT.	445441.66	0.5	5(4x240+TTx120)Cu	846	2275	0	0
DERIVACION IND.	632380.94	0.5	5(4x240+TTx120)Cu	1201.04	2275	0	0.01
Post-tratamiento	94089.92	22.48	2(3x50/25+TTx25)Cu	178.7	206	0.31	0.31
Desc. y Mecánica	239027.41	103.28	21(3x50/25+TTx25)Cu	453.97	865.2	0.22	0.22
Descomposición	226429.61	0.5	12(3x50/25+TTx25)Cu	430.04	1236	0	0.23
Nave Mecánica	17636.92	0.5	3(3x50/25+TTx25)Cu	33.5	309	0	0.22
Alumbrado ext. 1	8928	19.71	4x6+TTx6Cu	16.96	56	0.38	0.38
Lim., Alum. y Básca	17622.72	66.74	3x35/16+TTx16Cu	33.47	150	0.36	0.37
Nave Limpieza	10434.56	0.5	3x35/16+TTx16Cu	19.82	86	0	0.37
Alumbrado ext. 2	6624	0.5	3x35/16+TTx16Cu	12.58	86	0	0.37
Casita Báscula	564.16	0.5	3x35/16+TTx16Cu	1.07	86	0	0.37
Edificio Servicios	18795.32	135.47	3x35/16+TTx16Cu	35.7	150	0.87	0.87
Servicios	5204.12	0.7	3x25/16+TTx16Cu	9.88	77	0	0.88
Lab. y Oficina	13916.2	0.7	3x25/16+TTx16Cu	26.43	77	0.01	0.88

42.2.1. Subcuadro Post-tratamiento

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
	53600	0.3	4x70Cu	101.8	160	0	0.32
Alim. Trommel 10mm	4500	20.2	4x10+TTx10Cu	8.55	18	0.12	0.44
Trommel 10 mm	12000	8.5	3x25/16+TTx16Cu	22.79	31.5	0.06	0.38
Mesa Densimétrica	40000	19.7	2(3x35/16+TTx16)Cu	75.97	77.4	0.17	0.48
	56472	0.3	4x50Cu	107.25	125	0	0.32
Sep. Neumático	27097	19.09	2(3x25/16+TTx16)Cu	51.46	63	0.15	0.47
Bandas MD	7500	29.39	4x10+TTx10Cu	14.24	18	0.24	0.56
Criba Vibrante	27500	24.01	2(3x25/16+TTx16)Cu	52.23	63	0.19	0.51
	140.4	0.3	2x4+TTx4Cu	0.8	10.8	0	0.31
Emergencia	86.4	84.1	2x1.5+TTx1.5Cu	0.39	13.5	0.21	0.52
	43.2	21.02	2x1.5+TTx1.5Cu	0.25	13.5	0.05	0.36
Emergencia	21.6	6.45	2x1.5+TTx1.5Cu	0.1	13.5	0	0.37
Emergencia	21.6	8.96	2x1.5+TTx1.5Cu	0.1	13.5	0.01	0.37
Emergencia	10.8	8.54	2x1.5+TTx1.5Cu	0.05	13.5	0	0.32
	11025	0.3	4x70Cu	20.94	160	0	0.31
Puertas Norte	1625	54.87	2x10+TTx10Cu	9.23	19.8	0.53	0.85
Enchufes	9400	53.52	2x70+TTx35Cu	53.41	67.05	0.56	0.88

42.2.2. Subcuadro Descomposición

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
	439458	0.3	3(4x185)Cu	834.63	891	0	0.23
Puertas	2300	65.93	2x4+TTx4Cu	13.07	24	1.9	2.13
Ventiladores Nave	16875	44.52	4x10+TTx10Cu	32.05	40	0.81	1.04
Vent. túneles	422250	140.59	8(3x50/25+TTx25)Cu	801.95	824	1.4	1.63
Sondas Descomp.	2000	62.8	2x4+TTx4Cu	11.36	24	2.58	2.81
Enchufes	2000	1	2x2.5+TTx2.5Cu	11.36	18.5	0.05	0.28
Emergencia	32.4	19.55	2x1.5+TTx1.5Cu	0.15	13.5	0.02	0.25
Emergencia	118.8	59.16	2x1.5+TTx1.5Cu	0.54	13.5	0.23	0.45

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

42.2.3. Subcuadro Nave Mecánica

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
Enchufes	18800	37.54	2x50+TTx25Cu	106.82	117	0.82	1.04
Enchufes	2000	22.13	2x2.5+TTx2.5Cu	11.36	18.5	1.46	1.69
Línea 1	2160	33.23	2x2.5+TTx2.5Cu	9.82	18.5	1.94	2.16
Línea 2	2160	26.23	2x1.5+TTx1.5Cu	9.82	13.5	2.46	2.68
	75.6	0.3	2x1.5+TTx1.5Cu	0.43	13.5	0	0.23
Emergencia	43.2	29.92	2x1.5+TTx1.5Cu	0.2	13.5	0.04	0.27
Emergencia	32.4	31.34	2x1.5+TTx1.5Cu	0.15	13.5	0.03	0.26

42.2.4. Subcuadro Alumbrado ext. 1

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
Nave Norte	2880	133.54	4x1.5+TTx1.5Cu	4.38	13	1.84	2.23
Nave Sur	2520	155.52	4x1.5+TTx1.5Cu	3.83	13	1.73	2.12
Nor-este	1800	171.05	4x6+TTx6Cu	2.73	56	0.51	0.89
Norte	2160	196.6	4x6+TTx6Cu	3.28	56	0.72	1.1
Nor-oeste	1440	201.97	4x6+TTx6Cu	2.19	56	0.53	0.92
Sur-este	360	120.75	4x6+TTx6Cu	0.55	56	0.09	0.48

42.2.5. Subcuadro Nave Limpieza

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
Línea 1	2160	29.76	2x2.5+TTx2.5Cu	9.82	18.5	1.63	2
Línea 2	1440	15.7	2x1.5+TTx1.5Cu	6.55	13.5	0.89	1.26
Emergencia	43.2	42.3	2x1.5+TTx1.5Cu	0.2	13.5	0.06	0.43
Enchufes	9400	51.66	2x25+TTx16Cu	53.41	77	1.59	1.96

42.2.6. Subcuadro Alumbrado ext. 2

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
	1440	17.55	4x6+TTx6Cu	2.73	66	0.05	0.42
Nave Limpieza 1	720	27.34	4x1.5+TTx1.5Cu	1.09	16	0.13	0.56
Nave Limpieza 1	720	22.15	4x1.5+TTx1.5Cu	1.09	16	0.1	0.53
	2160	33.38	4x6+TTx6Cu	4.1	56	0.15	0.52
Edificio Servicios	2160	55.31	4x1.5+TTx1.5Cu	3.28	13	0.58	1.11
Parquin	2160	89.49	4x6+TTx6Cu	3.28	56	0.29	0.66
Entrada	2160	79.88	4x6+TTx6Cu	3.28	56	0.25	0.63
Casita Bombeo	360	8.13	4x6+TTx6Cu	0.55	56	0.01	0.38

42.2.7. Subcuadro Casita Báscula

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
Alum. y Emergencia	205.2	9.83	2x1.5+TTx1.5Cu	0.93	13.5	0.08	0.45

ANEJO 26: CÁLCULOS ELÉCTRICOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Enchufes	500	5.73	2x2.5+TTx2.5Cu	2.84	18.5	0.09	0.46
----------	-----	------	----------------	------	------	------	------

42.2.8. Subcuadro Servicios

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
Alum. Cocina	205.2	8.74	2x1.5+TTx1.5Cu	0.93	13.5	0.07	0.94
Enchufes Cocina	1500	21.5	2x2.5+TTx2.5Cu	8.52	18.5	1.06	1.93
Aire Comedor	2875	5	2x4+TTx4Cu	16.34	24	0.3	1.18
Alum. Vest. H.	234	16.9	2x1.5+TTx1.5Cu	1.33	13.5	0.21	1.09
Alum. Vest. H. 1	93.6	6.17	2x1.5+TTx1.5Cu	0.43	13.5	0.02	1.11
Alum. Vest. H. 2	140.4	9.49	2x1.5+TTx1.5Cu	0.64	13.5	0.04	1.12
E. Vest. H-Pasillo	450	19.85	2x2.5+TTx2.5Cu	2.56	18.5	0.29	1.16
Alum. Vest. M.	198	24.05	2x1.5+TTx1.5Cu	0.9	13.5	0.21	1.08
E. Vest. M. y WC	550	33.25	2x2.5+TTx2.5Cu	3.12	18.5	0.59	1.46
Alum. WC	208.8	16.6	2x1.5+TTx1.5Cu	0.95	13.5	0.14	1.01
Alum. Pasillo	140.4	12.32	2x1.5+TTx1.5Cu	0.64	13.5	0.08	0.95

42.2.9. Subcuadro Lab. y Oficina

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)
Alum. Oficina	270	10.07	2x1.5+TTx1.5Cu	1.23	13.5	0.1	0.98
Enchufes Oficina	750	15.28	2x2.5+TTx2.5Cu	4.26	18.5	0.37	1.25
	13925	0.3	4x6Cu	26.45	36	0.01	0.89
Aire Oficina	1625	5	2x2.5+TTx2.5Cu	9.23	18.5	0.27	1.16
Calentador	11000	11.85	4x6+TTx6Cu	20.89	30	0.31	1.2
Aire Laboratorio	1625	5	2x2.5+TTx2.5Cu	9.23	18.5	0.27	1.16
Alum. Lab.	594	17.07	2x1.5+TTx1.5Cu	2.7	13.5	0.34	1.22
Enchufes Lab.	1025	19.25	2x2.5+TTx2.5Cu	5.82	18.5	0.64	1.52
Enchufes Oficina	750	15.28	2x2.5+TTx2.5Cu	4.26	18.5	0.37	1.25

43. Calculo de la puesta a tierra CGP1

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm ² 30 m.
de Acero recubierto Cu	14 mm 3 picas de 2m.

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 14.29 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente según la Norma NCh Elec. 4/2003 y en la Norma o Standard IEEE-80 2000 para que esta instalación no presente riesgos para las personas

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

44. Calculo de la puesta a tierra CGP2

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm ² 30 m.
de Acero recubierto Cu	14 mm 3 picas de 2m.

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 14.29 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente según la Norma NCh Elec. 4/2003 y en la Norma o Standard IEEE-80 2000 para que esta instalación no presente riesgos para las personas

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

Índice

1. Objetivo	1
2. Normativa	1
2.1. Aire	1
2.2. Agua.....	1
2.3. Suelo y Aspectos territoriales	2
2.4. Fauna	2
2.5. Patrimonio Arqueológico y Cultural	2
2.6. Ruido.....	2
2.7. Residuos.....	2
2.8. Condiciones de trabajo.....	3
2.9. Transporte.....	3
3. Medidas correctoras	3
3.1. Fase de planificación	3
3.2. Fase de construcción	4
3.2.1. Protección del medio físico	4
3.2.2. Protección del medio biótico	6
3.2.3. Medio Socioeconómico y Cultural.....	7
3.2.4. Medio Construido	8
3.3. Fase de explotación	9
3.3.1. Protección del medio físico	9
3.3.2. Medio Socioeconómico y Cultural.....	10

1. Objetivo

El presente anejo incluye las medidas preventivas y correctoras que se aplicaran en la construcción de la planta de compostaje. La mayoría de estas medidas son aplicables a cualquier proyecto que contenga este tipo de plantas y son las que se definen como medidas correctoras genéricas.

Por otro lado, se definen también un seguido de medidas específicas de nuestro proyecto de planta de compostaje, se trata de medidas definidas en función del emplazamiento y de los valores concretos de la zona que acoge el proyecto.

2. Normativa

La normativa aplicable para cada uno de los componentes o factores ambientales es la siguiente:

2.1. Aire

- Norma: DS N° 58 de 2003. Reformula y actualiza Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana (PPDA). Fecha de Publicación: 29 de enero del 2004
- Norma: Resolución N° 1215, Normas Sanitarias Mínimas Destinadas a Prevenir y Controlar la Contaminación Atmosférica. Fecha de publicación: 22 de junio 1978 (sin publicación en Diario Oficial)
- Norma: DS N° 144, Normas para Evitar Emanaciones o Contaminación de Cualquier Naturaleza. Fecha de publicación: 2 de mayo de 1961
- Norma: DS N° 75 .Establece Condiciones para el Transporte de Carga. Fecha de publicación: 7 de julio de 1987
- Norma: DS N° 59 de 1998 y modificaciones posteriores. Fecha de publicación. 25 de mayo de 1998
- Norma: DS N° 458, que contiene la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Fecha de Publicación: 2001
- Norma: D.S. N° 47/92 Ordenanza General de la Ley de Urbanismo y Construcciones. Fecha de publicación. 16 abril de 1972
- Norma: D.S. N° 146 de 1997. Fecha de publicación: 17 de abril de 1998

2.2. Agua

- DFL 1.122, Código de Aguas. Fecha de Publicación: 29 de octubre de 1981
- Norma: Norma Chilena NCH 409-01 Of.05, Declarada Norma Chilena Oficial de la república por Decreto N° 446 del 16 de junio de 2006. Fecha de publicación: 27 de junio de 2006.
- Norma: D.S. 609/98 y D.S. 3.592/2000. Establece Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado. Fecha de Publicación: 20 de Julio de 1998 y 26 de Septiembre de 2000

ANEJO 27: MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Norma: D.S. N° 90, Establece Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Fecha de Publicación: 7 de marzo de 2001
- Norma: DFL 382, Ley General de Servicios Sanitarios y las modificaciones introducidas por la Ley 18.885, Ley N° 19.549, Ley 19.293, Ley 18.902, Ley N° 19.046, Ley N° 19.290 y Ley N° 18.986. Fecha de Publicación: 21 de junio de 1989
- Norma: Norma Chilena NCH 409-01 Of.05, Declarada Norma Chilena Oficial de la república por Decreto N° 446 del 16 de junio de 2006. Fecha de Publicación 27 de junio de 2006.

2.3. Suelo y Aspectos territoriales

- Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) y sus modificaciones. Fecha de Publicación: 6 de octubre de 1994
- Norma: Ord. N° 6014, Características finales de lodos para ser tratados como residuos sólidos. Fecha de Publicación: 23 de julio de 1993
- Norma: Resolución 5081: Establece Sistema de Declaración y Seguimiento de Desechos Sólidos Industriales. Fecha de Publicación. 18 de Marzo de 1993

2.4. Fauna

- Ley N° 19.473 sobre caza. Fecha de Publicación: 27 de septiembre de 1996

2.5. Patrimonio Arqueológico y Cultural

- Norma: Ley N° 17.288 sobre Monumentos Nacionales. Fecha de publicación: 4 de febrero de 1970
- Norma: DS. N° 484, Reglamento de la Ley de Monumentos Nacionales. Fecha de publicación 2 de abril de 1991

2.6. Ruido

- Norma: D.S. N° 146/97 sobre Contaminación acústica generada por la emisión de ruido de fuentes fijas (industrias, talleres, faenas constructivas, discotecas, etc.). Fecha de Publicación: 17 de abril de 1998

2.7. Residuos

- Norma: Decreto Ley N° 3.557 de 1980. Establece disposiciones sobre protección agrícola. Fecha de publicación: 9 de febrero de 1981
- Resolución 5.081. Establece el Sistema de Declaración y Seguimiento de Desechos Sólidos Industriales Fecha de Publicación 1993
- Norma: D.F.L. N° 725 de 1967, Código Sanitario. Fecha de Publicación: 31 de enero de 1968
- Norma: D.S N° 148 Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos. Fecha de publicación 12 de junio 2003

- Norma: NCh 2880. Of2004: "Compost - Clasificación y requisitos". Fecha de publicación 22 de febrero 2005

2.8. Condiciones de trabajo

- Norma: DS N° 594 de 1999 y modificaciones posteriores. Fecha de publicación: 29 de noviembre de 2000
- Norma: DS N° 90. Aprueba Reglamento de Seguridad para el almacenamiento, refinación, transporte y expendio al público de combustibles líquidos derivados del petróleo. Fecha de publicación 1996
- Norma: DS N° 379 de 1985. Reglamento Sobre Requisitos Mínimos de Seguridad para el Almacenamiento y Manipulación de Combustibles Líquidos Derivados del Petróleo, Destinados a Consumos Propios. Fecha de Publicación: 1° de Marzo de 1986

2.9. Transporte

- Norma: Resolución N° 1, "Establece dimensiones Máximas a Vehículos que Indica". Fecha de Publicación 21 enero 1995
- Norma: DFL N° 850 Ley orgánica del MOP. Fecha de Publicación: 1998
- Norma: D.S. N° 158 "Fija el Peso Máximo de los Vehículos que pueden Circular por Caminos Públicos". Fecha de Publicación 07 de Julio 1980

3. Medidas correctoras

Las medidas correctoras, se organizan en tres fases:

- Fase de planificación
- Fase de construcción
- Fase de explotación

3.1. Fase de planificación

La fase de planificación es de vital importancia ya que debe evitar los impactos más importantes que puede comportar la planta de compostaje. De este modo el proyecto contempla la disposición definitiva de la planta de manera que el conjunto de los impactos sea el más asumible para el entorno que lo acoge.

Así pues en fase de proyecto, se diseñará la planta con los siguientes criterios:

- Se ha priorizado el confinamiento mediante el cerramiento y la aspiración de gases, de las etapas de pre-tratamiento (genera el 9,0% de los malos olores), descomposición (genera el 46,7%) y post-tratamiento (4,2%). Esto se ha hecho con el fin de reducir la contaminación olfativa.

- Estos gases se trataran mediante un biofiltro. En el caso de los gases provenientes de los túneles de descomposición serán prelavados mediante un lavador de gases, ya que contienen una alta carga de material en suspensión.
- Además se contempla el hecho de que, una vez la planta este en funcionamiento, si se detecta una contaminación olfativa demasiada elevada, se pueda proceder al confinamiento de forma relativamente sencilla de otras fases del proceso. Estas medidas son tapar mediante lona geo-textil el compost ya maduro durante la etapa de maduración (7,6%) y/o confinar el depósitos de lixiviados (4,1%).
- Toda la maquinaria, exceptuando los camiones de transporte de residuos y las palas mecánicas, se hallará dentro de naves, evitando así la emisión excesiva de ruido.
- Se prevé hacer una plantación arbolada y arbustiva a lo largo del perímetro de la planta, con el fin de mitigar los posibles impactos visuales y sonoros. Las especies vegetales seleccionadas serán endémicas de la zona.

3.2. Fase de construcción

A continuación se exponen las medidas de mitigación que se aplicaran en fase de construcción de la planta, que en general son todas las buenas prácticas que han de ser utilizadas en cualquier obra civil en un entorno natural o de tipo rural.

3.2.1. Protección del medio físico

Edafología

Los impactos mitigables producto de las actividades del proyecto son: pérdida de suelo, compactación de suelo y potencial contaminación del suelo. Para éstos se definen las siguientes medidas.

- Reposición de capa vegetal: Anterior a la construcción del proyecto se deberá retirar la capa orgánica vegetal de las zonas de faenas de forma de no alterarla. Esta capa será deposita en un sector autorizado durante toda la etapa que duren las obras de construcción. Una vez finalizadas las obras se procederá a reponer el suelo y la capa vegetal.
- Franja arborizada perimetral: Se construirá una franja arborizada en el terreno donde se emplazará la Planta de Compostaje. Esta medida se realizará al final de la fase de construcción. Esto generará condiciones adecuadas para la recolonización de especies vegetales y vida silvestre en general.
- Protección del suelo: El suelo de las zonas donde habrá mantención o almacenamiento de líquidos (combustibles, aceites, etc.), será protegido con algún impermeabilizante de forma que no se contamine el suelo, impidiendo la infiltración de combustible, aceites y lubricantes.

Calidad del Aire

ANEJO 27: MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Las actividades del proyecto que generan impacto sobre la calidad de aire por la emisión de material particulado y gases, en la fase de construcción corresponden principalmente a las relacionadas con el movimiento de tierra, la circulación de camiones y maquinaria pesada.

Las medidas que permiten mitigar este impacto se han definido siguiendo un criterio que apunta a reducir el impacto a través de la reducción de las emisiones, en lo posible a través de la incorporación de tecnología o de medidas sencillas, de fácil aplicación y control.

- Instalación de malla tipo Raschel en frentes de trabajo: Para reducir el efecto del viento sobre los acopios de material, se instalarán mallas de protección en la sección del perímetro a barlovento de las áreas de acopio de materiales finos que pudieran emitir polvo. Las mallas se instalarán aproximadamente a 2 o 3 metros de los sitios de acopio, de modo de permitir un adecuado manejo de los materiales almacenados en el sitio. La altura de la malla deberá sobrepasar la altura del acopio.
- Cubierta tolva de camiones: El transporte de materiales por caminos públicos en camiones se hará utilizando lonas impermeables al polvo que eviten desprendimientos de material o levantamiento de polvo en suspensión, que pueda afectar a la población.
- Mantenimiento periódico de la maquinaria: Para efectos de minimizar las emisiones de gases atmosféricos se utilizará maquinaria y vehículos con revisión técnica al día. Adicionalmente, al inicio de las obras se dispondrá de un Programa de Mantenimiento de maquinaria y vehículos. Los residuos, producto de estas mantenciones, deberán ser envasados en recipientes adecuados a las características propias de cada tipo de sustancia y deberán ser dispuestos según lo señale la normativa vigente.
- Restricción velocidad de circulación: La restricción de velocidad de circulación será de 30 Km/h en el sector de faenas. Previo al inicio de la construcción se realizará charla de inducción a los trabajadores donde se incluirá la importancia del cumplimiento de esta medida.
- Humectación de superficies: La humectación de superficies se refiere al humedecimiento de las vías de circulación, los sectores de faenas y de movimiento y acopio de materiales.
- Prohibición de quemas: Se capacitará a los trabajadores respecto a esta medida, indicando las acciones que deberán tener en consideración los trabajadores.
- Disposición y manejo de basuras: Las basuras generadas por el proyecto serán manejadas al interior de las faenas mediante la instalación de contenedores con tapa, para periódicamente disponerlos en lugares autorizados por la Seremi de Salud de la R.M.
- Uso de baños químicos: En los frentes de trabajo, se dispondrá de baños químicos para el personal, de acuerdo a lo establecido en el DS N° 594 del Ministerio de Salud (MINSAL), Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo.

Ruido

Se cumplirá con la norma de ruido en las fases de construcción y operación del proyecto. No obstante, en forma preventiva se contemplan medidas complementarias para la construcción, de acuerdo a la siguiente tabla:

- Ubicación de equipos en sectores alejados de potenciales afectados: Se ubicará el equipamiento ruidoso de tipo estático, como grupo electrógeno, u otros, en los sectores más alejados de los potenciales afectados. El factor más importante en la sensación de ruido de un cierto receptor, será la ubicación del sitio de la faena. Mientras más cerca estén las faenas de los receptores más exigentes serán las restricciones a las emisiones de ruido.
- Se minimizarán los incrementos con respecto al ruido ambiental preexistente: La experiencia en quejas sobre ruido originado por una nueva actividad indica que, en general, éstas aumentan en la medida que aumenta la diferencia entre el nuevo ruido y el ruido de fondo existente. Por lo que va a ser más notado y resistido en áreas menos ruidosas. Sin embargo, la relación entre la respuesta de la comunidad y las diferencias de nivel de ruido pueden ser diferentes. Por ejemplo, una mayor diferencia de nivel puede ser tolerada cuando es sabido que las operaciones son de corta duración.
- Control de Actitud de operadores en sitios de faenas: Se mantendrá controlada la actitud de los operadores en el sitio de faena. Se debe considerar que es un hecho demostrado que la actitud de la gente hacia el ruido puede ser influenciada por su actitud hacia la fuente de ruido misma. Por lo tanto el ruido de un sitio de faenas va a ser mejor aceptado por los residentes si ellos consideran que los operadores están haciendo todo lo posible para evitar ruidos innecesarios.

3.2.2. Protección del medio biótico

Flora y Vegetación Terrestre

El principal efecto adverso generado en la fase de construcción del proyecto corresponde a la pérdida de vegetación, principalmente asociada a la fase de construcción del proyecto. Esto implicará un despeje de la vegetación producto de la construcción y en menor medida por la implementación de vías de acceso, instalación de faenas. A continuación se presentan las medidas de mitigación para la fase de construcción del proyecto:

- Instalación de faenas y caminos de acceso en zonas libres de vegetación nativa: Las faenas y caminos de acceso, como actividades de nivelación, instalación de patios, estacionamientos u otras acciones que involucren acondicionar terrenos deberán ser realizadas en sectores libres de vegetación nativa. Esta medida es particularmente aplicable en los sectores del Área de Influencia Indirecta, donde se constató presencia de especies nativas.
- Capacitación a trabajadores: Se realizarán charlas de inducción al inicio de las actividades a los trabajadores y operadores relacionados con el proyecto. Los temas que se abordarán serán los siguientes:

- Medidas de mitigación de impactos relacionados con el recurso flora y vegetación.
- Prohibición de realizar todo tipo de quemas.
- Se prohibirá a los trabajadores fumar en lugares donde exista vegetación (tanto herbácea como arbustiva) para minimizar riesgos de incendios. Para ello sólo se permitirá fumar en sectores despejados de vegetación. Tanto las áreas con prohibición de fumar como aquellas habilitadas para ello serán indicadas durante la fase de construcción del proyecto mediante señalética.
- Se prohibirá la caza y captura de la fauna silvestre, dando énfasis a las especies con problemas de conservación y endémicas.
- Restricción de velocidad de circulación de vehículos al interior de las faenas.
- Manejo de residuos peligrosos como aceites y lubricantes producto de la mantención de maquinaria y vehículos.
- Actitud de operadores de equipos para minimizar ruidos.
- Medidas de seguridad personal.

Fauna Terrestre

El impacto potencial adverso generado en la fase de construcción del proyecto se refiere a la disminución del hábitat, y es calificado como negativo menor, debido a que se espera el retorno de la fauna terrestre una vez concluidas las obras.

A continuación se presentan las medidas de mitigación para la fase de construcción proyecto:

- Instalación de faenas y caminos de acceso en zonas libres de vegetación nativa: Las faenas y caminos de acceso a las obras se deberán establecer en zonas libres de vegetación nativa. De esta forma, las obras que impliquen pérdida de vegetación se concentrarán en ciertos sectores evitando una pérdida innecesaria de hábitat.
- Capacitación a trabajadores: Esta medida persigue los mismos objetivos establecidos en la descripción de la capacitación de trabajadores para mitigar los efectos en flora y vegetación nativa. Al igual que para aquel componente, la capacitación en relación a la fauna se realizará para todas las áreas que intervendría el proyecto.

3.2.3. Medio Socioeconómico y Cultural

Paisaje y Estética

Los impactos identificados sobre este factor ambiental corresponden a la incorporación de obras, elementos y modificaciones significativas que alteran los valores estéticos y la modificación de patrones visuales. A continuación, se presenta la medida de mitigación para obras que son necesarios incorporar en la fase de construcción y operación del proyecto:

- Interacción de sector de oficinas con vegetación presente y ordenación de los espacios: Esta medida apunta a armonizar visualmente las instalaciones de faenas con el medio circundante en la fase de construcción y operación, evitando incorporar elementos visuales negativos en el paisaje e incorporar aspectos presentes como vegetación establecida de modo de que generen un aporte a la calidad visual de las

instalaciones temporales. De esta forma, en las faenas de construcción y operación se establecerá una ordenación de los espacios, incorporando elementos atractivos (ej. Mantener vegetación existente) y una ordenación del recinto (ej. estacionamientos) para evitar quiebres en el patrón visual.

- Franja arbórea: El proyecto contempla la presencia de una cortina arbórea establecida en el perímetro de la planta. Esto permitirá atenuar los campos visuales despejados hacia el sector de la planta.

Asentamientos Humanos

Las medidas propuestas para el factor asentamientos humanos, tienen por objeto el generar herramientas de control de los impactos estimados en el área de influencia del proyecto, de manera de poder evitar alteraciones significativas en las condiciones y modos de vida de las comunidades potencialmente afectadas.

Al respecto, se contempla un Plan Especial de Relaciones con la comunidad para la fase de construcción y una mesa de trabajo permanente con los vecinos del área de influencia directa de la Planta de Compostaje para la fase de operación del proyecto.

- Plan especial de relaciones con la comunidad: El Plan Especial de Relación con la Comunidad tiene el propósito de informar a la población, susceptible de ser impactada por la construcción del proyecto, sobre todos los aspectos relevantes desde el punto de vista del habitante de la zona. Esto significa, dar a conocer los objetivos del proyecto y sus impactos ambientales positivos y negativos asociados, tanto en faenas constructivas como a la operación y mantenimiento posterior.

Arqueología y Patrimonio Cultural

Las medidas de seguimiento que se establecen para la mitigación del impacto denominado pérdida de los recursos arqueológicos son las siguientes:

- Medidas en caso de hallazgos: Dado que el terreno donde se construirá la Planta tiene un alto grado de intervención, el seguimiento ambiental contempla que en el caso de algún hallazgo se dará aviso al Consejo de Monumentos Nacionales y a la autoridad ambiental de tal manera de prevenir la destrucción accidental de recursos arqueológicos y coordinar la ejecución de los salvatajes necesarios si procede.

3.2.4. Medio Construido

Infraestructura

Los impactos sobre la infraestructura se generan principalmente debido al tránsito de camiones en las vías de circulación. Las medidas de mitigación propuestas se refieren a la revisión de las condiciones de operación de la Ruta G-262, carretera de acceso a la Planta de Compostaje.

- Garantía de accesos: Se mantendrán los accesos en todo momento, o bien se darán alternativas bien señalizadas.
- Restitución de los viales: Una vez finalizadas las obras, se repararan las vías públicas utilizadas de modo que puedan quedar en su estado de conservación original.
- Advertir adecuadamente mediante señalética: A los conductores que transitan por los accesos afectados por la obra, se les advertirá mediante la señalética adecuada, de la circulación de vehículos pesados.

3.3. Fase de explotación

Durante la fase de explotación, los efectos más importantes de la nueva infraestructura vendrán determinados por la presencia de nuevos elementos en el medio, que pueden afectar durante toda su vida útil los distintos factores del medio que los acoge.

3.3.1. Protección del medio físico

Edafología

- Plan de acción anti-derrames: En caso de presentarse una fuga, se llevará a cabo un procedimiento de confinación y absorción del líquido, de tal forma de evitar su expansión. A la vez se dispondrá el aislamiento temporal del sector afectado, se retirará la capa vegetal y los estratos del suelo que hayan sido contaminados se dispondrán en vertederos autorizados.

Calidad del aire

- Paneles de Olor: Medición de olores de forma sensorial. Se realizará en conjunto con un "Organismo Certificador", correspondiente a una institución ligada al mundo académico perteneciente al Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas, o algún otro organismo acreditado que esté capacitado para validar el monitoreo. El monitoreo se realizará en distintos puntos, la frecuencia de medición será mensual. La consolidación de la información y las conclusiones se obtienen después de un año de mediciones para abarcar todas las estaciones del año, logrando definir si una zona está impactada con olores proveniente de un foco emisor determinado.
- Puntos de emisión de polvo
 - o Viales
Serán pavimentados.
 - o Nave de recepción, pre-tratamiento, maduración y post-tratamiento.
Al ser una nave confinada con aspiración de aires no se prevé la emisión de polvo hacia el exterior. De todas formas, la maquinaria que emita dispondrá de sistemas de aspiración de este.

ANEJO 27: MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Zona de maduración
Se controlará, mediante la aspersión, que la humedad sea la adecuada para evitar la generación de polvo.
- Zona de almacenaje
El material se cubrirá con telas anti polvo y se rociarán mediante manguera cuando las condiciones sean extremas.
- Zona de almacenaje de Restos Vegetales
No se prevé la generación de polvo. Aún así, si se diera pos situaciones adversas se ruciaría mediante manguera.
- Perímetro
Al perímetro de la planta se instalará un malla tipo rachel para atrapar el polvo residual que se genere.

Ruido

- Plan de monitoreo de mediciones de nivel de ruido de acuerdo al procedimiento establecido por el D. S. N° 146/97 del MINSEGPRES, para verificar el cumplimiento de los límites máximos permitidos de nivel de presión sonora por parte del funcionamiento de las fuentes de ruido de la fase de operación del proyecto. Las mediciones deberán ser efectuadas exclusivamente en el sector de Planta. Si en las mediciones realizadas se detecta la superación de la norma, se deberán implementar de inmediato medidas adicionales de mitigación.

3.3.2. Medio Socioeconómico y Cultural

Paisaje y Estética

- Control de la restauración: Se realizará un seguimiento de la evolución de las revegetaciones durante un mínimo de un año, con objeto de certificar la eficiencia de las medidas correctoras o bien la necesidad de reforzarlas. Este seguimiento incluirá un contrato de mantenimiento que repondrá aquellos ejemplares que no hayan sobrevivido a la plantación.

Asentamientos Humanos

- Mesa de Trabajo Permanente: entre la empresa y el poblado de El Trebal para analizar el desempeño ambiental de la planta de compostaje, tratar las inquietudes que pudieran surgir al respecto y coordinar visitas a la Planta para apreciar en terreno su funcionamiento. Este modelo de trabajo se extenderá al resto de la comunidad interesada perteneciente al Área de Influencia Directa del presente proyecto.

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

CAPÍTULO A MOVIMIENTO DE TIERRAS

SUBCAPÍTULO A1 ACONDIC. Y PREPARACIÓN TERRENO

APARTADO A11 DESBROCE Y LIMPIEZA

A111	M2	DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA			
A03CA005	0,01 Hr	M2. Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos. CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3	144.808	1.448	
			Suma la partida.....		1.448
			Costes indirectos	12,00%	174
			TOTAL PARTIDA.....		1.622

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL SEISCIENTAS VEINTIDOS PESOS CHILENOS

A112	M2	RETIR. CAPA VEGETAL A MÁQUINA			
A03CD005	0,02 Hr	M2. Retirada de capa vegetal de 20 cm. de espesor, con medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de BULLDOZER DE 150 CV.	208.277	4.166	
			Suma la partida.....		4.166
			Costes indirectos	12,00%	500
			TOTAL PARTIDA.....		4.666

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL SEISCIENTAS SESENTA Y SEIS PESOS CHILENOS

A113	M3	TRANS. INT. TIERRAS <1 KM. CAR. MEC.			
A03CA005	0,01 Hr	M3. Transporte de tierras dentro de la misma parcela u obra, con un recorrido total de hasta 1km., en camión vol-CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3	144.808	1.448	
A03FB010	0,04 Hr	CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.	183.868	7.355	
			Suma la partida.....		8.803
			Costes indirectos	12,00%	1.056
			TOTAL PARTIDA.....		9.859

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL OCHOCIENTAS CINCUENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO A2 EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO

APARTADO A21 EXPLANACIONES

A211	M2	EXPLANACIÓN TERRENO A MÁQUINA			
A03CI010	0,01 Hr	M2. Explanación y nivelación de terrenos por medios mecánicos, i/p.p. de costes indirectos. MOTONIVELADORA C/ESCARIF. 110 CV	161.898	1.619	
			Suma la partida.....		1.619
			Costes indirectos	12,00%	194
			TOTAL PARTIDA.....		1.813

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL OCHOCIENTAS TRECE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO A3 EXCAVACIONES EN ZANJAS

A31	M3	EXCAV. MECÁN. ZANJAS SANEA. T.F. de 0,6x0,4 m			
U01AA011	0,30 Hr	M3. Excavación mecánica de zanjas de saneamiento, en terreno de consistencia floja, i/posterior relleno y apiso-Peón suelto	39.477	11.843	
A03CF010	0,10 Hr	RETROPALA S/NEUMÁ. ARTIC 102 CV	161.898	16.190	
%CI	0,00		28.033	0	
			Suma la partida.....		28.033
			Costes indirectos	12,00%	3.364
			TOTAL PARTIDA.....		31.397

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y UNA MIL TRESCIENTAS NOVENTA Y SIETE PESOS CHILENOS

A32	M3	EXCAV. MECÁN. ZANJAS INSTAL. AGUA LLUVIA. de 0,5x0,4 m			
U01AA011	0,30 Hr	Peón suelto	39.477	11.843	
A03CF005	0,11 Hr	RETROEXCAVADORA S/NEUMÁT 117 CV	165.559	18.211	

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
%CI	0,00		30.054	0	
		Suma la partida.....			30.054
		Costes indirectos		12,00%	3.606
		TOTAL PARTIDA.....			33.660
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y TRES MIL SEISCIENTAS SESENTA PESOS CHILENOS					
A33	M3	EXCAV. MECÁN. ZANJAS INSTAL. AGUA SANITARIA. de 0,5x0,4 m			
		M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia floja, i/posterior relleno y			
U01AA011	0,30 Hr	Peón suelto	39.477	11.843	
A03CF005	0,11 Hr	RETROEXCAVADORA S/NEUMÁT 117 CV	165.559	18.211	
%CI	0,00		30.054	0	
		Suma la partida.....			30.054
		Costes indirectos		12,00%	3.606
		TOTAL PARTIDA.....			33.660
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y TRES MIL SEISCIENTAS SESENTA PESOS CHILENOS					
A34	MI	CANALIZACIÓN DE 400X600 MM.			
		Ml. Canalización de 400x600 mm2, colocado			
U01AA007	0,10 Hr	Oficial primera	43.000	4.300	
U01AA011	0,10 Hr	Peón suelto	39.477	3.948	
U39GK010	2,00 MI	Tubo PVC corrugado =90 mm	3.107	6.214	
U39CA001	0,11 Tm	Arena amarilla	7.768	854	
U39AA002	0,05 Hr	Retroexcavadora neumáticos	75.180	3.759	
U39AH024	0,02 Hr	Camión basculante 125cv	52.709	1.054	
%CI	0,00		20.129	0	
		Suma la partida.....			20.129
		Costes indirectos		12,00%	2.415
		TOTAL PARTIDA.....			22.544
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS MIL QUINIENTAS CUARENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS					
SUBCAPÍTULO A4 RELLENOS Y TERRAPLENES					
A401	M3	RELL. ZANJAS MATER. EXCAVACIÓN			
		M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación incluso compactación 95% P.M.			
U01AA011	0,10 Hr	Peón suelto	39.477	3.948	
U39AA002	0,05 Hr	Retroexcavadora neumáticos	75.180	3.759	
U39AC005	0,10 Hr	Compactador manual	19.419	1.942	
		Suma la partida.....			9.649
		Costes indirectos		12,00%	1.158
		TOTAL PARTIDA.....			10.807
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ MIL OCHOCIENTAS SIETE PESOS CHILENOS					
CAPÍTULO B NAVE PRINCIPAL					
SUBCAPÍTULO B1 ELEMENTOS ESTRUCTURALES					
B101	Kg	ACERO A42-27ES EN ELEMENT. ESTRUCT.			
		Kg. Acero laminado en perfiles S275, colocado en elementos estructurales aislados, tensión de rotura de 410 N/mm2, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE/ DB-SE-A.			
U01FG405	0,04 Hr	Montaje estructura metal.	49.380	1.975	
U06JA001	1,00 Kg	Acero laminado S275J0	2.830	2.830	
U36IA010	0,01 Lt	Minio electrolítico	26.910	269	
		Suma la partida.....			5.074
		Costes indirectos		12,00%	609
		TOTAL PARTIDA.....			5.683
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL SEISCIENTAS OCHENTA Y TRES PESOS CHILENOS					
B102	Kg	ACERO A42-27ES LAMINADO			
		Kg. Acero laminado S275 en perfiles circulares para pilares, con una tensión de rotura de 410 N/mm2, i/p.p. de despuntes y dos manos de minio, totalmente montado, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por			

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
U01FG405	0,03 Hr	Montaje estructura metal.	49.380	1.481	
U06JA001	1,00 Kg	Acero laminado S275J0	2.830	2.830	
U36IA010	0,01 Lt	Minio electrolítico	26.910	269	

Suma la partida..... 4.580
 Costes indirectos 12,00% 550

TOTAL PARTIDA..... 5.130

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL CIENTO TREINTA PESOS CHILENOS

B103	Kg	ESTRUCT. PERF. CORREAS U EN FRÍO			
Ml. Correa de chapa conformada en frío tipo Z, calidad S275, con una tensión de rotura de 410 N/mm2, totalmente colocada y montada, i/ p.p. despuntes y piezas de montaje según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados					
U01FG405	0,03 Hr	Montaje estructura metal.	49.380	1.481	
U06MA110	1,00 Kg	Correa C ó Z en perfil conformado	3.107	3.107	

Suma la partida..... 4.588
 Costes indirectos 12,00% 551

TOTAL PARTIDA..... 5.139

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL CIENTO TREINTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO B2 CERRAMIENTOS

B201	M2	CUB. CHAPA GALV. 0,7 mm. PL-40/250			
M2. Cubierta completa realizada con chapa de acero galvanizado de 0.7 mm. de espesor con perfil laminado tipo 40/250 de Aceralia ó similar, fijado a la estructura con ganchos o tornillos autorroscantes, i/ejecución de cunbreras					
U01FO340	1,00 M2	M.o.colocac.cubierta chapa	18.310	18.310	
U12NA072	1,10 M2	Ch.galv. 0,7mm Aceralia PL-40/250	20.113	22.124	
U12CZ015	3,00 Ud	Torn.autorroscante 6,3x120	499	1.497	
U12NA530	0,20 MI	Remat.galv. 0,7mm. des=500mm	10.597	2.119	
U12NA550	0,20 MI	Remat.galv. 0,7mm. des=750mm	16.090	3.218	

Suma la partida..... 47.268
 Costes indirectos 12,00% 5.672

TOTAL PARTIDA..... 52.940

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y DOS MIL NOVECIENTAS CUARENTA PESOS CHILENOS

B202	m2	Puerta seccional acero galv.2 chapas acab.lacado,ancho=3,6-5m,op			
Sin descomposición					
TOTAL PARTIDA.....					199.723

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y NUEVE MIL SETECIENTAS VEINTITRES PESOS CHILENOS

B203	M2	MURO BLOQUE HORM. ARM. 40x20x30			
M2. Muro de bloques huecos de hormigón gris FACOSA de 40x20x30 cm., para posterior terminación, i/armadura vertical formada por 4 redondos de D=12 mm. por cada ml y armadura horizontal formada por 2 redondos de D=6 mm. por cada fila de bloques, relleno con hormigón HA-25/P/20/1 y recibido con mortero de cemento y arena de					
U01FJ235	1,00 M2	Mano obra bloq.horm.arm.24cm	48.548	48.548	
U10AA010	11,00 Ud	Bloq.horm.40x20x30 FACOSA	3.218	35.398	
A01JF006	0,03 M3	MORTERO CEMENTO (1/6) M 5	220.244	6.607	
A02FA721	0,20 M3	HORM. HA-25/P/20/ y CENTRAL	209.950	41.990	
U06GA001	7,28 Kg	Acero corrugado A42-27ES	1.803	13.126	

Suma la partida..... 145.669
 Costes indirectos 12,00% 17.480

TOTAL PARTIDA..... 163.149

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y TRES MIL CIENTO CUARENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

B204	ud	PUERTA DE ALUMINIO TECHNAL 2,3x1m			
M2. Carpintería completa de aluminio Technal en puertas, anodizado en color natural, con tirador, muelle de freno,					
U01AA007	0,50 Hr	Oficial primera	43.000	21.500	
U01AA011	0,50 Hr	Peón suelto	39.477	19.739	
U20JB005	2,30 M2	Carp. alum.Technal en puertas	926.131	2.130.101	

Suma la partida..... 2.171.340
 Costes indirectos 12,00% 260.561

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
TOTAL PARTIDA.....					2.431.901

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MILLONES CUATROCIENTAS TREINTA Y UNA MIL NOVECIENTAS UNA PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO B3 CIMENTACIONES

APARTADO B301 BARRAS ACERO Y PLACAS

B3011	Kg	ACERO CORRUGADO A42-27ES			
Kg. Acero corrugado B 400-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despun-					
U01FA201	0,01 Hr	Oficial 1ª ferralla	49.935	499	
U01FA204	0,01 Hr	Ayudante ferralla	45.774	458	
U06AA001	0,01 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	31	
U06GA001	1,03 Kg	Acero corrugado A42-27ES	1.803	1.857	
Suma la partida.....					2.845
Costes indirectos					12,00% 341
TOTAL PARTIDA.....					3.186

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL CIENTO OCHENTA Y SEIS PESOS CHILENOS

B3012	Ud	PLACA CIME. C/PERNOS			
Ud. Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano en cimentación de dimensiones 40x40x3 cm., con cuatro pernos de redondo liso de 16 mm. de diámetro con longitud cada uno de ellos de 60 cm., roscados, i/taladro central,					
U01FX001	0,30 Hr	Oficial cerrajería	43.000	12.900	
U01FX003	0,25 Hr	Ayudante cerrajería	34.955	8.739	
U01AA007	0,50 Hr	Oficial primera	43.000	21.500	
U06QH025	38,40 Kg	Chapón cortado a medida	3.329	127.834	
U06XW205	8,00 Ud	Pernos	3.801	30.408	
Suma la partida.....					201.381
Costes indirectos					12,00% 24.166
TOTAL PARTIDA.....					225.547

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS VEINTICINCO MIL QUINIENTAS CUARENTA Y SIETE PESOS CHILENOS

APARTADO B302 ENCOFRADOS

B3021	M2	ENCOF. MADERA ZAPAT. Y VIGAS			
M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas, zanjas y vigas riostras de cimentación, consideran-					
U01FA103	0,30 Hr	Oficial 1ª encofrador	55.484	16.645	
U01FA105	0,30 Hr	Ayudante encofrador	45.774	13.732	
U07AI001	0,01 M3	Madera pino encofrar 26 mm.	384.834	3.848	
U06AA001	0,10 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	314	
U06DA010	0,05 Kg	Puntas plana 20x100	5.548	277	
Suma la partida.....					34.816
Costes indirectos					12,00% 4.178
TOTAL PARTIDA.....					38.994

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y OCHO MIL NOVECIENTAS NOVENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

APARTADO B303 HORMIGONES AUXILIARES

B3031	M3	HOR. LIMP. HL-150/P/20 VERTIDO GRÚA			
M3. Hormigón en masa HL-150/P/20 de dosificación 150 Kg/m3, con tamaño máximo del árido de 20 mm. elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con pluma-grúa, vibrado y colado					
U01AA011	0,60 Hr	Peón suelto	39.477	23.686	
A03KB010	0,60 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	10.444	
A02FA400	1,00 M3	HORMIGÓN HL-150/P/20 CENTRAL	158.239	158.239	
Suma la partida.....					192.369
Costes indirectos					12,00% 23.084
TOTAL PARTIDA.....					215.453

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS QUINCE MIL CUATROCIENTAS CINCUENTA Y TRES PESOS CHILENOS

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

APARTADO B304 HORMIGONES PARA ARMAR

B3041	M3	HOR. HA-25/P/40/ Ila ZAP. V. G. CENT.			
		M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm. elaborado en central, en relleno de zapatas de cimentación, i/vertido con pluma-grúa, vibrado y colocación. Según			
U01AA011	0,75 Hr	Peón suelto	39.477	29.608	
A03KB010	0,65 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	11.315	
A02FA733	1,00 M3	HORM. HA-25/P/40/ Ila CENTRAL	212.724	212.724	
			Suma la partida.....		253.647
			Costes indirectos	12,00%	30.438
TOTAL PARTIDA.....					284.085

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS OCHENTA Y CUATRO MIL OCHENTA Y CINCO PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO B4 EXCAVACIONES

B401	M3	EXCAV. MECÁNICA TERRENO FLOJO			
		M3. Excavación a cielo abierto, en terreno de consistencia floja, con retro-giro de 20 toneladas de 1,50 m3. de ca-			
U01AA010	0,05 Hr	Peón especializado	39.532	1.977	
U02FK012	0,04 Hr	Retro-giro 20 T cazo 1,50 m3	152.580	6.103	
U02FF001	0,02 Hr	Excavadora 2 M3.	160.902	3.218	
			Suma la partida.....		11.298
			Costes indirectos	12,00%	1.356
TOTAL PARTIDA.....					12.654

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE MIL SEISCIENTAS CINCUENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

B402	M3	TRANS. INT. TIERRAS <1 KM. CAR. MEC.			
		M3. Transporte de tierras dentro de la misma parcela u obra, con un recorrido total de hasta 1km., en camión vol-			
A03CA005	0,01 Hr	CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3	144.808	1.448	
A03FB010	0,04 Hr	CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.	183.868	7.355	
			Suma la partida.....		8.803
			Costes indirectos	12,00%	1.056
TOTAL PARTIDA.....					9.859

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL OCHOCIENTAS CINCUENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO B5 RELLENOS Y TERRAPLENES

B501	M3	RELL. ZANJAS MATER. EXCAVACIÓN			
		M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación incluso compactación 95% P.M.			
U01AA011	0,10 Hr	Peón suelto	39.477	3.948	
U39AA002	0,05 Hr	Retroexcavadora neumáticos	75.180	3.759	
U39AC005	0,10 Hr	Compactador manual	19.419	1.942	
			Suma la partida.....		9.649
			Costes indirectos	12,00%	1.158
TOTAL PARTIDA.....					10.807

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ MIL OCHOCIENTAS SIETE PESOS CHILENOS

CAPÍTULO C TÚNELES DESCOMPOSICIÓN

SUBCAPÍTULO C1 ELEMENTOS ESTRUCTURALES

C101	Kg	ACERO A42-27ES EN ELEMENT. ESTRUCT.			
		Kg. Acero laminado en perfiles S275, colocado en elementos estructurales aislados, tensión de rotura de 410 N/mm2, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE/ DB-SE-A.			
U01FG405	0,04 Hr	Montaje estructura metal.	49.380	1.975	
U06JA001	1,00 Kg	Acero laminado S275J0	2.830	2.830	
U36IA010	0,01 Lt	Minio electrolítico	26.910	269	
			Suma la partida.....		5.074
			Costes indirectos	12,00%	609

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
TOTAL PARTIDA.....					5.683
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL SEISCIENTAS OCHENTA Y TRES PESOS CHILENOS					
C102	Kg	ESTRUCT. PERF. CORREAS U EN FRÍO			
Ml. Correa de chapa conformada en frío tipo Z, calidad S275, con una tensión de rotura de 410 N/mm2, totalmente colocada y montada, i/ p.p. despuntes y piezas de montaje según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados					
U01FG405	0,03 Hr	Montaje estructura metal.	49.380	1.481	
U06MA110	1,00 Kg	Correa C ó Z en perfil conformado	3.107	3.107	
Suma la partida.....					4.588
Costes indirectos					12,00% 551
TOTAL PARTIDA.....					5.139

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL CIENTO TREINTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO C2 CERRAMIENTOS

C201	M2	CUB. CHAPA GALV. 0,7 mm. PL-40/250			
M2. Cubierta completa realizada con chapa de acero galvanizado de 0.7 mm. de espesor con perfil laminado tipo 40/250 de Aceralia ó similar, fijado a la estructura con ganchos o tornillos autorroscantes, i/ejecución de cumbreras					
U01FO340	1,00 M2	M.o.colocac.cubierta chapa	18.310	18.310	
U12NA072	1,10 M2	Ch.galv. 0,7mm Aceralia PL-40/250	20.113	22.124	
U12CZ015	3,00 Ud	Tom.autorroscante 6,3x120	499	1.497	
U12NA530	0,20 MI	Remat.galv. 0,7mm. des=500mm	10.597	2.119	
U12NA550	0,20 MI	Remat.galv. 0,7mm. des=750mm	16.090	3.218	
Suma la partida.....					47.268
Costes indirectos					12,00% 5.672
TOTAL PARTIDA.....					52.940

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y DOS MIL NOVECIENTAS CUARENTA PESOS CHILENOS

C202	m2	Puerta seccional acero galv.2 chapas acab.lacado,ancho=3,6-5m,op			
Sin descomposición					
TOTAL PARTIDA.....					199.723

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y NUEVE MIL SETECIENTAS VEINTITRES PESOS CHILENOS

C203	M2	MURO BLOQUE HORM. ARM. 40x20x30			
M2. Muro de bloques huecos de hormigón gris FACOSA de 40x20x30 cm., para posterior terminación, i/armadura vertical formada por 4 redondos de D=12 mm. por cada ml y armadura horizontal formada por 2 redondos de D=6 mm. por cada fila de bloques, relleno con hormigón HA-25/P/20/l y recibido con mortero de cemento y arena de río M 5 según UNE-EN 998-2, i/vertido, colocación, vibrado y rejuntado según CTE/ DB-SE-F.					
U01FJ235	1,00 M2	Mano obra bloq.horm.arm.24cm	48.548	48.548	
U10AA010	11,00 Ud	Bloq.horm.40x20x30 FACOSA	3.218	35.398	
A01JF006	0,03 M3	MORTERO CEMENTO (1/6) M 5	220.244	6.607	
A02FA721	0,20 M3	HORM. HA-25/P/20/ y CENTRAL	209.950	41.990	
U06GA001	7,28 Kg	Acero corrugado A42-27ES	1.803	13.126	
Suma la partida.....					145.669
Costes indirectos					12,00% 17.480
TOTAL PARTIDA.....					163.149

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y TRES MIL CIENTO CUARENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO C3 CIMENTACIONES

APARTADO C301 BARRAS ACERO Y PLACAS

C3011	Kg	ACERO CORRUGADO A42-27ES			
Kg. Acero corrugado B 400-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despun-					
U01FA201	0,01 Hr	Oficial 1ª ferralla	49.935	499	
U01FA204	0,01 Hr	Ayudante ferralla	45.774	458	
U06AA001	0,01 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	31	
U06GA001	1,03 Kg	Acero corrugado A42-27ES	1.803	1.857	
Suma la partida.....					2.845
Costes indirectos					12,00% 341

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

TOTAL PARTIDA..... 3.186

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL CIENTO OCHENTA Y SEIS PESOS CHILENOS

C3012 Ud PLACA CIME. C/PERNOS					
Ud. Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano en cimentación de dimensiones 40x40x3 cm., con cuatro pernos de redondo liso de 16 mm. de diámetro con longitud cada uno de ellos de 60 cm., roscados, i/taladro central,					
U01FX001	0,30 Hr	Oficial cerrajería	43.000	12.900	
U01FX003	0,25 Hr	Ayudante cerrajería	34.955	8.739	
U01AA007	0,50 Hr	Oficial primera	43.000	21.500	
U06QH025	38,40 Kg	Chapón cortado a medida	3.329	127.834	
U06XW205	8,00 Ud	Pernos	3.801	30.408	
				Suma la partida.....	201.381
				Costes indirectos	12,00% 24.166

TOTAL PARTIDA..... 225.547

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS VEINTICINCO MIL QUINIENTAS CUARENTA Y SIETE PESOS CHILENOS

APARTADO C302 ENCOFRADOS

C3021 M2 ENCOF. MADERA ZAPAT. Y VIGAS					
M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas, zanjas y vigas riostras de cimentación, consideran-					
U01FA103	0,30 Hr	Oficial 1º encofrador	55.484	16.645	
U01FA105	0,30 Hr	Ayudante encofrador	45.774	13.732	
U07AI001	0,01 M3	Madera pino encofrar 26 mm.	384.834	3.848	
U06AA001	0,10 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	314	
U06DA010	0,05 Kg	Puntas plana 20x100	5.548	277	
				Suma la partida.....	34.816
				Costes indirectos	12,00% 4.178

TOTAL PARTIDA..... 38.994

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y OCHO MIL NOVECIENTAS NOVENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

APARTADO C303 HORMIGONES AUXILIARES

C3031 M3 HOR. LIMP. HL-150/P/20 VERTIDO GRÚA					
M3. Hormigón en masa HL-150/P/20 de dosificación 150 Kg/m3, con tamaño máximo del árido de 20 mm. elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con pluma-grúa, vibrado y colocado					
U01AA011	0,60 Hr	Peón suelto	39.477	23.686	
A03KB010	0,60 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	10.444	
A02FA400	1,00 M3	HORMIGÓN HL-150/P/20 CENTRAL	158.239	158.239	
				Suma la partida.....	192.369
				Costes indirectos	12,00% 23.084

TOTAL PARTIDA..... 215.453

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS QUINCE MIL CUATROCIENTAS CINCUENTA Y TRES PESOS CHILENOS

APARTADO C304 HORMIGONES PARA ARMAR

C3041 M3 HOR. HA-25/P/40/ Ila ZAP. V. G. CENT.					
M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm. elaborado en central, en relleno de zapatas de cimentación, i/vertido con pluma-grúa, vibrado y colocación. Según					
U01AA011	0,75 Hr	Peón suelto	39.477	29.608	
A03KB010	0,65 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	11.315	
A02FA733	1,00 M3	HORM. HA-25/P/40/ Ila CENTRAL	212.724	212.724	
				Suma la partida.....	253.647
				Costes indirectos	12,00% 30.438

TOTAL PARTIDA..... 284.085

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS OCHENTA Y CUATRO MIL OCHENTA Y CINCO PESOS CHILENOS

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

SUBCAPÍTULO C4 EXCAVACIONES

C401	M3	EXCAV. MECÁNICA TERRENO FLOJO			
		M3. Excavación a cielo abierto, en terreno de consistencia floja, con retro-giro de 20 toneladas de 1,50 m3. de ca-			
U01AA010	0,05 Hr	Peón especializado	39.532	1.977	
U02FK012	0,04 Hr	Retro-giro 20 T cazo 1,50 m3	152.580	6.103	
U02FF001	0,02 Hr	Excavadora 2 M3.	160.902	3.218	
				Suma la partida.....	11.298
				Costes indirectos	1.356
				TOTAL PARTIDA.....	12.654

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE MIL SEISCIENTAS CINCUENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

C402	M3	TRANS. INT. TIERRAS <1 KM. CAR. MEC.			
		M3. Transporte de tierras dentro de la misma parcela u obra, con un recorrido total de hasta 1km., en camión vol-			
A03CA005	0,01 Hr	CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3	144.808	1.448	
A03FB010	0,04 Hr	CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.	183.868	7.355	
				Suma la partida.....	8.803
				Costes indirectos	1.056
				TOTAL PARTIDA.....	9.859

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL OCHOCIENTAS CINCUENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO C5 RELLENOS Y TERRAPLENES

C501	M3	RELL. ZANJAS MATER. EXCAVACIÓN			
		M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación incluso compactación 95% P.M.			
U01AA011	0,10 Hr	Peón suelto	39.477	3.948	
U39AA002	0,05 Hr	Retroexcavadora neumáticos	75.180	3.759	
U39AC005	0,10 Hr	Compactador manual	19.419	1.942	
				Suma la partida.....	9.649
				Costes indirectos	1.158
				TOTAL PARTIDA.....	10.807

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ MIL OCHOCIENTAS SIETE PESOS CHILENOS

CAPÍTULO D NAVE LIMPIEZA

SUBCAPÍTULO D1 ELEMENTOS ESTRUCTURALES

D101	Kg	ACERO A42-27ES EN ELEMENT. ESTRUCT.			
		Kg. Acero laminado en perfiles S275, colocado en elementos estructurales aislados, tensión de rotura de 410 N/mm2, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE/ DB-SE-A.			
U01FG405	0,04 Hr	Montaje estructura metal.	49.380	1.975	
U06JA001	1,00 Kg	Acero laminado S275J0	2.830	2.830	
U36IA010	0,01 Lt	Minio electrolítico	26.910	269	
				Suma la partida.....	5.074
				Costes indirectos	609
				TOTAL PARTIDA.....	5.683

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL SEISCIENTAS OCHENTA Y TRES PESOS CHILENOS

D102	Kg	ACERO A42-27ES LAMINADO			
		Kg. Acero laminado S275 en perfiles circulares para pilares, con una tensión de rotura de 410 N/mm2, i/p.p. de despuntes y dos manos de minio, totalmente montado, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por			
U01FG405	0,03 Hr	Montaje estructura metal.	49.380	1.481	
U06JA001	1,00 Kg	Acero laminado S275J0	2.830	2.830	
U36IA010	0,01 Lt	Minio electrolítico	26.910	269	
				Suma la partida.....	4.580
				Costes indirectos	550
				TOTAL PARTIDA.....	5.130

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL CIENTO TREINTA PESOS CHILENOS

D103	Kg	ESTRUCT. PERF. CORREAS U EN FRÍO			
------	----	----------------------------------	--	--	--

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
U01FG405	0,03 Hr	Ml. Correa de chapa conformada en frío tipo Z, calidad S275, con una tensión de rotura de 410 N/mm2, totalmente colocada y montada, i/ p.p. despuntes y piezas de montaje según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados	49.380	1.481	
U06MA110	1,00 Kg	Montaje estructura metal. Correa C ó Z en perfil conformado	3.107	3.107	
Suma la partida.....					4.588
Costes indirectos					12,00% 551
TOTAL PARTIDA.....					5.139

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL CIENTO TREINTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO D2 CERRAMIENTOS

D201	M2	CUB. CHAPA GALV. 0,7 mm. PL-40/250			
		M2. Cubierta completa realizada con chapa de acero galvanizado de 0.7 mm. de espesor con perfil laminado tipo 40/250 de Aceralia ó similar, fijado a la estructura con ganchos o tornillos autorroscantes, i/ejecución de cumbreras			
U01FO340	1,00 M2	M.o.colocac.cubierta chapa	18.310	18.310	
U12NA072	1,10 M2	Ch.galv. 0,7mm Aceralia PL-40/250	20.113	22.124	
U12CZ015	3,00 Ud	Tom.autorroscante 6,3x120	499	1.497	
U12NA530	0,20 Ml	Remat.galv. 0,7mm. des=500mm	10.597	2.119	
U12NA550	0,20 Ml	Remat.galv. 0,7mm. des=750mm	16.090	3.218	
Suma la partida.....					47.268
Costes indirectos					12,00% 5.672
TOTAL PARTIDA.....					52.940

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y DOS MIL NOVECIENTAS CUARENTA PESOS CHILENOS

D202	m2	Puerta seccional acero galv.2 chapas acab.lacado,ancho=3,6-5m,op			
		Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA.....					199.723

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y NUEVE MIL SETECIENTAS VEINTITRES PESOS CHILENOS

D203	M2	MURO BLOQUE HORM. ARM. 40x20x30			
		M2. Muro de bloques huecos de hormigón gris FACOSA de 40x20x30 cm., para posterior terminación, i/armadura vertical formada por 4 redondos de D=12 mm. por cada ml y armadura horizontal formada por 2 redondos de D=6 mm. por cada fila de bloques, relleno con hormigón HA-25/P/20/l y recibido con mortero de cemento y arena de			
U01FJ235	1,00 M2	Mano obra bloq.horm.arm.24cm	48.548	48.548	
U10AA010	11,00 Ud	Bloq.horm.40x20x30 FACOSA	3.218	35.398	
A01JF006	0,03 M3	MORTERO CEMENTO (1/6) M 5	220.244	6.607	
A02FA721	0,20 M3	HORM. HA-25/P/20/ y CENTRAL	209.950	41.990	
U06GA001	7,28 Kg	Acero corrugado A42-27ES	1.803	13.126	
Suma la partida.....					145.669
Costes indirectos					12,00% 17.480
TOTAL PARTIDA.....					163.149

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y TRES MIL CIENTO CUARENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO D3 CIMENTACIONES

APARTADO D301 BARRAS ACERO Y PLACAS

D3011	Kg	ACERO CORRUGADO A42-27ES			
		Kg. Acero corrugado B 400-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despun-			
U01FA201	0,01 Hr	Oficial 1ª ferralla	49.935	499	
U01FA204	0,01 Hr	Ayudante ferralla	45.774	458	
U06AA001	0,01 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	31	
U06GA001	1,03 Kg	Acero corrugado A42-27ES	1.803	1.857	
Suma la partida.....					2.845
Costes indirectos					12,00% 341

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

TOTAL PARTIDA..... 3.186

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL CIENTO OCHENTA Y SEIS PESOS CHILENOS

D3012 Ud PLACA CIME. C/PERNOS					
Ud. Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano en cimentación de dimensiones 40x40x3 cm., con cuatro pernos de redondo liso de 16 mm. de diámetro con longitud cada uno de ellos de 60 cm., roscados, i/taladro central,					
U01FX001	0,30 Hr	Oficial cerrajería	43.000	12.900	
U01FX003	0,25 Hr	Ayudante cerrajería	34.955	8.739	
U01AA007	0,50 Hr	Oficial primera	43.000	21.500	
U06QH025	38,40 Kg	Chapón cortado a medida	3.329	127.834	
U06XW205	8,00 Ud	Pernos	3.801	30.408	
				Suma la partida.....	201.381
				Costes indirectos	12,00% 24.166

TOTAL PARTIDA..... 225.547

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS VEINTICINCO MIL QUINIENTAS CUARENTA Y SIETE PESOS CHILENOS

APARTADO D302 ENCOFRADOS

D3021 M2 ENCOF. MADERA ZAPAT. Y VIGAS					
M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas, zanjas y vigas riostras de cimentación, consideran-					
U01FA103	0,30 Hr	Oficial 1º encofrador	55.484	16.645	
U01FA105	0,30 Hr	Ayudante encofrador	45.774	13.732	
U07AI001	0,01 M3	Madera pino encofrar 26 mm.	384.834	3.848	
U06AA001	0,10 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	314	
U06DA010	0,05 Kg	Puntas plana 20x100	5.548	277	
				Suma la partida.....	34.816
				Costes indirectos	12,00% 4.178

TOTAL PARTIDA..... 38.994

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y OCHO MIL NOVECIENTAS NOVENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

APARTADO D303 HORMIGONES AUXILIARES

D3031 M3 HOR. LIMP. HL-150/P/20 VERTIDO GRÚA					
M3. Hormigón en masa HL-150/P/20 de dosificación 150 Kg/m3, con tamaño máximo del árido de 20 mm. elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con pluma-grúa, vibrado y colocado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con pluma-grúa, vibrado y colocado					
U01AA011	0,60 Hr	Peón suelto	39.477	23.686	
A03KB010	0,60 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	10.444	
A02FA400	1,00 M3	HORMIGÓN HL-150/P/20 CENTRAL	158.239	158.239	
				Suma la partida.....	192.369
				Costes indirectos	12,00% 23.084

TOTAL PARTIDA..... 215.453

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS QUINCE MIL CUATROCIENTAS CINCUENTA Y TRES PESOS CHILENOS

APARTADO D304 HORMIGONES PARA ARMAR

D3041 M3 HOR. HA-25/P/40/ Ila ZAP. V. G. CENT.					
M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm. elaborado en central, en relleno de zapatas de cimentación, i/vertido con pluma-grúa, vibrado y colocación. Según					
U01AA011	0,75 Hr	Peón suelto	39.477	29.608	
A03KB010	0,65 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	11.315	
A02FA733	1,00 M3	HORM. HA-25/P/40/ Ila CENTRAL	212.724	212.724	
				Suma la partida.....	253.647
				Costes indirectos	12,00% 30.438

TOTAL PARTIDA..... 284.085

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS OCHENTA Y CUATRO MIL OCHENTA Y CINCO PESOS CHILENOS

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

SUBCAPÍTULO D4 EXCAVACIONES

D401	M3	EXCAV. MECÁNICA TERRENO FLOJO			
		M3. Excavación a cielo abierto, en terreno de consistencia floja, con retro-giro de 20 toneladas de 1,50 m3. de ca-			
U01AA010	0,05 Hr	Peón especializado	39.532	1.977	
U02FK012	0,04 Hr	Retro-giro 20 T cazo 1,50 m3	152.580	6.103	
U02FF001	0,02 Hr	Excavadora 2 M3.	160.902	3.218	
		Suma la partida.....			11.298
		Costes indirectos		12,00%	1.356
		TOTAL PARTIDA.....			12.654

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE MIL SEISCIENTAS CINCUENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

D402	M3	TRANS. INT. TIERRAS <1 KM. CAR. MEC.			
		M3. Transporte de tierras dentro de la misma parcela u obra, con un recorrido total de hasta 1km., en camión vol-			
A03CA005	0,01 Hr	CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3	144.808	1.448	
A03FB010	0,04 Hr	CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.	183.868	7.355	
		Suma la partida.....			8.803
		Costes indirectos		12,00%	1.056
		TOTAL PARTIDA.....			9.859

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL OCHOCIENTAS CINCUENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO D5 RELLENOS Y TERRAPLENES

D501	M3	RELL. ZANJAS MATER. EXCAVACIÓN			
		M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación incluso compactación 95% P.M.			
U01AA011	0,10 Hr	Peón suelto	39.477	3.948	
U39AA002	0,05 Hr	Retroexcavadora neumáticos	75.180	3.759	
U39AC005	0,10 Hr	Compactador manual	19.419	1.942	
		Suma la partida.....			9.649
		Costes indirectos		12,00%	1.158
		TOTAL PARTIDA.....			10.807

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ MIL OCHOCIENTAS SIETE PESOS CHILENOS

CAPÍTULO E NAVE TALLER

SUBCAPÍTULO E1 ELEMENTOS ESTRUCTURALES

E101	Kg	ACERO A42-27ES EN ELEMENT. ESTRUCT.			
		Kg. Acero laminado en perfiles S275, colocado en elementos estructurales aislados, tensión de rotura de 410 N/mm2, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE/ DB-SE-A.			
U01FG405	0,04 Hr	Montaje estructura metal.	49.380	1.975	
U06JA001	1,00 Kg	Acero laminado S275J0	2.830	2.830	
U36IA010	0,01 Lt	Minio electrolítico	26.910	269	
		Suma la partida.....			5.074
		Costes indirectos		12,00%	609
		TOTAL PARTIDA.....			5.683

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL SEISCIENTAS OCHENTA Y TRES PESOS CHILENOS

E102	Kg	ACERO A42-27ES LAMINADO			
		Kg. Acero laminado S275 en perfiles circulares para pilares, con una tensión de rotura de 410 N/mm2, i/p.p. de despuntes y dos manos de minio, totalmente montado, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por			
U01FG405	0,03 Hr	Montaje estructura metal.	49.380	1.481	
U06JA001	1,00 Kg	Acero laminado S275J0	2.830	2.830	
U36IA010	0,01 Lt	Minio electrolítico	26.910	269	
		Suma la partida.....			4.580
		Costes indirectos		12,00%	550
		TOTAL PARTIDA.....			5.130

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL CIENTO TREINTA PESOS CHILENOS

E103 Kg ESTRUCT. PERF. CORREAS U EN FRÍO

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
U01FG405	0,03 Hr	Ml. Correa de chapa conformada en frío tipo Z, calidad S275, con una tensión de rotura de 410 N/mm ² , totalmente colocada y montada, i/ p.p. despuntes y piezas de montaje según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados	49.380	1.481	
U06MA110	1,00 Kg	Montaje estructura metal. Correa C ó Z en perfil conformado	3.107	3.107	
Suma la partida.....					4.588
Costes indirectos					12,00% 551
TOTAL PARTIDA.....					5.139

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL CIENTO TREINTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO E2 CERRAMIENTOS

E201	M2	CUB. CHAPA GALV. 0,7 mm. PL-40/250			
M2. Cubierta completa realizada con chapa de acero galvanizado de 0.7 mm. de espesor con perfil laminado tipo 40/250 de Aceralia ó similar, fijado a la estructura con ganchos o tornillos autorroscantes, i/ejecución de cumbreras					
U01FO340	1,00 M2	M.o.colocac.cubierta chapa	18.310	18.310	
U12NA072	1,10 M2	Ch.galv. 0,7mm Aceralia PL-40/250	20.113	22.124	
U12CZ015	3,00 Ud	Tom.autorroscante 6,3x120	499	1.497	
U12NA530	0,20 Ml	Remat.galv. 0,7mm. des=500mm	10.597	2.119	
U12NA550	0,20 Ml	Remat.galv. 0,7mm. des=750mm	16.090	3.218	
Suma la partida.....					47.268
Costes indirectos					12,00% 5.672
TOTAL PARTIDA.....					52.940

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y DOS MIL NOVECIENTAS CUARENTA PESOS CHILENOS

E202	m2	Puerta seccional acero galv.2 chapas acab.lacado,ancho=3,6-5m,op			
Sin descomposición					
TOTAL PARTIDA.....					199.723

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y NUEVE MIL SETECIENTAS VEINTITRES PESOS CHILENOS

E203	M2	MURO BLOQUE HORM. ARM. 40x20x30			
M2. Muro de bloques huecos de hormigón gris FACOSA de 40x20x30 cm., para posterior terminación, i/armadura vertical formada por 4 redondos de D=12 mm. por cada ml y armadura horizontal formada por 2 redondos de D=6 mm. por cada fila de bloques, relleno con hormigón HA-25/P/20/1 y recibido con mortero de cemento y arena de					
U01FJ235	1,00 M2	Mano obra bloq.horm.arm.24cm	48.548	48.548	
U10AA010	11,00 Ud	Bloq.horm.40x20x30 FACOSA	3.218	35.398	
A01JF006	0,03 M3	MORTERO CEMENTO (1/6) M 5	220.244	6.607	
A02FA721	0,20 M3	HORM. HA-25/P/20/ y CENTRAL	209.950	41.990	
U06GA001	7,28 Kg	Acero corrugado A42-27ES	1.803	13.126	
Suma la partida.....					145.669
Costes indirectos					12,00% 17.480
TOTAL PARTIDA.....					163.149

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y TRES MIL CIENTO CUARENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO E3 CIMENTACIONES

APARTADO E301 BARRAS ACERO Y PLACAS

E3011	Kg	ACERO CORRUGADO A42-27ES			
Kg. Acero corrugado B 400-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despun-					
U01FA201	0,01 Hr	Oficial 1ª ferralla	49.935	499	
U01FA204	0,01 Hr	Ayudante ferralla	45.774	458	
U06AA001	0,01 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	31	
U06GA001	1,03 Kg	Acero corrugado A42-27ES	1.803	1.857	
Suma la partida.....					2.845
Costes indirectos					12,00% 341
TOTAL PARTIDA.....					3.186

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL CIENTO OCHENTA Y SEIS PESOS CHILENOS

E3012	Ud	PLACA CIME. C/PERNOS			
Ud. Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano en cimentación de dimensiones 40x40x3 cm., con cuatro per-					

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
U01FX001	0,30 Hr	nos de redondo liso de 16 mm. de diámetro con longitud cada uno de ellos de 60 cm., roscados, i/taladro central,	43.000	12.900	
U01FX003	0,25 Hr	Oficial cerrajería	34.955	8.739	
U01AA007	0,50 Hr	Ayudante cerrajería	43.000	21.500	
U06QH025	38,40 Kg	Oficial primera	3.329	127.834	
U06XW205	8,00 Ud	Chapón cortado a medida	3.801	30.408	
		Pernos			

Suma la partida..... 201.381
 Costes indirectos 12,00% 24.166

TOTAL PARTIDA..... 225.547

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS VEINTICINCO MIL QUINIENTAS CUARENTA Y SIETE PESOS CHILENOS

APARTADO E302 ENCOFRADOS

E3021	M2	ENCOF. MADERA ZAPAT. Y VIGAS			
		M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas, zanjas y vigas riostras de cimentación, consideran-			
U01FA103	0,30 Hr	Oficial 1º encofrador	55.484	16.645	
U01FA105	0,30 Hr	Ayudante encofrador	45.774	13.732	
U07AI001	0,01 M3	Madera pino encofrar 26 mm.	384.834	3.848	
U06AA001	0,10 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	314	
U06DA010	0,05 Kg	Puntas plana 20x100	5.548	277	

Suma la partida..... 34.816
 Costes indirectos 12,00% 4.178

TOTAL PARTIDA..... 38.994

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y OCHO MIL NOVECIENTAS NOVENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

APARTADO E303 HORMIGONES AUXILIARES

E3031	M3	HOR. LIMP. HL-150/P/20 VERTIDO GRÚA			
		M3. Hormigón en masa HL-150/P/20 de dosificación 150 Kg/m3, con tamaño máximo del árido de 20 mm. elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con pluma-grúa, vibrado y col-			
U01AA011	0,60 Hr	Peón suelto	39.477	23.686	
A03KB010	0,60 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	10.444	
A02FA400	1,00 M3	HORMIGÓN HL-150/P/20 CENTRAL	158.239	158.239	
%CI	0,00		192.369	0	

Suma la partida..... 192.369
 Costes indirectos 12,00% 23.084

TOTAL PARTIDA..... 215.453

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS QUINCE MIL CUATROCIENTAS CINCUENTA Y TRES PESOS CHILENOS

APARTADO E304 HORMIGONES PARA ARMAR

E3041	M3	HOR. HA-25/P/40/ Ila ZAP. V. G. CENT.			
		M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm. elaborado en central, en relleno de zapatas de cimentación, i/vertido con pluma-grúa, vibrado y colocación. Según			
U01AA011	0,75 Hr	Peón suelto	39.477	29.608	
A03KB010	0,65 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	11.315	
A02FA733	1,00 M3	HORM. HA-25/P/40/ Ila CENTRAL	212.724	212.724	

Suma la partida..... 253.647
 Costes indirectos 12,00% 30.438

TOTAL PARTIDA..... 284.085

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS OCHENTA Y CUATRO MIL OCHENTA Y CINCO PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO E4 EXCAVACIONES

E401	M3	EXCAV. MECÁNICA TERRENO FLOJO			
		M3. Excavación a cielo abierto, en terreno de consistencia floja, con retro-giro de 20 toneladas de 1,50 m3. de ca-			
U01AA010	0,05 Hr	Peón especializado	39.532	1.977	

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
U02FK012	0,04 Hr	Retro-giro 20 T cazo 1,50 m3	152.580	6.103	
U02FF001	0,02 Hr	Excavadora 2 M3.	160.902	3.218	

Suma la partida..... 11.298
 Costes indirectos 12,00% 1.356

TOTAL PARTIDA..... 12.654

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE MIL SEISCIENTAS CINCUENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS
E402 M3 TRANS. INT. TIERRAS <1 KM. CAR. MEC.

M3. Transporte de tierras dentro de la misma parcela u obra, con un recorrido total de hasta 1km., en camión vol-

A03CA005	0,01 Hr	CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3	144.808	1.448	
A03FB010	0,04 Hr	CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.	183.868	7.355	

Suma la partida..... 8.803
 Costes indirectos 12,00% 1.056

TOTAL PARTIDA..... 9.859

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL OCHOCIENTAS CINCUENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO E5 RELLENOS Y TERRAPLENES

E501 M3 RELL. ZANJAS MATER. EXCAVACIÓN

M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación incluso compactación 95% P.M.

U01AA011	0,10 Hr	Peón suelto	39.477	3.948	
U39AA002	0,05 Hr	Retroexcavadora neumáticos	75.180	3.759	
U39AC005	0,10 Hr	Compactador manual	19.419	1.942	

Suma la partida..... 9.649
 Costes indirectos 12,00% 1.158

TOTAL PARTIDA..... 10.807

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ MIL OCHOCIENTAS SIETE PESOS CHILENOS

CAPÍTULO F NAVE BOMBEO

SUBCAPÍTULO F1 ELEMENTOS ESTRUCTURALES

F101 Kg ACERO A42-27ES EN ELEMENT. ESTRUCT.

Kg. Acero laminado en perfiles S275, colocado en elementos estructurales aislados, tensión de rotura de 410 N/mm2, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE/ DB-SE-A.

U01FG405	0,04 Hr	Montaje estructura metal.	49.380	1.975	
U06JA001	1,00 Kg	Acero laminado S275J0	2.830	2.830	
U36IA010	0,01 Lt	Minio electrolítico	26.910	269	

Suma la partida..... 5.074
 Costes indirectos 12,00% 609

TOTAL PARTIDA..... 5.683

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL SEISCIENTAS OCHENTA Y TRES PESOS CHILENOS

F102 Kg ESTRUCT. PERF. CORREAS U EN FRÍO

Ml. Correa de chapa conformada en frío tipo Z, calidad S275, con una tensión de rotura de 410 N/mm2, totalmente colocada y montada, i/ p.p. despuntes y piezas de montaje según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados

U01FG405	0,03 Hr	Montaje estructura metal.	49.380	1.481	
U06MA110	1,00 Kg	Correa C ó Z en perfil conformado	3.107	3.107	

Suma la partida..... 4.588
 Costes indirectos 12,00% 551

TOTAL PARTIDA..... 5.139

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL CIENTO TREINTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO F2 CERRAMIENTOS

F201 M2 CUB. CHAPA GALV. 0,7 mm. PL-40/250

M2. Cubierta completa realizada con chapa de acero galvanizado de 0.7 mm. de espesor con perfil laminado tipo 40/250 de Aceralia ó similar, fijado a la estructura con ganchos o tornillos autorroscantes, i/ejecución de cunbreras

U01FO340	1,00 M2	M.o.colocac.cubierta chapa	18.310	18.310	
U12NA072	1,10 M2	Ch.galv. 0,7mm Aceralia PL-40/250	20.113	22.124	

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
U12CZ015	3,00 Ud	Tom.autorroscante 6,3x120	499	1.497	
U12NA530	0,20 MI	Remat.galv. 0,7mm. des=500mm	10.597	2.119	
U12NA550	0,20 MI	Remat.galv. 0,7mm. des=750mm	16.090	3.218	

Suma la partida..... 47.268
 Costes indirectos 12,00% 5.672

TOTAL PARTIDA..... 52.940

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y DOS MIL NOVECIENTAS CUARENTA PESOS CHILENOS

F202 M2 MURO BLOQUE HORM. ARM. 40x20x30

M2. Muro de bloques huecos de hormigón gris FACOSA de 40x20x30 cm., para posterior terminación, i/armadura vertical formada por 4 redondos de D=12 mm. por cada ml y armadura horizontal formada por 2 redondos de D=6 mm. por cada fila de bloques, relleno con hormigón HA-25/P/20/l y recibido con mortero de cemento y arena de

U01FJ235	1,00 M2	Mano obra bloq.horm.arm.24cm	48.548	48.548	
U10AA010	11,00 Ud	Bloq.horm.40x20x30 FACOSA	3.218	35.398	
A01JF006	0,03 M3	MORTERO CEMENTO (1/6) M 5	220.244	6.607	
A02FA721	0,20 M3	HORM. HA-25/P/20/ y CENTRAL	209.950	41.990	
U06GA001	7,28 Kg	Acero corrugado A42-27ES	1.803	13.126	

Suma la partida..... 145.669
 Costes indirectos 12,00% 17.480

TOTAL PARTIDA..... 163.149

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y TRES MIL CIENTO CUARENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

F203 ud PUERTA DE ALUMINIO TECHNAL 2,3x1m

M2. Carpintería completa de aluminio Technal en puertas, anodizado en color natural, con tirador, muelle de freno,

U01AA007	0,50 Hr	Oficial primera	43.000	21.500	
U01AA011	0,50 Hr	Peón suelto	39.477	19.739	
U20JB005	2,30 M2	Carp. alum.Technal en puertas	926.131	2.130.101	

Suma la partida..... 2.171.340
 Costes indirectos 12,00% 260.561

TOTAL PARTIDA..... 2.431.901

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MILLONES CUATROCIENTAS TREINTA Y UNA MIL NOVECIENTAS UNA PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO F3 CIMENTACIONES

APARTADO F301 BARRAS ACERO Y PLACAS

F3011 Kg ACERO CORRUGADO A42-27ES

Kg. Acero corrugado B 400-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despun-

U01FA201	0,01 Hr	Oficial 1ª ferralla	49.935	499	
U01FA204	0,01 Hr	Ayudante ferralla	45.774	458	
U06AA001	0,01 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	31	
U06GA001	1,03 Kg	Acero corrugado A42-27ES	1.803	1.857	

Suma la partida..... 2.845
 Costes indirectos 12,00% 341

TOTAL PARTIDA..... 3.186

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL CIENTO OCHENTA Y SEIS PESOS CHILENOS

F3012 Ud PLACA CIME. C/PERNOS

Ud. Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano en cimentación de dimensiones 40x40x3 cm., con cuatro pernos de redondo liso de 16 mm. de diámetro con longitud cada uno de ellos de 60 cm., roscados, i/taladro central,

U01FX001	0,30 Hr	Oficial cerrajería	43.000	12.900	
U01FX003	0,25 Hr	Ayudante cerrajería	34.955	8.739	
U01AA007	0,50 Hr	Oficial primera	43.000	21.500	
U06QH025	38,40 Kg	Chapón cortado a medida	3.329	127.834	
U06XW205	8,00 Ud	Pernos	3.801	30.408	

Suma la partida..... 201.381
 Costes indirectos 12,00% 24.166

TOTAL PARTIDA..... 225.547

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS VEINTICINCO MIL QUINIENTAS CUARENTA Y SIETE PESOS CHILENOS

APARTADO F302 ENCOFRADOS

F3021	M2	ENCOF. MADERA ZAPAT. Y VIGAS			
		M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas, zanjas y vigas riostras de cimentación, consideran-			
U01FA103	0,30 Hr	Oficial 1º encofrador	55.484	16.645	
U01FA105	0,30 Hr	Ayudante encofrador	45.774	13.732	
U07AI001	0,01 M3	Madera pino encofrar 26 mm.	384.834	3.848	
U06AA001	0,10 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	314	
U06DA010	0,05 Kg	Puntas plana 20x100	5.548	277	
			Suma la partida.....		34.816
			Costes indirectos	12,00%	4.178
			TOTAL PARTIDA.....		38.994

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y OCHO MIL NOVECIENTAS NOVENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

APARTADO F303 HORMIGONES AUXILIARES

F3031	M3	HOR. LIMP. HL-150/P/20 VERTIDO GRÚA			
		M3. Hormigón en masa para armar HL-150/P/20 de dosificación 150 Kg/m3, con tamaño máximo del árido de 20 mm. elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con pluma-grúa, vibrado y colocado			
U01AA011	0,60 Hr	Peón suelto	39.477	23.686	
A03KB010	0,60 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	10.444	
A02FA400	1,00 M3	HORMIGÓN HL-150/P/20 CENTRAL	158.239	158.239	
			Suma la partida.....		192.369
			Costes indirectos	12,00%	23.084
			TOTAL PARTIDA.....		215.453

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS QUINCE MIL CUATROCIENTAS CINCUENTA Y TRES PESOS CHILENOS

APARTADO F304 HORMIGONES PARA ARMAR

F3041	M3	HOR. HA-25/P/40/ Ila ZAP. V. G. CENT.			
		M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm. elaborado en central, en relleno de zapatas de cimentación, i/vertido con pluma-grúa, vibrado y colocación. Según			
U01AA011	0,75 Hr	Peón suelto	39.477	29.608	
A03KB010	0,65 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	11.315	
A02FA733	1,00 M3	HORM. HA-25/P/40/ Ila CENTRAL	212.724	212.724	
			Suma la partida.....		253.647
			Costes indirectos	12,00%	30.438
			TOTAL PARTIDA.....		284.085

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS OCHENTA Y CUATRO MIL OCHENTA Y CINCO PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO F4 EXCAVACIONES

F401	M3	EXCAV. MECÁNICA TERRENO FLOJO			
		M3. Excavación a cielo abierto, en terreno de consistencia floja, con retro-giro de 20 toneladas de 1,50 m3. de ca-			
U01AA010	0,05 Hr	Peón especializado	39.532	1.977	
U02FK012	0,04 Hr	Retro-giro 20 T cazo 1,50 m3	152.580	6.103	
U02FF001	0,02 Hr	Excavadora 2 M3.	160.902	3.218	
			Suma la partida.....		11.298
			Costes indirectos	12,00%	1.356
			TOTAL PARTIDA.....		12.654

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE MIL SEISCIENTAS CINCUENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

F402	M3	TRANS. INT. TIERRAS <1 KM. CAR. MEC.			
		M3. Transporte de tierras dentro de la misma parcela u obra, con un recorrido total de hasta 1km., en camión vol-			
A03CA005	0,01 Hr	CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3	144.808	1.448	
A03FB010	0,04 Hr	CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.	183.868	7.355	

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
					8.803
				12,00%	1.056
TOTAL PARTIDA					9.859

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL OCHOCIENTAS CINCUENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO F5 RELLENOS Y TERRAPLENES

F501	M3	RELL. ZANJAS MATER. EXCAVACIÓN			
		M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación incluso compactación 95% P.M.			
U01AA011	0,10 Hr	Peón suelto	39.477	3.948	
U39AA002	0,05 Hr	Retroexcavadora neumáticos	75.180	3.759	
U39AC005	0,10 Hr	Compactador manual	19.419	1.942	
					9.649
				12,00%	1.158
TOTAL PARTIDA					10.807

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ MIL OCHOCIENTAS SIETE PESOS CHILENOS

CAPÍTULO G EDIFICIO DE SERVICIOS

SUBCAPÍTULO G1 ELEMENTOS ESTRUCTURALES

G101	Kg	ACERO A42-27ES EN ELEMENT. ESTRUCT.			
		Kg. Acero laminado en perfiles S275, colocado en elementos estructurales aislados, tensión de rotura de 410 N/mm2, con ó sin soldadura, i/p.p. de placas de apoyo, y pintura antioxidante, dos capas, según CTE/ DB-SE-A.			
U01FG405	0,04 Hr	Montaje estructura metal.	49.380	1.975	
U06JA001	1,00 Kg	Acero laminado S275J0	2.830	2.830	
U36IA010	0,01 Lt	Minio electrolítico	26.910	269	
					5.074
				12,00%	609
TOTAL PARTIDA					5.683

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL SEISCIENTAS OCHENTA Y TRES PESOS CHILENOS

G102	Kg	ESTRUCT. PERF. CORREAS U EN FRÍO			
		ML. Correa de chapa conformada en frío tipo Z, calidad S275, con una tensión de rotura de 410 N/mm2, totalmente colocada y montada, i/ p.p. despuntes y piezas de montaje según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados			
U01FG405	0,03 Hr	Montaje estructura metal.	49.380	1.481	
U06MA110	1,00 Kg	Correa C ó Z en perfil conformado	3.107	3.107	
					4.588
				12,00%	551
TOTAL PARTIDA					5.139

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL CIENTO TREINTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO G2 CERRAMIENTOS

G202	M2	CUB. CHAPA GALV. 0,7 mm. PL-40/250			
		M2. Cubierta completa realizada con chapa de acero galvanizado de 0.7 mm. de espesor con perfil laminado tipo 40/250 de Aceralia ó similar, fijado a la estructura con ganchos o tornillos autorroscantes, i/ejecución de cumbreras			
U01FO340	1,00 M2	M.o.colocac.cubierta chapa	18.310	18.310	
U12NA072	1,10 M2	Ch.galv. 0,7mm Aceralia PL-40/250	20.113	22.124	
U12CZ015	3,00 Ud	Tom.autorroscante 6,3x120	499	1.497	
U12NA530	0,20 MI	Remat.galv. 0,7mm. des=500mm	10.597	2.119	
U12NA550	0,20 MI	Remat.galv. 0,7mm. des=750mm	16.090	3.218	
					47.268
				12,00%	5.672
TOTAL PARTIDA					52.940

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y DOS MIL NOVECIENTAS CUARENTA PESOS CHILENOS

G203	M2	MURO BLOQUE HORM. ARM. 40x20x30			
		M2. Muro de bloques huecos de hormigón gris FACOSA de 40x20x30 cm., para posterior terminación, i/armadura vertical formada por 4 redondos de D=12 mm. por cada ml y armadura horizontal formada por 2 redondos de D=6			

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
U01FJ235	1,00 M2	mm. por cada fila de bloques, relleno con hormigón HA-25/P/20/I y recibido con mortero de cemento y arena de			
U10AA010	11,00 Ud	Mano obra bloq.horm.arm.24cm	48.548	48.548	
A01JF006	0,03 M3	Bloq.horm.40x20x30 FACOSA	3.218	35.398	
A02FA721	0,20 M3	MORTERO CEMENTO (1/6) M 5	220.244	6.607	
U06GA001	7,28 Kg	HORM. HA-25/P/20/ y CENTRAL	209.950	41.990	
		Acero corrugado A42-27ES	1.803	13.126	

Suma la partida..... 145.669
 Costes indirectos 12,00% 17.480

TOTAL PARTIDA..... 163.149

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y TRES MIL CIENTO CUARENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

G204		ud PUERTA DE ALUMINIO TECHNAL 2,3x1m			
		M2. Carpintería completa de aluminio Technal en puertas, anodizado en color natural, con tirador, muelle de freno,			
U01AA007	0,50 Hr	Oficial primera	43.000	21.500	
U01AA011	0,50 Hr	Peón suelto	39.477	19.739	
U20JB005	2,30 M2	Carp. alum.Technal en puertas	926.131	2.130.101	

Suma la partida..... 2.171.340
 Costes indirectos 12,00% 260.561

TOTAL PARTIDA..... 2.431.901

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MILLONES CUATROCIENTAS TREINTA Y UNA MIL NOVECIENTAS UNA PESOS CHILENOS

G205		ud VENT. CORR. ALUMINIO 1,2x0,5m C/COMP.			
		M2. Ventana en hoja corredera de aluminio anodizado en color standard de 13 micras con cerco de 95x30 mm., hoja de 50x35 mm. y 1,4 mm. de espesor, para un acristalamiento máximo de 22 mm., consiguiendo una reducción del nivel acústico de 31 dB, mainel para persiana, cajón compacto de PVC de 140/150 mm. y persiana enrollable de aluminio térmico, herrajes de colgar, p.p. de cerradura Tesa o similar y costes indirectos. La transmitan-			
U01FX001	0,20 Hr	Oficial cerrajería	43.000	8.600	
U01FX003	0,30 Hr	Ayudante cerrajería	34.955	10.487	
U20DA005	0,60 M2	Carp. alum. anod. col. ventana corred. 50X35	286.822	172.093	
U20XC200	0,70 Ud	Cerradura embutir c/tetón Tesa 2240	53.320	37.324	
D21PF005	0,80 MI	CAJÓN C/ PERS. COMPACTO 140/150 MM.	160.522	128.418	

Suma la partida..... 356.922
 Costes indirectos 12,00% 42.831

TOTAL PARTIDA..... 399.753

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTAS NOVENTA Y NUEVE MIL SETECIENTAS CINCUENTA Y TRES PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO G3 CIMENTACIONES

APARTADO G301 BARRAS ACERO Y PLACAS

G3011		Kg ACERO CORRUGADO A42-27ES			
		Kg. Acero corrugado B 400-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despun-			
U01FA201	0,01 Hr	Oficial 1ª ferralla	49.935	499	
U01FA204	0,01 Hr	Ayudante ferralla	45.774	458	
U06AA001	0,01 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	31	
U06GA001	1,03 Kg	Acero corrugado A42-27ES	1.803	1.857	

Suma la partida..... 2.845
 Costes indirectos 12,00% 341

TOTAL PARTIDA..... 3.186

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL CIENTO OCHENTA Y SEIS PESOS CHILENOS

G3012		Ud PLACA CIME. C/PERNOS			
		Ud. Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano en cimentación de dimensiones 40x40x3 cm., con cuatro pernos de redondo liso de 16 mm. de diámetro con longitud cada uno de ellos de 60 cm., roscados, i/taladro central,			
U01FX001	0,30 Hr	Oficial cerrajería	43.000	12.900	
U01FX003	0,25 Hr	Ayudante cerrajería	34.955	8.739	
U01AA007	0,50 Hr	Oficial primera	43.000	21.500	
U06QH025	38,40 Kg	Chapón cortado a medida	3.329	127.834	
U06XW205	8,00 Ud	Pernos	3.801	30.408	

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)	
					Suma la partida.....	201.381
					Costes indirectos	24.166
					TOTAL PARTIDA.....	225.547

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS VEINTICINCO MIL QUINIENTAS CUARENTA Y SIETE PESOS CHILENOS

APARTADO G302 ENCOFRADOS

G3021	M2	ENCOF. MADERA ZAPAT. Y VIGAS				
		M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas, zanjas y vigas riostras de cimentación, consideran-				
U01FA103	0,30 Hr	Oficial 1º encofrador	55.484	16.645		
U01FA105	0,30 Hr	Ayudante encofrador	45.774	13.732		
U07AI001	0,01 M3	Madera pino encofrar 26 mm.	384.834	3.848		
U06AA001	0,10 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	314		
U06DA010	0,05 Kg	Puntas plana 20x100	5.548	277		
					Suma la partida.....	34.816
					Costes indirectos	4.178
					TOTAL PARTIDA.....	38.994

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y OCHO MIL NOVECIENTAS NOVENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

APARTADO G303 HORMIGONES AUXILIARES

G3031	M3	HOR. LIMP. HL-150/P/20 VERTIDO GRÚA				
		M3. Hormigón en masa HL-150/P/20 de dosificación 150 Kg/m3, con tamaño máximo del árido de 20 mm. elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con pluma-grúa, vibrado y colado				
U01AA011	0,60 Hr	Peón suelto	39.477	23.686		
A03KB010	0,60 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	10.444		
A02FA400	1,00 M3	HORMIGÓN HL-150/P/20 CENTRAL	158.239	158.239		
					Suma la partida.....	192.369
					Costes indirectos	23.084
					TOTAL PARTIDA.....	215.453

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS QUINCE MIL CUATROCIENTAS CINCUENTA Y TRES PESOS CHILENOS

APARTADO G304 HORMIGONES PARA ARMAR

G3041	M3	HOR. HA-25/P/40/ Ila ZAP. V. G. CENT.				
		M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm. elaborado en central, en relleno de zapatas de cimentación, i/vertido con pluma-grúa, vibrado y colocación. Según				
U01AA011	0,75 Hr	Peón suelto	39.477	29.608		
A03KB010	0,65 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	11.315		
A02FA733	1,00 M3	HORM. HA-25/P/40/ Ila CENTRAL	212.724	212.724		
					Suma la partida.....	253.647
					Costes indirectos	30.438
					TOTAL PARTIDA.....	284.085

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS OCHENTA Y CUATRO MIL OCHENTA Y CINCO PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO G4 ALBAÑILERIA

G401	M2	PINTURA AL TEMPLE LISO COLOR				
		M2. Pintura al temple liso color en paramentos verticales y horizontales dos manos, i/lijado, emplastecido y acabado				
U01FZ101	0,05 Hr	Oficial 1º pintor	43.000	2.150		
U01FZ105	0,05 Hr	Ayudante pintor	33.290	1.665		
U36CE001	0,50 Kg	Pasta de temple liso blanco	694	347		
U36KI001	0,01 Kg	Color Universal Procolor	145.089	1.451		
					Suma la partida.....	5.613
					Costes indirectos	674
					TOTAL PARTIDA.....	6.287

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS MIL DOSCIENTAS OCHENTA Y SIETE PESOS CHILENOS					
G402	M2	FALSO TECHO ESCAYOLA LISA C/FOSA			
		M2. Falso techo de placas de escayola lisa recibidas con pasta de escayola, incluso realización de juntas de dilatación, repaso de las juntas, montaje y desmontaje de andamiadas, y p.p. de moldura sencilla o fosa de escayola			
U01AA501	0,40 Hr	Cuadrilla A	102.743	41.097	
U14AA001	1,05 M2	Placa de escayola lisa	7.823	8.214	
U14AT201	1,00 MI	Fosa o media caña Yesyforma (87x85)	8.933	8.933	
A01CA001	0,01 M3	PASTA DE ESCAYOLA	355.163	3.552	
		Suma la partida.....			61.796
		Costes indirectos		12,00%	7.416
		TOTAL PARTIDA.....			69.212
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTAS DOCE PESOS CHILENOS					
G403	M2	TENDIDO DE YESO AL VIVO			
		M2. Tendido de yeso grueso YG al vivo y enlucido de yeso fino YF, de 15 mm. de espesor, sobre superficies horizontales y/o verticales, i/formación de rincones, aristas y otros remates, p.p. de guardavivos de chapa galvanizada			
U01AA011	0,09 Hr	Peón suelto	39.477	3.553	
U01FQ015	1,00 M2	Mano obr.guar./enluc.yeso vivo	16.645	16.645	
A01EA001	0,02 M3	PASTA DE YESO NEGRO	281.291	5.626	
U13NA005	0,05 MI	Guardavivos chapa galvanizada	3.107	155	
		Suma la partida.....			25.979
		Costes indirectos		12,00%	3.117
		TOTAL PARTIDA.....			29.096
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTINUEVE MIL NOVENTA Y SEIS PESOS CHILENOS					
G404	M2	TABIQUE TERMOARCILLA DE 4,8 cm.			
		M2. Tabique de 4,8 cm. de espesor de bloque cerámico de arcilla aligerada machiembreado (Termoarcilla) de 30x19x4,8 cm., tomado con mortero de cemento CEM III/A-P 32,5 R y arena de río M 10 según UNE-EN 998-2			
U01AA007	0,36 Hr	Oficial primera	43.000	15.480	
U01AA009	0,18 Hr	Ayudante	40.004	7.201	
U10GE003	16,60 Ud	Bloque termoarcilla base 30x19x4,8	2.025	33.615	
A01JF004	0,01 M3	MORTERO CEMENTO (1/4) M 10	236.550	2.366	
		Suma la partida.....			58.662
		Costes indirectos		12,00%	7.039
		TOTAL PARTIDA.....			65.701
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y CINCO MIL SETECIENTAS UNA PESOS CHILENOS					
G405	ud	PUERTA ABATIBLE ALUM. LAC. BL. 2,3x0,9m			
		M2. Puerta balconera en hojas abatibles de aluminio lacado en blanco con cerco de 50x40 mm., hoja de 70x48 mm. y 1,4 mm. de espesor, para un acristalamiento máximo de 30 mm. consiguiendo una reducción del nivel acústico de 39 dB, con zócalo inferior ciego de 40 cm., mainel para persiana, herrajes de colgar, p.p. de cerradura Tesa o similar y costes indirectos. Homologada con Clase 4 en el ensayo de permeabilidad al aire según norma UNE-EN 1026:2000. La transmitancia máxima es de 5,7 W/m2 K y cumple en las zonas A y B, según el			
U01FX001	0,20 Hr	Oficial cerrajería	43.000	8.600	
U01FX003	0,20 Hr	Ayudante cerrajería	34.955	6.991	
U20GB055	2,07 M2	Carp. alum. lac. bl. balcón abatible 50x40	346.827	717.932	
U20XC150	0,65 Ud	Cerr. embut. palanca basc. Tesa 2230	95.570	62.121	
		Suma la partida.....			795.644
		Costes indirectos		12,00%	95.477
		TOTAL PARTIDA.....			891.121
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTAS NOVENTA Y UNA MIL CIENTO VEINTIUNA PESOS CHILENOS					
G406	M2	F. T. AURATONE SLT FISSURED 60x60			
		M2. Falso techo desmontable, compuesto por paneles de fibra de roca revestidos en fábrica con una pintura vinilica blanca, decorados con superficie microperforada y resistentes al fuego M1, AURATONE SLT FISSURED, de DONN-USG, de 600x600x15 mm. y bordes rectos con ranura oculta, montado sobre perfilera oculta del sistema DP de DONN, compuesta por perfiles primarios cada 1500 mm. y perfiles secundarios, apoyados sobre éstos, de 1500 mm, todos ellos conformados con chapa de acero galvanizado perfilado en frío, completamente terminado, incluso ángulos de bordes y elementos de suspensión y sujeción, y parte proporcional de elementos de fijación a			
U01AA501	0,20 Hr	Cuadrilla A	102.743	20.549	
U14FT120	1,05 M2	Placa Aurat. SLT Fissured 60x60	26.965	28.313	
U14FT820	0,67 MI	Perfil primario DP-50 de DONN	8.905	5.966	
U14FT821	3,33 MI	Perfil secundario de 1500 mm.	2.580	8.591	

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
U14FT825	2,40 Ud	Pieza empalme primarios P-11	1.137	2.729	
U14FT824	0,80 Ud	Pieza suspensión P-120 DONN	694	555	
U14FA800	1,00 MI	Varilla roscada F-6 de DONN	1.304	1.304	
U14FA805	1,40 Ud	Tuerca EF-6 para var. roscada	28	39	
U14FA902	0,60 MI	Perfil borde DONN MI-205-SB	1.859	1.115	

Suma la partida..... 69.161
 Costes indirectos 12,00% 8.299

TOTAL PARTIDA..... 77.460

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y SIETE MIL CUATROCIENTAS SESENTA PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO G5 EXCAVACIONES

G501	M3	EXCAV. MECÁNICA TERRENO FLOJO			
		M3. Excavación a cielo abierto, en terreno de consistencia floja, con retro-giro de 20 toneladas de 1,50 m3. de ca-			
U01AA010	0,05 Hr	Peón especializado	39.532	1.977	
U02FK012	0,04 Hr	Retro-giro 20 T cazo 1,50 m3	152.580	6.103	
U02FF001	0,02 Hr	Excavadora 2 M3.	160.902	3.218	

Suma la partida..... 11.298
 Costes indirectos 12,00% 1.356

TOTAL PARTIDA..... 12.654

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE MIL SEISCIENTAS CINCUENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

G502	M3	TRANS. INT. TIERRAS <1 KM. CAR. MEC.			
		M3. Transporte de tierras dentro de la misma parcela u obra, con un recorrido total de hasta 1km., en camión vol-			
A03CA005	0,01 Hr	CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3	144.808	1.448	
A03FB010	0,04 Hr	CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.	183.868	7.355	

Suma la partida..... 8.803
 Costes indirectos 12,00% 1.056

TOTAL PARTIDA..... 9.859

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL OCHOCIENTAS CINCUENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO G6 RELLENOS Y TERRAPLENES

G601	M3	RELL. ZANJAS MATER. EXCAVACIÓN			
		M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación incluso compactación 95% P.M.			
U01AA011	0,10 Hr	Peón suelto	39.477	3.948	
U39AA002	0,05 Hr	Retroexcavadora neumáticos	75.180	3.759	
U39AC005	0,10 Hr	Compactador manual	19.419	1.942	

Suma la partida..... 9.649
 Costes indirectos 12,00% 1.158

TOTAL PARTIDA..... 10.807

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ MIL OCHOCIENTAS SIETE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO G7 EQUIPAMIENTO VESTUARIOS

G701	MI	BANCO VESTUARIO COMP. SIMPLE			
		MI. Banco vestuario realizado soportes metálicos y tablas de madera, formado por: el asiento, balda para calzado,			
U01AA501	1,00 Hr	Cuadrilla A	102.743	102.743	
U38TK050	1,00 MI	Banco con baldas y perchero sim.	550.535	550.535	

Suma la partida..... 653.278
 Costes indirectos 12,00% 78.393

TOTAL PARTIDA..... 731.671

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTAS TREINTA Y UNA MIL SEISCIENTAS SETENTA Y UNA PESOS CHILENOS

G702	Ud	TAQUILLA METÁLICA			
		Ud. Taquilla metálica para dos personas "Mecalux" color, medidas 1,80x0,50x0,25 m. totalmente montada e insta-			
U01AA009	0,40 Hr	Ayudante	40.004	16.002	
U01AA011	0,40 Hr	Peón suelto	39.477	15.791	
U38TK110	1,00 Ud	Taqui.2 puer.me.1,80x0,5x0,25m	373.737	373.737	

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
					Suma la partida..... 405.530
				Costes indirectos 12,00%	48.664
				TOTAL PARTIDA.....	454.194

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTAS CINCUENTA Y CUATRO MIL CIENTO NOVENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO G8 EQUIPAMIENTO GENERAL

G801	Ud	Silla operativa			
				Sin descomposición	
				TOTAL PARTIDA.....	48.926

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y OCHO MIL NOVECIENTAS VEINTISEIS PESOS CHILENOS

G802	Ud	Mesa recta con patas de metal en color gris. 180x80cm			
				Sin descomposición	
				TOTAL PARTIDA.....	162.588

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y DOS MIL QUINIENTAS OCHENTA Y OCHO PESOS CHILENOS

G803	Ud	Silla plástico			
				Sin descomposición	
				TOTAL PARTIDA.....	18.428

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO MIL CUATROCIENTAS VEINTIOCHO PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO G9 EQUIPAMIENTO LAB. Y OFICINA

G901	Ud	pH-metro			
				Sin descomposición	
				TOTAL PARTIDA.....	87.685

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y SIETE MIL SEISCIENTAS OCHENTA Y CINCO PESOS CHILENOS

G902	Ud	Conductímetro			
				Sin descomposición	
				TOTAL PARTIDA.....	81.196

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y UNA MIL CIENTO NOVENTA Y SEIS PESOS CHILENOS

G903	Ud	Estufa			
				Sin descomposición	
				TOTAL PARTIDA.....	935.422

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVECIENTAS TREINTA Y CINCO MIL CUATROCIENTAS VEINTIDOS PESOS CHILENOS

G904	Ud	Balanza analítica			
				Sin descomposición	
				TOTAL PARTIDA.....	812.463

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTAS DOCE MIL CUATROCIENTAS SESENTA Y TRES PESOS CHILENOS

G905	Ud	Termómetro			
				Sin descomposición	
				TOTAL PARTIDA.....	14.642

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE MIL SEISCIENTAS CUARENTA Y DOS PESOS CHILENOS

G906	Ud	Varios Laboratorio			
				Sin descomposición	
				TOTAL PARTIDA.....	195.004

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y CINCO MIL CUATRO PESOS CHILENOS

G907	Ud	Ordenador			
				Sin descomposición	
				TOTAL PARTIDA.....	292.507

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS NOVENTA Y DOS MIL QUINIENTAS SIETE PESOS CHILENOS

G908	Ud	Impresora			
				Sin descomposición	
				TOTAL PARTIDA.....	162.559

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y DOS MIL QUINIENTAS CINCUENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

G909	Ud	Telefono			
------	----	----------	--	--	--

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
Sin descomposición					
TOTAL PARTIDA.....					15.807

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE MIL OCHOCIENTAS SIETE PESOS CHILENOS

CAPÍTULO H SILOS

SUBCAPÍTULO H1 CIMENTACIONES

APARTADO H101 BARRAS ACERO

H1011	Kg	ACERO CORRUGADO A42-27ES			
		Kg. Acero corrugado B 400-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despun-			
U01FA201	0,01 Hr	Oficial 1ª ferralla	49.935	499	
U01FA204	0,01 Hr	Ayudante ferralla	45.774	458	
U06AA001	0,01 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	31	
U06GA001	1,03 Kg	Acero corrugado A42-27ES	1.803	1.857	
Suma la partida.....					2.845
Costes indirectos					12,00% 341
TOTAL PARTIDA.....					3.186

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL CIENTO OCHENTA Y SEIS PESOS CHILENOS

APARTADO H102 ENCOFRADOS

H1021	M2	ENCOF. MADERA ZAPAT. Y VIGAS			
		M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas, zanjas y vigas riostras de cimentación, consideran-			
U01FA103	0,30 Hr	Oficial 1ª encofrador	55.484	16.645	
U01FA105	0,30 Hr	Ayudante encofrador	45.774	13.732	
U07AI001	0,01 M3	Madera pino encofrar 26 mm.	384.834	3.848	
U06AA001	0,10 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	314	
U06DA010	0,05 Kg	Puntas plana 20x100	5.548	277	
Suma la partida.....					34.816
Costes indirectos					12,00% 4.178
TOTAL PARTIDA.....					38.994

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y OCHO MIL NOVECIENTAS NOVENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

H1022	M2	ENCOF. TABL. AGLOM. MUROS 2 C			
		M2. Encofrado y desencofrado a dos caras en muros con tablero de madera aglomerada de 25 mm. hasta 2.00			
U01FA103	0,95 Hr	Oficial 1ª encofrador	55.484	52.710	
U01FA105	0,95 Hr	Ayudante encofrador	45.774	43.485	
U07GA005	2,20 M2	Tablero encofrar 25 mm. 4 p.	8.933	19.653	
U07AI001	0,02 M3	Madera pino encofrar 26 mm.	384.834	7.697	
U06AA001	0,60 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	1.881	
U06DA010	0,36 Kg	Puntas plana 20x100	5.548	1.997	
U04PQ001	0,20 Lt	Sika Parement	5.160	1.032	
Suma la partida.....					128.455
Costes indirectos					12,00% 15.415
TOTAL PARTIDA.....					143.870

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y TRES MIL OCHOCIENTAS SETENTA PESOS CHILENOS

APARTADO H103 HORMIGONES AUXILIARES

H1031	M3	HOR. LIMP. HL-150/P/20 VERTIDO GRÚA			
		M3. Hormigón en masa HL-150/P/20 de dosificación 150 Kg/m3, con tamaño máximo del árido de 20 mm. elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con pluma-grúa, vibrado y colo-			
U01AA011	0,60 Hr	Peón suelto	39.477	23.686	
A03KB010	0,60 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	10.444	
A02FA400	1,00 M3	HORMIGÓN HL-150/P/20 CENTRAL	158.239	158.239	
Suma la partida.....					192.369
Costes indirectos					12,00% 23.084

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

TOTAL PARTIDA..... 215.453

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS QUINCE MIL CUATROCIENTAS CINCUENTA Y TRES PESOS CHILENOS

APARTADO H104 HORMIGONES PARA ARMAR

H1041	M3	HOR. HA-25/P/40/ Ila ZAP. V. G. CENT.			
		M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm. elaborado en central, en relleno de zapatas de cimentación, i/vertido con pluma-grúa, vibrado y colocación. Según			
U01AA011	0,75 Hr	Peón suelto	39.477	29.608	
A03KB010	0,65 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	11.315	
A02FA733	1,00 M3	HORM. HA-25/P/40/ Ila CENTRAL	212.724	212.724	
			Suma la partida.....		253.647
			Costes indirectos		12,00% 30.438
			TOTAL PARTIDA.....		284.085

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS OCHENTA Y CUATRO MIL OCHENTA Y CINCO PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO H2 EXCAVACIONES

H201	M3	EXCAV. MECÁNICA TERRENO FLOJO			
		M3. Excavación a cielo abierto, en terreno de consistencia floja, con retro-giro de 20 toneladas de 1,50 m3. de ca-			
U01AA010	0,05 Hr	Peón especializado	39.532	1.977	
U02FK012	0,04 Hr	Retro-giro 20 T cazo 1,50 m3	152.580	6.103	
U02FF001	0,02 Hr	Excavadora 2 M3.	160.902	3.218	
			Suma la partida.....		11.298
			Costes indirectos		12,00% 1.356
			TOTAL PARTIDA.....		12.654

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE MIL SEISCIENTAS CINCUENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

H202	M3	TRANS. INT. TIERRAS <1 KM. CAR. MEC.			
		M3. Transporte de tierras dentro de la misma parcela u obra, con un recorrido total de hasta 1km., en camión vol-			
A03CA005	0,01 Hr	CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3	144.808	1.448	
A03FB010	0,04 Hr	CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.	183.868	7.355	
			Suma la partida.....		8.803
			Costes indirectos		12,00% 1.056
			TOTAL PARTIDA.....		9.859

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL OCHOCIENTAS CINCUENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO H3 RELLENOS Y TERRAPLENES

H301	M3	RELL. ZANJAS MATER. EXCAVACIÓN			
		M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación incluso compactación 95% P.M.			
U01AA011	0,10 Hr	Peón suelto	39.477	3.948	
U39AA002	0,05 Hr	Retroexcavadora neumáticos	75.180	3.759	
U39AC005	0,10 Hr	Compactador manual	19.419	1.942	
			Suma la partida.....		9.649
			Costes indirectos		12,00% 1.158
			TOTAL PARTIDA.....		10.807

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ MIL OCHOCIENTAS SIETE PESOS CHILENOS

CAPÍTULO I FOSO

SUBCAPÍTULO I1 CIMENTACIONES

APARTADO I101 BARRAS ACERO

I1011	Kg	ACERO CORRUGADO A42-27ES			
		Kg. Acero corrugado B 400-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despun-			
U01FA201	0,01 Hr	Oficial 1ª ferralla	49.935	499	
U01FA204	0,01 Hr	Ayudante ferralla	45.774	458	

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
U06AA001	0,01 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	31	
U06GA001	1,03 Kg	Acero corrugado A42-27ES	1.803	1.857	
Suma la partida.....					2.845
Costes indirectos.....					12,00% 341
TOTAL PARTIDA.....					3.186

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL CIENTO OCHENTA Y SEIS PESOS CHILENOS

APARTADO I102 ENCOFRADOS

I1021		M2 ENCOF. MADERA ZAPAT. Y VIGAS			
M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas, zanjas y vigas riostras de cimentación, consideran-					
U01FA103	0,30 Hr	Oficial 1ª encofrador	55.484	16.645	
U01FA105	0,30 Hr	Ayudante encofrador	45.774	13.732	
U07AI001	0,01 M3	Madera pino encofrar 26 mm.	384.834	3.848	
U06AA001	0,10 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	314	
U06DA010	0,05 Kg	Puntas plana 20x100	5.548	277	
Suma la partida.....					34.816
Costes indirectos.....					12,00% 4.178
TOTAL PARTIDA.....					38.994

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y OCHO MIL NOVECIENTAS NOVENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

I1022		M2 ENCOF. TABL. AGLOM. MUROS 2 C			
M2. Encofrado y desencofrado a dos caras en muros con tablero de madera aglomerada de 25 mm. hasta 2.00					
U01FA103	0,95 Hr	Oficial 1ª encofrador	55.484	52.710	
U01FA105	0,95 Hr	Ayudante encofrador	45.774	43.485	
U07GA005	2,20 M2	Tablero encofrar 25 mm. 4 p.	8.933	19.653	
U07AI001	0,02 M3	Madera pino encofrar 26 mm.	384.834	7.697	
U06AA001	0,60 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	1.881	
U06DA010	0,36 Kg	Puntas plana 20x100	5.548	1.997	
U04PQ001	0,20 Lt	Sika Parement	5.160	1.032	
Suma la partida.....					128.455
Costes indirectos.....					12,00% 15.415
TOTAL PARTIDA.....					143.870

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y TRES MIL OCHOCIENTAS SETENTA PESOS CHILENOS

APARTADO I103 HORMIGONES AUXILIARES

I1031		M3 HOR. LIMP. HL-150/P/20 VERTIDO GRÚA			
M3. Hormigón en masa HL-150/P/20 de dosificación 150 Kg/m3, con tamaño máximo del árido de 20 mm. elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con pluma-grúa, vibrado y colocado					
U01AA011	0,60 Hr	Peón suelto	39.477	23.686	
A03KB010	0,60 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	10.444	
A02FA400	1,00 M3	HORMIGÓN HL-150/P/20 CENTRAL	158.239	158.239	
Suma la partida.....					192.369
Costes indirectos.....					12,00% 23.084
TOTAL PARTIDA.....					215.453

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS QUINCE MIL CUATROCIENTAS CINCUENTA Y TRES PESOS CHILENOS

APARTADO I104 HORMIGONES PARA ARMAR

I1041		M3 HOR. HA-25/P/40/ Ila ZAP. V. G. CENT.			
M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm. elaborado en central, en relleno de zapatas de cimentación, i/vertido con pluma-grúa, vibrado y colocación. Según					
U01AA011	0,75 Hr	Peón suelto	39.477	29.608	
A03KB010	0,65 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	11.315	
A02FA733	1,00 M3	HORM. HA-25/P/40/ Ila CENTRAL	212.724	212.724	
Suma la partida.....					253.647
Costes indirectos.....					12,00% 30.438

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

TOTAL PARTIDA..... 284.085

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS OCHENTA Y CUATRO MIL OCHENTA Y CINCO PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO I2 EXCAVACIONES

I201	M3	EXCAV. MECÁNICA TERRENO FLOJO			
		M3. Excavación a cielo abierto, en terreno de consistencia floja, con retro-giro de 20 toneladas de 1,50 m3. de ca-			
U01AA010	0,05 Hr	Peón especializado	39.532	1.977	
U02FK012	0,04 Hr	Retro-giro 20 T cazo 1,50 m3	152.580	6.103	
U02FF001	0,02 Hr	Excavadora 2 M3.	160.902	3.218	
			Suma la partida.....		11.298
			Costes indirectos	12,00%	1.356

TOTAL PARTIDA..... 12.654

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE MIL SEISCIENTAS CINCUENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

I202	M3	TRANS. INT. TIERRAS <1 KM. CAR. MEC.			
		M3. Transporte de tierras dentro de la misma parcela u obra, con un recorrido total de hasta 1km., en camión vol-			
A03CA005	0,01 Hr	CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3	144.808	1.448	
A03FB010	0,04 Hr	CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.	183.868	7.355	
			Suma la partida.....		8.803
			Costes indirectos	12,00%	1.056

TOTAL PARTIDA..... 9.859

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL OCHOCIENTAS CINCUENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO I3 RELLENOS Y TERRAPLENES

I301	M3	RELL. ZANJAS MATER. EXCAVACIÓN			
		M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación incluso compactación 95% P.M.			
U01AA011	0,10 Hr	Peón suelto	39.477	3.948	
U39AA002	0,05 Hr	Retroexcavadora neumáticos	75.180	3.759	
U39AC005	0,10 Hr	Compactador manual	19.419	1.942	
			Suma la partida.....		9.649
			Costes indirectos	12,00%	1.158

TOTAL PARTIDA..... 10.807

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ MIL OCHOCIENTAS SIETE PESOS CHILENOS

CAPÍTULO J DEPÓSITO

SUBCAPÍTULO J1 CIMENTACIONES

APARTADO J101 BARRAS ACERO

J1011	Kg	ACERO CORRUGADO A42-27ES			
		Kg. Acero corrugado B 400-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despun-			
U01FA201	0,01 Hr	Oficial 1ª ferralla	49.935	499	
U01FA204	0,01 Hr	Ayudante ferralla	45.774	458	
U06AA001	0,01 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	31	
U06GA001	1,03 Kg	Acero corrugado A42-27ES	1.803	1.857	
			Suma la partida.....		2.845
			Costes indirectos	12,00%	341

TOTAL PARTIDA..... 3.186

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL CIENTO OCHENTA Y SEIS PESOS CHILENOS

APARTADO J102 ENCOFRADOS

J1021	M2	ENCOF. MADERA ZAPAT. Y VIGAS			
		M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas, zanjas y vigas riostras de cimentación, consideran-			
U01FA103	0,30 Hr	Oficial 1ª encofrador	55.484	16.645	
U01FA105	0,30 Hr	Ayudante encofrador	45.774	13.732	

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
U07AI001	0,01 M3	Madera pino encofrar 26 mm.	384.834	3.848	
U06AA001	0,10 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	314	
U06DA010	0,05 Kg	Puntas plana 20x100	5.548	277	

Suma la partida..... 34.816
 Costes indirectos 12,00% 4.178

TOTAL PARTIDA..... 38.994

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y OCHO MIL NOVECIENTAS NOVENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

J1022

M2 ENCOF. TABL. AGLOM. MUROS 2 C

M2. Encofrado y desencofrado a dos caras en muros con tablero de madera aglomerada de 25 mm. hasta 2.00

U01FA103	0,95 Hr	Oficial 1º encofrador	55.484	52.710	
U01FA105	0,95 Hr	Ayudante encofrador	45.774	43.485	
U07GA005	2,20 M2	Tablero encofrar 25 mm. 4 p.	8.933	19.653	
U07AI001	0,02 M3	Madera pino encofrar 26 mm.	384.834	7.697	
U06AA001	0,60 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	1.881	
U06DA010	0,36 Kg	Puntas plana 20x100	5.548	1.997	
U04PQ001	0,20 Lt	Sika Parement	5.160	1.032	

Suma la partida..... 128.455
 Costes indirectos 12,00% 15.415

TOTAL PARTIDA..... 143.870

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y TRES MIL OCHOCIENTAS SETENTA PESOS CHILENOS

APARTADO J103 HORMIGONES AUXILIARES

J1031

M3 HOR. LIMP. HL-150/P/20 VERTIDO GRÚA

M3. Hormigón en masa HL-150/P/20 de dosificación 150 Kg/m3, con tamaño máximo del árido de 20 mm. elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con pluma-grúa, vibrado y colocado

U01AA011	0,60 Hr	Peón suelto	39.477	23.686	
A03KB010	0,60 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	10.444	
A02FA400	1,00 M3	HORMIGÓN HL-150/P/20 CENTRAL	158.239	158.239	

Suma la partida..... 192.369
 Costes indirectos 12,00% 23.084

TOTAL PARTIDA..... 215.453

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS QUINCE MIL CUATROCIENTAS CINCUENTA Y TRES PESOS CHILENOS

APARTADO J104 HORMIGONES PARA ARMAR

J1041

M3 HOR. HA-25/P/40/ Ila ZAP. V. G. CENT.

M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm. elaborado en central, en relleno de zapatas de cimentación, i/vertido con pluma-grúa, vibrado y colocación. Según

U01AA011	0,75 Hr	Peón suelto	39.477	29.608	
A03KB010	0,65 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	11.315	
A02FA733	1,00 M3	HORM. HA-25/P/40/ Ila CENTRAL	212.724	212.724	

Suma la partida..... 253.647
 Costes indirectos 12,00% 30.438

TOTAL PARTIDA..... 284.085

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS OCHENTA Y CUATRO MIL OCHENTA Y CINCO PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO J2 EXCAVACIONES

J201

M3 EXCAV. MECÁNICA TERRENO FLOJO

M3. Excavación a cielo abierto, en terreno de consistencia floja, con retro-giro de 20 toneladas de 1,50 m3. de ca-

U01AA010	0,05 Hr	Peón especializado	39.532	1.977	
U02FK012	0,04 Hr	Retro-giro 20 T cazo 1,50 m3	152.580	6.103	
U02FF001	0,02 Hr	Excavadora 2 M3.	160.902	3.218	

Suma la partida..... 11.298
 Costes indirectos 12,00% 1.356

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
TOTAL PARTIDA.....					12.654
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE MIL SEISCIENTAS CINCUENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS					
J202	M3	TRANS. INT. TIERRAS <1 KM. CAR. MEC.			
M3. Transporte de tierras dentro de la misma parcela u obra, con un recorrido total de hasta 1km., en camión vol-					
A03CA005	0,01 Hr	CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3	144.808	1.448	
A03FB010	0,04 Hr	CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.	183.868	7.355	

Suma la partida..... 8.803
 Costes indirectos 12,00% 1.056

TOTAL PARTIDA..... 9.859

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL OCHOCIENTAS CINCUENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO J3 RELLENOS Y TERRAPLENES

J301	M3	RELL. ZANJAS MATER. EXCAVACIÓN			
M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación incluso compactación 95% P.M.					
U01AA011	0,10 Hr	Peón suelto	39.477	3.948	
U39AA002	0,05 Hr	Retroexcavadora neumáticos	75.180	3.759	
U39AC005	0,10 Hr	Compactador manual	19.419	1.942	

Suma la partida..... 9.649
 Costes indirectos 12,00% 1.158

TOTAL PARTIDA..... 10.807

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ MIL OCHOCIENTAS SIETE PESOS CHILENOS

CAPÍTULO K BIOFILTRO

SUBCAPÍTULO K1 CIMENTACIONES

APARTADO K101 BARRAS ACERO

K1011	Kg	ACERO CORRUGADO A42-27ES			
Kg. Acero corrugado B 400-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despun-					
U01FA201	0,01 Hr	Oficial 1ª ferralla	49.935	499	
U01FA204	0,01 Hr	Ayudante ferralla	45.774	458	
U06AA001	0,01 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	31	
U06GA001	1,03 Kg	Acero corrugado A42-27ES	1.803	1.857	

Suma la partida..... 2.845
 Costes indirectos 12,00% 341

TOTAL PARTIDA..... 3.186

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL CIENTO OCHENTA Y SEIS PESOS CHILENOS

APARTADO K102 ENCOFRADOS

K1021	M2	ENCOF. MADERA ZAPAT. Y VIGAS			
M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas, zanjas y vigas riostras de cimentación, consideran-					
U01FA103	0,30 Hr	Oficial 1ª encofrador	55.484	16.645	
U01FA105	0,30 Hr	Ayudante encofrador	45.774	13.732	
U07AI001	0,01 M3	Madera pino encofrar 26 mm.	384.834	3.848	
U06AA001	0,10 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	314	
U06DA010	0,05 Kg	Puntas plana 20x100	5.548	277	

Suma la partida..... 34.816
 Costes indirectos 12,00% 4.178

TOTAL PARTIDA..... 38.994

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y OCHO MIL NOVECIENTAS NOVENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

K1022	M2	ENCOF. TABL. AGLOM. MUROS 2 C			
M2. Encofrado y desencofrado a dos caras en muros con tablero de madera aglomerada de 25 mm. hasta 2.00					
U01FA103	0,95 Hr	Oficial 1ª encofrador	55.484	52.710	
U01FA105	0,95 Hr	Ayudante encofrador	45.774	43.485	

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
U07GA005	2,20 M2	Tablero encofrar 25 mm. 4 p.	8.933	19.653	
U07AI001	0,02 M3	Madera pino encofrar 26 mm.	384.834	7.697	
U06AA001	0,60 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	1.881	
U06DA010	0,36 Kg	Puntas plana 20x100	5.548	1.997	
U04PQ001	0,20 Lt	Sika Parement	5.160	1.032	

Suma la partida..... 128.455
 Costes indirectos 12,00% 15.415

TOTAL PARTIDA..... 143.870

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y TRES MIL OCHOCIENTAS SETENTA PESOS CHILENOS

APARTADO K103 HORMIGONES AUXILIARES

K1031	M3	HOR. LIMP. HL-150/P/20 VERTIDO GRÚA			
		M3. Hormigón en masa HL-150/P/20 de dosificación 150 Kg/m3, con tamaño máximo del árido de 20 mm. elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con pluma-grúa, vibrado y colocado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con pluma-grúa, vibrado y colocado			
U01AA011	0,60 Hr	Peón suelto	39.477	23.686	
A03KB010	0,60 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	10.444	
A02FA400	1,00 M3	HORMIGÓN HL-150/P/20 CENTRAL	158.239	158.239	

Suma la partida..... 192.369
 Costes indirectos 12,00% 23.084

TOTAL PARTIDA..... 215.453

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS QUINCE MIL CUATROCIENTAS CINCUENTA Y TRES PESOS CHILENOS

APARTADO K104 HORMIGONES PARA ARMAR

K1041	M3	HOR. HA-25/P/40/ Ila ZAP. V. G. CENT.			
		M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm. elaborado en central, en relleno de zapatas de cimentación, i/vertido con pluma-grúa, vibrado y colocación. Según			
U01AA011	0,75 Hr	Peón suelto	39.477	29.608	
A03KB010	0,65 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	11.315	
A02FA733	1,00 M3	HORM. HA-25/P/40/ Ila CENTRAL	212.724	212.724	

Suma la partida..... 253.647
 Costes indirectos 12,00% 30.438

TOTAL PARTIDA..... 284.085

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS OCHENTA Y CUATRO MIL OCHENTA Y CINCO PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO K2 EXCAVACIONES

K201	M3	EXCAV. MECÁNICA TERRENO FLOJO			
		M3. Excavación a cielo abierto, en terreno de consistencia floja, con retro-giro de 20 toneladas de 1,50 m3. de ca-			
U01AA010	0,05 Hr	Peón especializado	39.532	1.977	
U02FK012	0,04 Hr	Retro-giro 20 T cazo 1,50 m3	152.580	6.103	
U02FF001	0,02 Hr	Excavadora 2 M3.	160.902	3.218	

Suma la partida..... 11.298
 Costes indirectos 12,00% 1.356

TOTAL PARTIDA..... 12.654

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE MIL SEISCIENTAS CINCUENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

K202	M3	TRANS. INT. TIERRAS <1 KM. CAR. MEC.			
		M3. Transporte de tierras dentro de la misma parcela u obra, con un recorrido total de hasta 1km., en camión vol-			
A03CA005	0,01 Hr	CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3	144.808	1.448	
A03FB010	0,04 Hr	CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.	183.868	7.355	

Suma la partida..... 8.803
 Costes indirectos 12,00% 1.056

TOTAL PARTIDA..... 9.859

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL OCHOCIENTAS CINCUENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

SUBCAPÍTULO K3 RELLENOS Y TERRAPLENES

K301	M3	RELL. ZANJAS MATER. EXCAVACIÓN			
		M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación incluso compactación 95% P.M.			
U01AA011	0,10 Hr	Peón suelto	39.477	3.948	
U39AA002	0,05 Hr	Retroexcavadora neumáticos	75.180	3.759	
U39AC005	0,10 Hr	Compactador manual	19.419	1.942	
				Suma la partida.....	9.649
				Costes indirectos	12,00% 1.158
				TOTAL PARTIDA.....	10.807

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ MIL OCHOCIENTAS SIETE PESOS CHILENOS

CAPÍTULO L BÁSCULA Y CASETA

SUBCAPÍTULO L1 BÁSCULA

L101	Ud	Báscula puente electrónica 16x3m, y 60 ton., Trans. y Montaje			
			Sin descomposición		
				TOTAL PARTIDA.....	13.704.882

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE MILLONES SETECIENTAS CUATRO MIL OCHOCIENTAS OCHENTA Y DOS PESOS CHILENOS

L102	M2	PAVIMENTO HORMIGÓN E=15 CM. con MALLAZO 15x15 cm. D=6 mm.			
		M2. Pavimento de 15 cm. de espesor con hormigón en masa, vibrado, de resistencia característica HM-20 N/mm2., tamaño máximo 40 mm. y consistencia plástica, acabado con textura superficial ranurada, para calza-			
U01FA201	0,07 Hr	Oficial 1ª ferralla	49.935	3.495	
U01FA204	0,07 Hr	Ayudante ferralla	45.774	3.204	
U06AA001	0,02 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	63	
U06GA001	2,85 Kg	Acero corrugado A42-27ES	1.803	5.139	
U01AA501	0,08 Hr	Cuadrilla A	102.743	8.219	
A02AA510	0,15 M3	HORMIGÓN HNE-20/P/40 elab. obra	311.353	46.703	
U37GA000	0,03 Hr	Regla vibradora	4.023	121	
				Suma la partida.....	66.944
				Costes indirectos	12,00% 8.033
				TOTAL PARTIDA.....	74.977

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y CUATRO MIL NOVECIENTAS SETENTA Y SIETE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO L2 CASETA

L201	M2	PINTURA AL TEMPLE LISO COLOR			
		M2. Falso techo de placas de escayola lisa recibidas con pasta de escayola, incluso realización de juntas de dilatación, repaso de las juntas, montaje y desmontaje de andamiadas, y p.p. de moldura sencilla o fosa de escayola			
U01AA501	0,40 Hr	Cuadrilla A	102.743	41.097	
U14AA001	1,05 M2	Placa de escayola lisa	7.823	8.214	
U14AT201	1,00 Ml	Fosa o media caña Yesyforma (87x85)	8.933	8.933	
A01CA001	0,01 M3	PASTA DE ESCAYOLA	355.163	3.552	
				Suma la partida.....	61.796
				Costes indirectos	12,00% 7.416
				TOTAL PARTIDA.....	69.212

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTAS DOCE PESOS CHILENOS

L202	M2	ENCOF. MADERA ZAPAT. Y VIGAS			
		M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas, zanjas y vigas riostras de cimentación, consideran-			
U01FA103	0,30 Hr	Oficial 1ª encofrador	55.484	16.645	
U01FA105	0,30 Hr	Ayudante encofrador	45.774	13.732	
U07AI001	0,01 M3	Madera pino encofrar 26 mm.	384.834	3.848	
U06AA001	0,10 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	314	
U06DA010	0,05 Kg	Puntas plana 20x100	5.548	277	
				Suma la partida.....	34.816
				Costes indirectos	12,00% 4.178

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
TOTAL PARTIDA.....					38.994
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y OCHO MIL NOVECIENTAS NOVENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS					
L203	M3	HOR. LIMP. HL-150/P/20 VERTIDO GRÚA M3. Hormigón en masa HL-150/P/20 de dosificación 150 Kg/m3, con tamaño máximo del árido de 20 mm. elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con pluma-grúa, vibrado y colocación. El espesor mínimo será de 10 cm., según CTE/DB-SE-C y EHE-08.			
U01AA011	0,60 Hr	Peón suelto	39.477	23.686	
A03KB010	0,60 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	10.444	
A02FA400	1,00 M3	HORMIGÓN HL-150/P/20 CENTRAL	158.239	158.239	
Suma la partida.....					192.369
Costes indirectos					12,00% 23.084
TOTAL PARTIDA.....					215.453
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS QUINCE MIL CUATROCIENTAS CINCUENTA Y TRES PESOS CHILENOS					
L204	M3	HOR. HA-25/P/40/ Ila ZAP. V. G. CENT. M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm. elaborado en central, en relleno de zapatas de cimentación, i/vertido con pluma-grúa, vibrado y colocación. Según			
U01AA011	0,75 Hr	Peón suelto	39.477	29.608	
A03KB010	0,65 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	11.315	
A02FA733	1,00 M3	HORM. HA-25/P/40/ Ila CENTRAL	212.724	212.724	
Suma la partida.....					253.647
Costes indirectos					12,00% 30.438
TOTAL PARTIDA.....					284.085
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS OCHENTA Y CUATRO MIL OCHENTA Y CINCO PESOS CHILENOS					
L205	Kg	ESTRUCT. PERF. CORREAS U EN FRÍO Ml. Correa de chapa conformada en frío tipo Z, calidad S275, con una tensión de rotura de 410 N/mm2, totalmente colocada y montada, i/ p.p. despuntes y piezas de montaje según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados			
U01FG405	0,03 Hr	Montaje estructura metal.	49.380	1.481	
U06MA110	1,00 Kg	Correa C ó Z en perfil conformado	3.107	3.107	
Suma la partida.....					4.588
Costes indirectos					12,00% 551
TOTAL PARTIDA.....					5.139
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL CIENTO TREINTA Y NUEVE PESOS CHILENOS					
L206	M2	TENDIDO DE YESO AL VIVO M2. Tendido de yeso grueso YG al vivo y enlucido de yeso fino YF, de 15 mm. de espesor, sobre superficies horizontales y/o verticales, i/formación de rincones, aristas y otros remates, p.p. de guardavivos de chapa galvanizada			
U01AA011	0,09 Hr	Peón suelto	39.477	3.553	
U01FQ015	1,00 M2	Mano obr.guar./enluc.yeso vivo	16.645	16.645	
A01EA001	0,02 M3	PASTA DE YESO NEGRO	281.291	5.626	
U13NA005	0,05 MI	Guardavivos chapa galvanizada	3.107	155	
Suma la partida.....					25.979
Costes indirectos					12,00% 3.117
TOTAL PARTIDA.....					29.096
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTINUEVE MIL NOVENTA Y SEIS PESOS CHILENOS					
L207	M2	F. T. AURATONE SLT FISSURED 60x60 M2. Falso techo desmontable, compuesto por paneles de fibra de roca revestidos en fábrica con una pintura vinílica blanca, decorados con superficie microperforada y resistentes al fuego M1, AURATONE SLT FISSURED, de DONN-USG, de 600x600x15 mm. y bordes rectos con ranura oculta, montado sobre perfilera oculta del sistema DP de DONN, compuesta por perfiles primarios cada 1500 mm. y perfiles secundarios, apoyados sobre éstos, de 1500 mm, todos ellos conformados con chapa de acero galvanizado perfilado en frío, completamente terminado, incluso ángulos de bordes y elementos de suspensión y sujeción, y parte proporcional de elementos de fijación a			
U01AA501	0,20 Hr	Cuadrilla A	102.743	20.549	
U14FT120	1,05 M2	Placa Aurat. SLT Fissured 60x60	26.965	28.313	
U14FT820	0,67 MI	Perfil primario DP-50 de DONN	8.905	5.966	
U14FT821	3,33 MI	Perfil secundario de 1500 mm.	2.580	8.591	
U14FT825	2,40 Ud	Pieza empalme primarios P-11	1.137	2.729	
U14FT824	0,80 Ud	Pieza suspensión P-120 DONN	694	555	

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
U14FA800	1,00 MI	Varilla roscada F-6 de DONN	1.304	1.304	
U14FA805	1,40 Ud	Tuerca EF-6 para var. roscada	28	39	
U14FA902	0,60 MI	Perfil borde DONN MI-205-SB	1.859	1.115	
Suma la partida.....					69.161
Costes indirectos					12,00% 8.299
TOTAL PARTIDA.....					77.460
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y SIETE MIL CUATROCIENTAS SESENTA PESOS CHILENOS					
L208	M2	CUB. CHAPA GALV. 0,7 mm. PL-40/250			
M2. Cubierta completa realizada con chapa de acero galvanizado de 0.7 mm. de espesor con perfil laminado tipo 40/250 de Aceralia ó similar, fijado a la estructura con ganchos o tornillos autorroscantes, i/ejecución de cumbreras					
U01FO340	1,00 M2	M.o.colocac.cubierta chapa	18.310	18.310	
U12NA072	1,10 M2	Ch.galv. 0,7mm Aceralia PL-40/250	20.113	22.124	
U12CZ015	3,00 Ud	Torn.autorroscante 6,3x120	499	1.497	
U12NA530	0,20 MI	Remat.galv. 0,7mm. des=500mm	10.597	2.119	
U12NA550	0,20 MI	Remat.galv. 0,7mm. des=750mm	16.090	3.218	
Suma la partida.....					47.268
Costes indirectos					12,00% 5.672
TOTAL PARTIDA.....					52.940
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y DOS MIL NOVECIENTAS CUARENTA PESOS CHILENOS					
L209	ud	PUERTA DE ALUMINIO TECHNAL 2,3x1m			
M2. Carpintería completa de aluminio Technal en puertas, anodizado en color natural, con tirador, muelle de freno,					
U01AA007	0,50 Hr	Oficial primera	43.000	21.500	
U01AA011	0,50 Hr	Peón suelto	39.477	19.739	
U20JB005	2,30 M2	Carp. alum.Technal en puertas	926.131	2.130.101	
Suma la partida.....					2.171.340
Costes indirectos					12,00% 260.561
TOTAL PARTIDA.....					2.431.901
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MILLONES CUATROCIENTAS TREINTA Y UNA MIL NOVECIENTAS UNA PESOS CHILENOS					
L2010	M2	MURO BLOQUE HORM. ARM. 40x20x30			
M2. Muro de bloques huecos de hormigón gris FACOSA de 40x20x30 cm., para posterior terminación, i/armadura vertical formada por 4 redondos de D=12 mm. por cada ml y armadura horizontal formada por 2 redondos de D=6 mm. por cada fila de bloques, relleno con hormigón HA-25/P/20/I y recibido con mortero de cemento y arena de río M 5 según UNE-EN 998-2, i/vertido, colocación, vibrado y rejuntado según CTE/ DB-SE-F.					
U01FJ235	1,00 M2	Mano obra bloq.horm.arm.24cm	48.548	48.548	
U10AA010	11,00 Ud	Bloq.horm.40x20x30 FACOSA	3.218	35.398	
A01JF006	0,03 M3	MORTERO CEMENTO (1/6) M 5	220.244	6.607	
A02FA721	0,20 M3	HORM. HA-25/P/20/ y CENTRAL	209.950	41.990	
U06GA001	7,28 Kg	Acero corrugado A42-27ES	1.803	13.126	
Suma la partida.....					145.669
Costes indirectos					12,00% 17.480
TOTAL PARTIDA.....					163.149
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y TRES MIL CIENTO CUARENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS					
L2011	ud	VENT. CORR. ALUMINIO 1,2x0,5m C/COMP.			
M2. Ventana en hoja corredera de aluminio anodizado en color standard de 13 micras con cerco de 95x30 mm., hoja de 50x35 mm. y 1,4 mm. de espesor, para un acristalamiento máximo de 22 mm., consiguiendo una reducción del nivel acústico de 31 dB, mainel para persiana, cajón compacto de PVC de 140/150 mm. y persiana enrollable de aluminio térmico, herrajes de colgar, p.p. de cerradura Tesa o similar y costes indirectos. La transmitan-					
U01FX001	0,20 Hr	Oficial cerrajería	43.000	8.600	
U01FX003	0,30 Hr	Ayudante cerrajería	34.955	10.487	
U20DA005	0,60 M2	Carp. alum. anod. col. ventana corred. 50X35	286.822	172.093	
U20XC200	0,70 Ud	Cerradura embutir c/tetón Tesa 2240	53.320	37.324	
D21PF005	0,80 MI	CAJÓN C/ PERS. COMPACTO 140/150 MM.	160.522	128.418	
Suma la partida.....					356.922
Costes indirectos					12,00% 42.831
TOTAL PARTIDA.....					399.753

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTAS NOVENTA Y NUEVE MIL SETECIENTAS CINCUENTA Y TRES PESOS CHILENOS

L2012 M3 EXCAV. MECÁNICA TERRENO FLOJO					
M3. Excavación a cielo abierto, en terreno de consistencia floja, con retro-giro de 20 toneladas de 1,50 m3. de ca-					
U01AA010	0,05 Hr	Peón especializado	39.532	1.977	
U02FK012	0,04 Hr	Retro-giro 20 T cazo 1,50 m3	152.580	6.103	
U02FF001	0,02 Hr	Excavadora 2 M3.	160.902	3.218	
Suma la partida.....					11.298
Costes indirectos					1.356
TOTAL PARTIDA.....					12.654

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE MIL SEISCIENTAS CINCUENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

L2013 M3 TRANS. INT. TIERRAS <1 KM. CAR. MEC.					
M3. Transporte de tierras dentro de la misma parcela u obra, con un recorrido total de hasta 1km., en camión vol-					
A03CA005	0,01 Hr	CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3	144.808	1.448	
A03FB010	0,04 Hr	CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.	183.868	7.355	
Suma la partida.....					8.803
Costes indirectos					1.056
TOTAL PARTIDA.....					9.859

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL OCHOCIENTAS CINCUENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

L2014 M3 REL. ZANJAS MATER. EXCAVACIÓN					
M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación incluso compactación 95% P.M.					
U01AA011	0,10 Hr	Peón suelto	39.477	3.948	
U39AA002	0,05 Hr	Retroexcavadora neumáticos	75.180	3.759	
U39AC005	0,10 Hr	Compactador manual	19.419	1.942	
Suma la partida.....					9.649
Costes indirectos					1.158
TOTAL PARTIDA.....					10.807

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ MIL OCHOCIENTAS SIETE PESOS CHILENOS

L2015 Ud EXTRACTOR ASEO CUADRADO C/T					
Ud. Extractor para aseos, modelo EDM-80T cuadrado de S&P, con temporizador electrónico, para un caudal de 80					
U01FY310	0,20 Hr	Oficial primera climatización	43.277	8.655	
U32GD005	1,00 Ud	Extractor baño EDM-80 T	89.301	89.301	
U32GD050	5,00 MI	Tubo flexible de alumin D=100mm	8.489	42.445	
Suma la partida.....					140.401
Costes indirectos					16.848
TOTAL PARTIDA.....					157.249

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y SIETE MIL DOSCIENTAS CUARENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

CAPÍTULO M RED HORIZ. DE SANEAMIENTO Y AGUAS LIMPIAS

SUBCAPÍTULO M1 TUBERÍAS

APARTADO M101 BAJANTES

M1011 MI TUBERÍA PVC 110 mm. BAJANTE					
MI. Tubería de PVC sanitaria serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm. de espesor, unión por adhesivo, color gris, colocada en bajantes y red de saneamiento horizontal colgada, con una pendiente mínima del 1 %, i/ p.p. de					
U01AA007	0,30 Hr	Oficial primera	43.000	12.900	
U01AA010	0,30 Hr	Peón especializado	39.532	11.860	
U05AG002	1,25 MI	Tubería PVC sanitario D=110	8.295	10.369	
U05AG031	0,70 Ud	Abrazadera tubo PVC D=110	3.135	2.195	
U05AG040	0,01 Kg	Pegamento PVC	27.659	277	
Suma la partida.....					37.601
Costes indirectos					4.512
TOTAL PARTIDA.....					42.113

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y DOS MIL CIENTO TRECE PESOS CHILENOS					
M1012	MI	TUBERÍA PVC 50 mm. BAJANTE			
		Ml. Tubería de PVC sanitaria serie B, de 75 mm de diámetro, unión por adhesivo, color gris, colocada en bajantes y red de saneamiento horizontal colgada, con una pendiente mínima del 1 %, i/ p.p. de piezas especiales según			
U01AA007	0,30 Hr	Oficial primera	43.000	12.900	
U01AA010	0,30 Hr	Peón especializado	39.532	11.860	
U05AG000	1,25 MI	Tubería PVC sanitario D=50	4.688	5.860	
U05AG029	0,70 Ud	Abrazadera tubo PVC D=50	2.691	1.884	
U05AG040	0,10 Kg	Pegamento PVC	27.659	2.766	
		Suma la partida.....			35.270
		Costes indirectos		12,00%	4.232
		TOTAL PARTIDA.....			39.502
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y NUEVE MIL QUINIENTAS DOS PESOS CHILENOS					
M1013	MI	TUBERÍA PVC 90 mm. BAJANTE			
		Ml. Tubería de PVC sanitaria serie B, de 90 mm de diámetro, unión por adhesivo, color gris, colocada en bajantes y red de saneamiento horizontal colgada, con una pendiente mínima del 1 %, i/ p.p. de piezas especiales según			
U01AA007	0,30 Hr	Oficial primera	43.000	12.900	
U01AA010	0,30 Hr	Peón especializado	39.532	11.860	
U05AG001	1,25 MI	Tubería PVC sanitario D=90	5.659	7.074	
U05AG030	0,70 Ud	Abrazadera tubo PVC D=90	2.913	2.039	
U05AG040	0,10 Kg	Pegamento PVC	27.659	2.766	
		Suma la partida.....			36.639
		Costes indirectos		12,00%	4.397
		TOTAL PARTIDA.....			41.036
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y UNA MIL TREINTA Y SEIS PESOS CHILENOS					
M1014	MI	TUBERÍA PVC 75 mm. BAJANTE			
		Ml. Tubería de PVC sanitaria serie B, de 75 mm de diámetro, unión por adhesivo, color gris, colocada en bajantes y red de saneamiento horizontal colgada, con una pendiente mínima del 1 %, i/ p.p. de piezas especiales según			
U01AA007	0,30 Hr	Oficial primera	43.000	12.900	
U01AA010	0,30 Hr	Peón especializado	39.532	11.860	
U05AG0001	1,25 MI	Tubería PVC sanitario D=75	5.011	6.264	
U05AG0291	0,70 Ud	Abrazadera tubo PVC D=75	2.900	2.030	
U05AG040	0,10 Kg	Pegamento PVC	27.659	2.766	
		Suma la partida.....			35.820
		Costes indirectos		12,00%	4.298
		TOTAL PARTIDA.....			40.118
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA MIL CIENTO DIECIOCHO PESOS CHILENOS					
APARTADO M102 SOBRE SOLERA					
M1021	MI	TUBERÍA PVC 110 mm. i/SOLERA			
		Ml. Tubería de PVC sanitaria serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm. de espesor, unión por adhesivo, color gris, colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2, y cama de arena, con una pendiente mínima del 2 %, i/			
U01FE033	1,00 MI	M.obra tubo PVC s/sol.D=110/160	24.690	24.690	
U05AG002	1,05 MI	Tubería PVC sanitario D=110	8.295	8.710	
U05AG040	0,01 Kg	Pegamento PVC	27.659	277	
A02AA510	0,03 M3	HORMIGÓN HNE-20/P/40 elab. obra	311.353	9.341	
U04AA001	0,06 M3	Arena de río (0-5mm)	63.806	3.828	
		Suma la partida.....			46.846
		Costes indirectos		12,00%	5.622
		TOTAL PARTIDA.....			52.468
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y DOS MIL CUATROCIENTAS SESENTA Y OCHO PESOS CHILENOS					
M1022	MI	TUBERÍA PVC 125 mm. i/SOLERA			
		Ml. Tubería de PVC sanitaria serie B, de 125 mm de diámetro y 3,2 mm. de espesor, unión por adhesivo, color gris, colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2, y cama de arena, con una pendiente mínima del 2 %, i/			
U01FE033	1,00 MI	M.obra tubo PVC s/sol.D=110/160	24.690	24.690	
U05AG003	1,05 MI	Tubería PVC sanitario D=125	8.572	9.001	
U05AG040	0,01 Kg	Pegamento PVC	27.659	277	
A02AA510	0,03 M3	HORMIGÓN HNE-20/P/40 elab. obra	311.353	9.341	

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
U04AA001	0,06 M3	Arena de río (0-5mm)	63.806	3.828	
					Suma la partida.....
					47.137
					Costes indirectos 12,00%
					5.656
					TOTAL PARTIDA..... 52.793

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y DOS MIL SETECIENTAS NOVENTA Y TRES PESOS CHILENOS

M1023

MI TUBERÍA PVC 160 mm. i/SOLERA

Ml. Tubería de PVC sanitaria serie B, de 160 mm de diámetro y 3.2 mm. de espesor, unión por adhesivo, color gris, colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2, y cama de arena, con una pendiente mínima del 2 %, i/

U01FE033	1,00 MI	M.obra tubo PVC s/sol.D=110/160	24.690	24.690	
U05AG004	1,05 MI	Tubería PVC sanitario D=160	11.013	11.564	
U05AG040	0,01 Kg	Pegamento PVC	27.659	277	
A02AA510	0,03 M3	HORMIGÓN HNE-20/P/40 elab. obra	311.353	9.341	
U04AA001	0,06 M3	Arena de río (0-5mm)	63.806	3.828	
					Suma la partida.....
					49.700
					Costes indirectos 12,00%
					5.964
					TOTAL PARTIDA..... 55.664

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y CINCO MIL SEISCIENTAS SESENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

M1024

MI TUBERÍA PVC 250 mm. i/SOLERA

Ml. Tubería de PVC sanitaria serie B, de 250 mm de diámetro, y 3.2 mm. de espesor, unión por adhesivo,color gris, colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2, cama de arena, con una pendiente mínima del 2 %, i/p.p.

U01FE034	1,00 MI	M.obra tubo PVC s/sol.200/315	28.019	28.019	
U05AG014	1,05 MI	Tubería saneam.PVC D=250	26.854	28.197	
U05AG040	0,02 Kg	Pegamento PVC	27.659	553	
A02AA510	0,04 M3	HORMIGÓN HNE-20/P/40 elab. obra	311.353	12.454	
U04AA001	0,07 M3	Arena de río (0-5mm)	63.806	4.466	
					Suma la partida.....
					73.689
					Costes indirectos 12,00%
					8.843
					TOTAL PARTIDA..... 82.532

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y DOS MIL QUINIENTAS TREINTA Y DOS PESOS CHILENOS

M1025

MI TUBERÍA PVC 50 mm. i/SOLERA

Ml. Tubería de PVC sanitario serie B, de 500 mm. de diámetro y 5 mm. de espesor, unión por adhesivo, color gris, colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2 y cama de arena, con una pendiente mínima del 2 %, i/p.p. de piezas especiales según UNE EN 1329 y CTE/DB-HS 5.

U05AG017	1,05 MI	Tubería saneam.PVC D=50	3.906	4.101	
U01AA007	0,30 Hr	Oficial primera	43.000	12.900	
U01AA010	0,30 Hr	Peón especializado	39.532	11.860	
U05AG040	0,02 Kg	Pegamento PVC	27.659	553	
A02AA510	0,05 M3	HORMIGÓN HNE-20/P/40 elab. obra	311.353	15.568	
U04AA001	0,07 M3	Arena de río (0-5mm)	63.806	4.466	
					Suma la partida.....
					49.448
					Costes indirectos 12,00%
					5.934
					TOTAL PARTIDA..... 55.382

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y CINCO MIL TRESCIENTAS OCHENTA Y DOS PESOS CHILENOS

M1026

MI TUBERÍA PVC 75 mm. i/SOLERA

Ml. Tubería de PVC sanitario serie B, de 75 mm. de diámetro y 3.2 mm. de espesor, unión por adhesivo, color gris, colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2 y cama de arena, con una pendiente mínima del 2 %,

U01AA007	0,30 Hr	Oficial primera	43.000	12.900	
U01AA010	0,30 Hr	Peón especializado	39.532	11.860	
U05AG220	1,05 MI	Tubería saneam.PVC D=75	4.883	5.127	
U05AG040	0,02 Kg	Pegamento PVC	27.659	553	
A02AA510	0,05 M3	HORMIGÓN HNE-20/P/40 elab. obra	311.353	15.568	
U04AA001	0,07 M3	Arena de río (0-5mm)	63.806	4.466	
					Suma la partida.....
					50.474
					Costes indirectos 12,00%
					6.057

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

TOTAL PARTIDA..... 56.531

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y SEIS MIL QUINIENTAS TREINTA Y UNA PESOS CHILENOS

M1027	MI	TUBERÍA PVC 90 mm. i/SOLERA			
		MI. Tubería de PVC sanitario serie B, de 90 mm. de diámetro y 3.2 mm. de espesor, unión por adhesivo, color gris, colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2 y cama de arena, con una pendiente mínima del 2 %,			
U01AA007	0,30 Hr	Oficial primera	43.000	12.900	
U01AA010	0,30 Hr	Peón especializado	39.532	11.860	
U05AG001	1,05 MI	Tubería PVC sanitario D=90	5.659	5.942	
U05AG040	0,02 Kg	Pegamento PVC	27.659	553	
A02AA510	0,05 M3	HORMIGÓN HNE-20/P/40 elab. obra	311.353	15.568	
U04AA001	0,07 M3	Arena de río (0-5mm)	63.806	4.466	

Suma la partida..... 51.289
Costes indirectos 12,00% 6.155

TOTAL PARTIDA..... 57.444

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y SIETE MIL CUATROCIENTAS CUARENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO M2 ARQUETAS DE LADRILLO

M201	Ud	ARQUETA CIEGA 30x30x50 cm.			
		Ud. Arqueta de registro de 38x26x50 cm. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de espesor recibido con mortero de cemento M 5 según UNE-EN 998-2, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón			
U01AA007	1,50 Hr	Oficial primera	43.000	64.500	
U01AA010	0,75 Hr	Peón especializado	39.532	29.649	
A02AA510	0,07 M3	HORMIGÓN HNE-20/P/40 elab. obra	311.353	21.795	
A01JF002	0,01 M3	MORTERO CEMENTO 1/2	311.306	3.113	
U05DA080	1,00 Ud	Tapa H-A y cerco met 50x50x6	25.384	25.384	
U10DA001	42,00 Ud	Ladrillo cerámico 24x12x7	250	10.500	

Suma la partida..... 154.941
Costes indirectos 12,00% 18.593

TOTAL PARTIDA..... 173.534

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA Y TRES MIL QUINIENTAS TREINTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

M202	Ud	ARQUETA SUMIDERO SIFÓN. 20x50			
		MI. Arqueta sumidero sifónico de 20x50 cm. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de espesor, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón HM-20 N/mm2 de 10 cm. de espesor y rejilla plana desmonta-			
U01AA007	1,80 Hr	Oficial primera	43.000	77.400	
U01AA010	1,80 Hr	Peón especializado	39.532	71.158	
A02AA510	0,02 M3	HORMIGÓN HNE-20/P/40 elab. obra	311.353	6.227	
U05DE020	2,00 Ud	Rejilla de fundición 20x50 cm.	79.064	158.128	
U05AG011	1,00 Ud	Codo PVC 87,5° D=110	11.457	11.457	
U10DA001	49,00 Ud	Ladrillo cerámico 24x12x7	250	12.250	

Suma la partida..... 336.620
Costes indirectos 12,00% 40.394

TOTAL PARTIDA..... 377.014

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTAS SETENTA Y SIETE MIL CATORCE PESOS CHILENOS

M203	Ud	ARQUETA REGISTRO 40x40x50 cm.			
		Ud. Arqueta de registro de 38x38x50 cm. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de espesor recibido con mortero de cemento M 5 según UNE-EN 998-2, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón			
U01AA007	1,60 Hr	Oficial primera	43.000	68.800	
U01AA010	0,80 Hr	Peón especializado	39.532	31.626	
A02AA510	0,08 M3	HORMIGÓN HNE-20/P/40 elab. obra	311.353	24.908	
A01JF002	0,01 M3	MORTERO CEMENTO 1/2	311.306	3.113	
U05DA080	1,00 Ud	Tapa H-A y cerco met 50x50x6	25.384	25.384	
U10DA001	48,00 Ud	Ladrillo cerámico 24x12x7	250	12.000	

Suma la partida..... 165.831
Costes indirectos 12,00% 19.900

TOTAL PARTIDA..... 185.731

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA Y CINCO MIL SETECIENTAS TREINTA Y UNA PESOS CHILENOS

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

SUBCAPÍTULO M3 CANALES DE DESAGÜE

M301	MI	CANALETA H-POLÍMERO H=114 mm. Ml. Canaleta de hormigón polímero para recogida de aguas de 114 mm. de altura ALFA-DRAIN, para cargas ligeras y medias: zonas peatonales, salidas de garaje, jardines, centros comerciales y campos de juego; sin pendiente incorporada, rejilla de fundición dúctil, /solera de hormigón HM-20 N/mm2 y medios auxiliares necesarios para			
U01AA007	0,20 Hr	Oficial primera	43.000	8.600	
A02AA510	0,05 M3	HORMIGÓN HNE-20/P/40 elab. obra	311.353	15.568	
U05JA005	1,00 MI	Canal H-Polímero 114 mm altura	39.421	39.421	
U05JA030	1,00 MI	Rejilla fundición 1 m	61.864	61.864	
			Suma la partida.....		125.453
			Costes indirectos	12,00%	15.054
TOTAL PARTIDA.....					140.507

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA MIL QUINIENTAS SIETE PESOS CHILENOS

CAPÍTULO N INSTALACIÓN AGUA

SUBCAPÍTULO N1 TUBERÍAS DE POLIETILENO

N101	MI	TUBERÍA POLIETILENO BD 25/4 ATM Ml. Tubería de polietileno baja densidad de D=25 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 4 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación,			
U01AA007	0,10 Hr	Oficial primera	43.000	4.300	
U01AA009	0,10 Hr	Ayudante	40.004	4.000	
U04AA001	0,21 M3	Arena de río (0-5mm)	63.806	13.399	
U37OG005	1,05 MI	Tub.polietil.BD25/4Atm	860	903	
			Suma la partida.....		22.602
			Costes indirectos	12,00%	2.712
TOTAL PARTIDA.....					25.314

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO MIL TRESCIENTAS CATORCE PESOS CHILENOS

N102	MI	TUBERÍA POLIETILENO BD 32/4 ATM Ml. Tubería de polietileno baja densidad de D=32 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 4 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación,			
U01AA007	0,10 Hr	Oficial primera	43.000	4.300	
U01AA009	0,10 Hr	Ayudante	40.004	4.000	
U04AA001	0,21 M3	Arena de río (0-5mm)	63.806	13.399	
U37OG010	1,05 MI	Tub.polietil.BD32/4Atm	1.137	1.194	
			Suma la partida.....		22.893
			Costes indirectos	12,00%	2.747
TOTAL PARTIDA.....					25.640

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO MIL SEISCIENTAS CUARENTA PESOS CHILENOS

N103	MI	TUBERÍA POLIETILENO BD 19/4 ATM Ml. Tubería de polietileno baja densidad de D=25 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 4 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación,			
U01AA007	0,10 Hr	Oficial primera	43.000	4.300	
U01AA009	0,10 Hr	Ayudante	40.004	4.000	
U04AA001	0,21 M3	Arena de río (0-5mm)	63.806	13.399	
U37OG0055	1,05 MI	Tub.polietil.BD19/4Atm	740	777	
			Suma la partida.....		22.476
			Costes indirectos	12,00%	2.697
TOTAL PARTIDA.....					25.173

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO MIL CIENTO SETENTA Y TRES PESOS CHILENOS

N104	MI	TUBERÍA POLIETILENO AD 40/4 ATM Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=40 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 4 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación,			
U01AA007	0,15 Hr	Oficial primera	43.000	6.450	

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
U01AA009	0,15 Hr	Ayudante	40.004	6.001	
U04AA001	0,21 M3	Arena de río (0-5mm)	63.806	13.399	
U37OG315	1,05 MI	Tub.Polietil.AD40/4Atm	1.554	1.632	
Suma la partida.....					27.482
Costes indirectos					12,00% 3.298
TOTAL PARTIDA.....					30.780
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA MIL SETECIENTAS OCHENTA PESOS CHILENOS					
N105	MI	TUBERÍA POLIETILENO AD 50/4 ATM			
MI. Tubería de polietileno alta densidad de D=50 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 4 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación, totalmente colocada.					
U01AA007	0,15 Hr	Oficial primera	43.000	6.450	
U01AA009	0,15 Hr	Ayudante	40.004	6.001	
U04AA001	0,21 M3	Arena de río (0-5mm)	63.806	13.399	
U37OG320	1,05 MI	Tub.Polietil.AD50/4Atm	1.914	2.010	
Suma la partida.....					27.860
Costes indirectos					12,00% 3.343
TOTAL PARTIDA.....					31.203
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y UNA MIL DOSCIENTAS TRES PESOS CHILENOS					
N106	MI	TUBERÍA POLIETILENO AD 75/4 ATM			
MI. Tubería de polietileno alta densidad de D=75 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 4 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación,					
U01AA007	0,25 Hr	Oficial primera	43.000	10.750	
U01AA009	0,25 Hr	Ayudante	40.004	10.001	
U04AA001	0,21 M3	Arena de río (0-5mm)	63.806	13.399	
U37OG330	1,05 MI	Tub.Polietil.AD75/4Atm	3.967	4.165	
Suma la partida.....					38.315
Costes indirectos					12,00% 4.598
TOTAL PARTIDA.....					42.913
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y DOS MIL NOVECIENTAS TRECE PESOS CHILENOS					
N107	MI	TUBERÍA POLIETILENO AD 110/4 ATM			
MI. Tubería de polietileno alta densidad de D=110 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 4 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación,					
U01AA007	0,30 Hr	Oficial primera	43.000	12.900	
U01AA009	0,30 Hr	Ayudante	40.004	12.001	
U04AA001	0,21 M3	Arena de río (0-5mm)	63.806	13.399	
U37OG340	1,05 MI	Tub.polietil.AD110/4Atm	8.433	8.855	
Suma la partida.....					47.155
Costes indirectos					12,00% 5.659
TOTAL PARTIDA.....					52.814
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y DOS MIL OCHOCIENTAS CATORCE PESOS CHILENOS					
N108	MI	TUBERÍA POLIETILENO AD 125/4 ATM			
MI. Tubería de polietileno alta densidad de D=125 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 4 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, junta, excavación, cama de arena de 20 cm., rasanteo de la misma, colocación de la tubería, relleno de arena de 15 cm., y terminación de relleno con tierra procedente de excavación,					
U01AA007	0,40 Hr	Oficial primera	43.000	17.200	
U01AA009	0,40 Hr	Ayudante	40.004	16.002	
U04AA001	0,21 M3	Arena de río (0-5mm)	63.806	13.399	
U37OG345	1,05 MI	Tub.Polietil.AD125/4Atm	10.819	11.360	
Suma la partida.....					57.961
Costes indirectos					12,00% 6.955
TOTAL PARTIDA.....					64.916
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y CUATRO MIL NOVECIENTAS DIECISEIS PESOS CHILENOS					

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

SUBCAPÍTULO N2 VÁLVULAS DE CORTE AGUA Y RIEGO

N201	MI	CABLE ELÉCTRICO ANTIHUMEDAD 3X1			
		MI. Suministro y puesta en ejecución de cable eléctrico antihumedad 3x1 m/m2.			
U01FR005	0,01 Hr	Obrero especialista	37.451	375	
U01FR013	0,03 Hr	Peón ordinario	26.632	799	
U40AA320	1,00 MI	Cable elec. antihumedad 3x1 mm2	1.997	1.997	
Suma la partida.....					3.171
Costes indirectos					381
TOTAL PARTIDA.....					3.552

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL QUINIENTAS CINCUENTA Y DOS PESOS CHILENOS

N202	u	Electroválvula, cuerpo PVC y polipropileno, solenoide de bajo co			
Sin descomposición					
TOTAL PARTIDA.....					98.542

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y OCHO MIL QUINIENTAS CUARENTA Y DOS PESOS CHILENOS

N203	u	Inst. válvula esfera PVC, d=110 mm, enroscada, colocada+juntas y			
Sin descomposición					
TOTAL PARTIDA.....					100.562

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIEN MIL QUINIENTAS SESENTA Y DOS PESOS CHILENOS

N204	u	Inst. válvula esfera PVC, d=75 mm, enroscada, colocada+juntas y			
Sin descomposición					
TOTAL PARTIDA.....					57.273

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y SIETE MIL DOSCIENTAS SETENTA Y TRES PESOS CHILENOS

N205	u	Inst. válvula esfera PVC, d=50 mm, enroscada, colocada+juntas y			
Sin descomposición					
TOTAL PARTIDA.....					16.513

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS MIL QUINIENTAS TRECE PESOS CHILENOS

N206	u	Inst. válvula esfera PVC, d=32 mm, enroscada, colocada+juntas y			
Sin descomposición					
TOTAL PARTIDA.....					11.861

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE MIL OCHOCIENTAS SESENTA Y UNA PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO N3 BOCAS DE RIEGO E HIDRANTES

APARTADO N301 BOCAS DE RIEGO

N3011	Ud	BOCA DE RIEGO ACOPLE RÁPIDO 3/4"			
		Ud. Suministro e instalación de boca de riego de acople rápido de 3/4" con cuerpo y tapa de bronce.			
U01FR005	0,30 Hr	Obrero especialista	37.451	11.235	
U01FR013	0,30 Hr	Peón ordinario	26.632	7.990	
U40AF110	1,00 Ud	Boca riego acople rápido 3/4"	88.663	88.663	
Suma la partida.....					107.888
Costes indirectos					12.947
TOTAL PARTIDA.....					120.835

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTE MIL OCHOCIENTAS TREINTA Y CINCO PESOS CHILENOS

APARTADO N302 HIDRANTES

N3021	Ud	HIDRANTE DE COLUMNA			
		Ud. Hidrante para incendios, tipo "Hermes", de columna seca de D=100 mm., con buzón y tapa, incluso conexión a la red de distribución, con tubería de fibrocemento clase D de 100 mm. de diámetro, p.p. de unión Gibault, codos,			
U01AA502	8,00 Hr	Cuadrilla B	100.135	801.080	
U37QD030	1,00 Ud	Hidrante "Hermes" D=100 mm.	2.915.437	2.915.437	
U37PA203	2,00 Ud	Codo de 90° para D=100 mm.	42.695	85.390	
U37PA042	4,00 Ud	Unión Gibault clase D=100 mm.	25.273	101.092	
U37PA403	1,00 Ud	Unión Gibault en T D=100 mm.	75.624	75.624	
U37OA303	10,00 MI	Tub.fib.clase D 100mm	18.615	186.150	
U37PA503	1,00 Ud	Llave compuerta para D=100 mm	206.094	206.094	
U37RA000	1,00 Ud	Pozo arqueta para llave	562.936	562.936	
U37RE000	1,00 Ud	Dado de hormigón	116.072	116.072	

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
					Suma la partida..... 5.049.875
					Costes indirectos 12,00% 605.985
TOTAL PARTIDA.....					5.655.860

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MILLONES SEISCIENTAS CINCUENTA Y CINCO MIL OCHOCIENTAS SESENTA PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO N4 OTRAS UNIDADES DE RIEGO

N401	MI	MANGUERA DE RIEGO 25 MM. DIÁM.			
					MI. Suministro de manguera de riego de 25 mm. de diámetro, en rollo de 25 m., i/pincho de bayoneta y codo de
U01FR005	0,05 Hr	Obrero especialista	37.451	1.873	
U01FR013	0,05 Hr	Peón ordinario	26.632	1.332	
U40AK100	1,00 MI	Manguera riego D=25 mm.	6.603	6.603	
					Suma la partida..... 9.808
					Costes indirectos 12,00% 1.177
TOTAL PARTIDA.....					10.985

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ MIL NOVECIENTAS OCHENTA Y CINCO PESOS CHILENOS

N402	Ud	Aspersor Sprinkler, de 227,1 l/min			
					Sin descomposición
TOTAL PARTIDA.....					2.329

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL TRESCIENTAS VEINTINUEVE PESOS CHILENOS

N403	Ud	Aspersor de 0,34 m3/h (Rain-bird)			
					Sin descomposición
TOTAL PARTIDA.....					20.798

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE MIL SETECIENTAS NOVENTA Y OCHO PESOS CHILENOS

N404	Ud	Aspersor de impacto de 0,32 m3/h (Rain-bird)			
					Sin descomposición
TOTAL PARTIDA.....					20.133

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE MIL CIENTO TREINTA Y TRES PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO N5 ACOMETIDA

N501	PA	CONEXIÓN RED ABASTECIMIENTO			
					P.A. Conexión de la red de agua de la urbanización a la red de abastecimiento general (depósito, red municipal,
U37RE505	1,00 Ud	Conexión red agua a red general	5.548.351	5.548.351	
					Suma la partida..... 5.548.351
					Costes indirectos 12,00% 665.802
TOTAL PARTIDA.....					6.214.153

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS MILLONES DOSCIENTAS CATORCE MIL CIENTO CINCUENTA Y TRES PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO N6 ARQUETAS DE LADRILLO

N601	Ud	ARQUETA REGISTRO 30x30x50 cm.			
					Ud. Arqueta de registro de 38x26x50 cm. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pie de espesor recibido con mortero de cemento M 5 según UNE-EN 998-2, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón
U01AA007	1,50 Hr	Oficial primera	43.000	64.500	
U01AA010	0,75 Hr	Peón especializado	39.532	29.649	
A02AA510	0,07 M3	HORMIGÓN HNE-20/P/40 elab. obra	311.353	21.795	
A01JF002	0,01 M3	MORTERO CEMENTO 1/2	311.306	3.113	
U05DA080	1,00 Ud	Tapa H-A y cerco met 50x50x6	25.384	25.384	
U10DA001	42,00 Ud	Ladrillo cerámico 24x12x7	250	10.500	
					Suma la partida..... 154.941
					Costes indirectos 12,00% 18.593
TOTAL PARTIDA.....					173.534

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA Y TRES MIL QUINIENTAS TREINTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

CAPÍTULO O PAVIMENTOS

O1	M2	SOLADO DE GRES 30x30 cm. C 1/2/3			
M2. Solado de baldosa de gres 31x31 cm., para interiores (resistencia al deslizamiento Rd s/ UNE-ENV 12633 para: a) zonas secas, CLASE 1 para pendientes menores al 6% y CLASE 2 para pendientes superiores al 6% y escaleras, b) zonas húmedas, CLASE 2 para pendientes menores al 6% y CLASE 3 para pendientes superiores al 6% y escaleras y piscinas), recibido con mortero de cemento y arena de río M 5 según UNE-EN 998-2, i/cama de 2 cm. de arena de río, p.p. de rodapié del mismo material de 7 cm., rejuntado y limpieza, s/ CTE BD SU y					
U01FS010	1,00 M2	Mano obra solado gres	25.522	25.522	
U01AA011	0,20 Hr	Peón suelto	39.477	7.895	
U18AD015	1,05 M2	Baldosa gres 30x30 cm.	40.392	42.412	
U18AJ605	1,15 MI	Rodapié gres 7 cm.	10.098	11.613	
A01JF006	0,03 M3	MORTERO CEMENTO (1/6) M 5	220.244	6.607	
U04AA001	0,02 M3	Arena de río (0-5mm)	63.806	1.276	
				Suma la partida.....	95.325
				Costes indirectos	11.439
				TOTAL PARTIDA.....	106.764

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SEIS MIL SETECIENTAS SESENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

O2	M2	SOLADO DE GRES 40x40 cm. C 1/2/3			
M2. Solado de baldosa de gres 41x41 cm., para interiores (resistencia al deslizamiento Rd s/ UNE-ENV 12633 para: a) zonas secas, CLASE 1 para pendientes menores al 6% y CLASE 2 para pendientes superiores al 6% y escaleras, b) zonas húmedas, CLASE 2 para pendientes menores al 6% y CLASE 3 para pendientes superiores al 6% y escaleras y piscinas), recibido con mortero de cemento y arena de río M 5 según UNE-EN 998-2, i/cama de 2 cm. de arena de río, p.p. de rodapié del mismo material de 7 cm., rejuntado y limpieza, s/ CTE BD SU y					
U01FS010	1,00 M2	Mano obra solado gres	25.522	25.522	
U01AA011	0,20 Hr	Peón suelto	39.477	7.895	
U18AD025	1,05 M2	Baldosa gres 40x40 cm.	46.079	48.383	
U18AJ605	1,15 MI	Rodapié gres 7 cm.	10.098	11.613	
A01JF006	0,03 M3	MORTERO CEMENTO (1/6) M 5	220.244	6.607	
U04AA001	0,02 M3	Arena de río (0-5mm)	63.806	1.276	
				Suma la partida.....	101.296
				Costes indirectos	12.156
				TOTAL PARTIDA.....	113.452

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TRECE MIL CUATROCIENTAS CINCUENTA Y DOS PESOS CHILENOS

O3	M3	RELLENO Y COMPAC. MECÁN. C/APORT. 0,20 cm min			
M3. Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 30 cm. de espesor,					
U01AA011	0,04 Hr	Peón suelto	39.477	1.579	
U04PY001	0,40 M3	Agua	4.189	1.676	
A03CA005	0,03 Hr	CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3	144.808	4.344	
A03CI010	0,01 Hr	MOTONIVELADORA C/ESCARIF. 110 CV	161.898	1.619	
A03FB010	0,03 Hr	CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.	183.868	5.516	
U02FP021	0,07 Hr	Rulo autopropulsado 10 a 12 T	110.967	7.768	
U04AF400	1,10 M3	Zahorra natural	36.897	40.587	
				Suma la partida.....	63.089
				Costes indirectos	7.571
				TOTAL PARTIDA.....	70.660

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA MIL SEISCIENTAS SESENTA PESOS CHILENOS

O4	M2	PAVIMENTO DE ARENA 20 CM.			
M2. Pavimento de arena de 10cm. de espesor con un 40% de arena de río y un 60% de arena de miga, compac-					
U01AA011	0,01 Hr	Peón suelto	39.477	395	
U04AA101	0,14 Tm	Arena de río (0-5mm)	42.528	5.954	
U04AA105	0,22 Tm	Arena de miga cribada	29.046	6.390	
U04PY001	0,04 M3	Agua	4.189	168	
A03CI005	0,02 Hr	MOTONIVELADORA C/ESCARIF. 170 CV	192.412	3.848	
A03CK005	0,10 Hr	PISÓN MOTOR DE GASOLINA A=30 CM.	11.921	1.192	
				Suma la partida.....	17.947
				Costes indirectos	2.154
				TOTAL PARTIDA.....	20.101

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE MIL CIENTO UNA PESOS CHILENOS

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
05	M2	PAVIMENTO HORMIGÓN E=10 CM. con MALLAZO 15x15 cm. D=6 mm.			
		M2. Pavimento de 15 cm. de espesor con hormigón en masa, vibrado, de resistencia característica HM-20 N/mm2., tamaño máximo 40 mm. y consistencia plástica, acabado con textura superficial ranurada, para calza-			
U01FA201	0,07 Hr	Oficial 1ª ferralla	49.935	3.495	
U01FA204	0,07 Hr	Ayudante ferralla	45.774	3.204	
U06AA001	0,02 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	63	
U06GA001	2,85 Kg	Acero corrugado A42-27ES	1.803	5.139	
U01AA501	0,08 Hr	Cuadrilla A	102.743	8.219	
A02AA510	0,10 M3	HORMIGÓN HNE-20/P/40 elab. obra	311.353	31.135	
U37GA000	0,03 Hr	Regla vibradora	4.023	121	

Suma la partida..... 51.376
 Costes indirectos 12,00% 6.165

TOTAL PARTIDA..... 57.541

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y SIETE MIL QUINIENTAS CUARENTA Y UNA PESOS CHILENOS

06	M2	SUB-BASE GRANULAR e=0,20m			
		M3. Sub-base granular de escoria de foso de alto horno puesta en obra, extendida, nivelada y compactada.			
U39CE003	0,32 Tm	Tm zahorra	23.303	7.457	
U01AA011	0,01 Hr	Peón suelto	39.477	395	
U39AI012	0,01 Hr	Equipo extend.base,sub-bases	116.515	1.165	
U39AH025	0,06 Hr	Camión bañera 200 cv	72.129	4.328	
U39AC006	0,01 Hr	Compactador neumát.autp. 60cv	41.613	416	

Suma la partida..... 13.761
 Costes indirectos 12,00% 1.651

TOTAL PARTIDA..... 15.412

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE MIL CUATROCIENTAS DOCE PESOS CHILENOS

07	M2	PAVIMENTO M.B.C. TIPO S-12 4 CM.			
		M2. Pavimento M.B.C. tipo D-12 con espesor de 6cm.			
U01AA011	0,03 Hr	Peón suelto	39.477	1.184	
U39EA014	0,15 Tm	M.B.C. Tipo S-12	28.019	4.203	
U39AC007	0,01 Hr	Compactador neumát.autp.100cv	88.774	888	
U39AH025	0,01 Hr	Camión bañera 200 cv	72.129	721	
U39DA001	0,07 Tm	Betún asfáltico B 40/50	859.994	60.200	

Suma la partida..... 67.196
 Costes indirectos 12,00% 8.064

TOTAL PARTIDA..... 75.260

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y CINCO MIL DOSCIENTAS SESENTA PESOS CHILENOS

08	M2	PAVIMENTO HORMIGÓN E=15 CM. con MALLAZO 15x15 cm. D=6 mm.			
		M2. Pavimento de 15 cm. de espesor con hormigón en masa, vibrado, de resistencia característica HM-20 N/mm2., tamaño máximo 40 mm. y consistencia plástica, acabado con textura superficial ranurada, para calza-			
U01FA201	0,07 Hr	Oficial 1ª ferralla	49.935	3.495	
U01FA204	0,07 Hr	Ayudante ferralla	45.774	3.204	
U06AA001	0,02 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	63	
U06GA001	2,85 Kg	Acero corrugado A42-27ES	1.803	5.139	
U01AA501	0,08 Hr	Cuadrilla A	102.743	8.219	
A02AA510	0,15 M3	HORMIGÓN HNE-20/P/40 elab. obra	311.353	46.703	
U37GA000	0,03 Hr	Regla vibradora	4.023	121	

Suma la partida..... 66.944
 Costes indirectos 12,00% 8.033

TOTAL PARTIDA..... 74.977

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y CUATRO MIL NOVECIENTAS SETENTA Y SIETE PESOS CHILENOS

09	MI	BORDILLO HORM. RECTO 8x20 CM. TIPO 'A'			
		Ml. Bordillo prefabricado de hormigón de 10x20 cm., sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2. Tmáx. 40 de 10			
U01AA010	0,16 Hr	Peón especializado	39.532	6.325	
U37CE001	1,00 MI	Bordillo hormigón recto 8x20	7.241	7.241	
A02AA510	0,01 M3	HORMIGÓN HNE-20/P/40 elab. obra	311.353	3.114	

Suma la partida..... 16.680
 Costes indirectos 12,00% 2.002

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

TOTAL PARTIDA..... 18.682

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO MIL SEISCIENTAS OCHENTA Y DOS PESOS CHILENOS

O10	M2	PAVIMENTO HORMIGÓN E=15 CM. CON TUBOS VENTILACIÓN c/4 M			
		M2. Pavimento de 15 cm. de espesor con hormigón en masa, vibrado, de resistencia característica HM-20 N/mm2., tamaño máximo 40 mm. y consistencia plástica, acabado con textura superficial ranurada, para calza-			
U01AA501	0,08 Hr	Cuadrilla A	102.743	8.219	
A02AA510	0,15 M3	HORMIGÓN HNE-20/P/40 elab. obra	311.353	46.703	
U37GA000	0,03 Hr	Regla vibradora	4.023	121	
A02AA5102	0,25 ml	TUBO PREFABRICADO	362.043	90.511	

Suma la partida..... 145.554
Costes indirectos 12,00% 17.466

TOTAL PARTIDA..... 163.020

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y TRES MIL VEINTE PESOS CHILENOS

O11	MI	MARCA VIAL 15 CM.			
		MI. Marca vial reflexiva de 15 cm, con pintura reflectante y microesferas de vidrio, con máquina autopropulsada.			
U01AA011	0,01 Hr	Peón suelto	39.477	395	
U39VA002	0,11 Kg	Pintura marca vial acrílica	5.548	610	
U39VZ001	0,07 Kg	Esferitas de vidrio N.V.	2.774	194	

Suma la partida..... 1.199
Costes indirectos 12,00% 144

TOTAL PARTIDA..... 1.343

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL TRESCIENTAS CUARENTA Y TRES PESOS CHILENOS

CAPÍTULO P INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EDIFICIO SERVICIOS

SUBCAPÍTULO P1 APARATOS SANITARIOS Y EQUIPAMIENTO

P101	Ud	LAVAMANOS IBIS 44X31 BLANCO			
		Ud. Lavamanos de Roca modelo Ibis de 44x31 cm. en blanco, con mezclador de lavabo Victoria Plus de Roca ó similar, válvula de desague de 32 mm., llaves de escuadra de 1/2" cromadas y sifón individual de PVC 40 mm. y			
U01FY105	1,00 Hr	Oficial 1º fontanero	41.613	41.613	
U27FA003	1,00 Ud	Lavamanos Ibis de 44x31 blanco	66.303	66.303	
U26GA323	1,00 Ud	Mezclador lavabo Victoria Plus	115.128	115.128	
U26AG001	2,00 Ud	Llave de escuadra 1/2" cromada	7.740	15.480	
U26XA001	2,00 Ud	Latiguillo flexible de 20 cm.	7.768	15.536	
U26XA011	1,00 Ud	Florón cadenilla tapón	5.354	5.354	
U25XC101	1,00 Ud	Valv.recta lavado/bide c/tap.	6.935	6.935	
U25XC401	1,00 Ud	Sifón tubular s/horizontal	10.930	10.930	

Suma la partida..... 277.279
Costes indirectos 12,00% 33.273

TOTAL PARTIDA..... 310.552

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTAS DIEZ MIL QUINIENTAS CINCUENTA Y DOS PESOS CHILENOS

P102	Ud	COMPAC. HOR. AIRE B-C 9600/10350			
		Ud. Equipo compacto horizontal CARRIER de condensación por aire de 9600/10350W W y bomba de calor modelo 50TB035, i/relleno de circuitos con refrigerante, elementos antivibratorios y de cuelgue, taladros en muros y pasamuros, conexiones a la red de conductos, fontanería, desagües y electricidad, medios y material de montaje, total-			
U01FY318	8,30 Hr	Cuadrilla A climatización	82.670	686.161	
U32QC010	1,00 Ud	Compacto hor-aire-bomba	9.220.305	9.220.305	

Suma la partida..... 9.906.466
Costes indirectos 12,00% 1.188.776

TOTAL PARTIDA..... 11.095.242

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE MILLONES NOVENTA Y CINCO MIL DOSCIENTAS CUARENTA Y DOS PESOS CHILENOS

P103	Ud	COMPAC. HOR. AIRE B-C 11300/1205			
		Ud. Equipo compacto horizontal CARRIER de condensación por aire de 11300/12050 W y bomba de calor modelo 50TB040, i/relleno de circuitos con refrigerante, elementos antivibratorios y de cuelgue, taladros en muros y pasamuros, conexiones a la red de conductos, fontanería, desagües y electricidad, medios y material de montaje, total-			

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
U01FY318	8,30 Hr	Cuadrilla A climatización	82.670	686.161	
U32QC013	1,00 Ud	Compacto hor-aire-bomba	10.084.711	10.084.711	
Suma la partida.....					10.770.872
Costes indirectos					12,00%
					1.292.505
TOTAL PARTIDA.....					12.063.377

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE MILLONES SESENTA Y TRES MIL TRESCIENTAS SETENTA Y SIETE PESOS CHILENOS

P104

Ud BIDÉ VICTORIA BLANCO GRIF. MONOD.

Ud. Bidé de Roca modelo Victoria en blanco, con grifería de Roca modelo Monodín cromada, sifón individual PVC 40 mm., válvula de desagüe 32 mm., llave de escuadra 1/2" cromada y latiguillo flexible 20 cm., totalmente instalado.

U01FY105	1,20 Hr	Oficial 1º fontanero	41.613	49.936	
U27JA001	1,00 Ud	Bidé Victoria blanco	111.244	111.244	
U26GA231	1,00 Ud	Mezclador bide Monodín cromado	208.895	208.895	
U26AG001	2,00 Ud	Llave de escuadra 1/2" cromada	7.740	15.480	
U26XA001	2,00 Ud	Latiguillo flexible de 20 cm.	7.768	15.536	
U25XC101	1,00 Ud	Valv.recta lavado/bide c/tap.	6.935	6.935	
U25XC401	1,00 Ud	Sifón tubular s/horizontal	10.930	10.930	
Suma la partida.....					418.956
Costes indirectos					12,00%
					50.275
TOTAL PARTIDA.....					469.231

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTAS SESENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTAS TREINTA Y UNA PESOS CHILENOS

P105

Ud EXTRACTOR ASEO CUADRADO C/T

Ud. Extractor para aseos, modelo EDM-80T cuadrado de S&P, con temporizador electrónico, para un caudal de 80

U01FY310	0,20 Hr	Oficial primera climatización	43.277	8.655	
U32GD005	1,00 Ud	Extractor baño EDM-80 T	89.301	89.301	
U32GD050	5,00 MI	Tubo flexible de alumin D=100mm	8.489	42.445	
Suma la partida.....					140.401
Costes indirectos					12,00%
					16.848
TOTAL PARTIDA.....					157.249

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y SIETE MIL DOSCIENTAS CUARENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

P106

Ud INODORO VICTORIA T. ALTO BLANCO

Ud. Inodoro de Roca modelo Victoria de tanque alto en blanco, con cisterna en plástico, mecanismo, tapa asiento en plástico, llave de escuadra 1/2" cromada, latiguillo flexible de 20 cm., empalme simple PVC de 110 mm., total-

U01FY105	1,50 Hr	Oficial 1º fontanero	41.613	62.420	
U27LA011	1,00 Ud	Inodoro Victoria t. alto blanco	210.837	210.837	
U26XA001	1,00 Ud	Latiguillo flexible de 20 cm.	7.768	7.768	
U26AG001	1,00 Ud	Llave de escuadra 1/2" cromada	7.740	7.740	
U27VX001	1,00 Ud	Tapa inod. Victoria plastico	53.264	53.264	
U27LA001	1,00 Ud	Tanque alto plást. c/mecanis.	53.819	53.819	
U25DD005	1,00 Ud	Manguito unión h-h PVC 90 mm.	11.846	11.846	
U25AA005	0,70 MI	Tub. PVC evac. 90 mm. UNE EN 1329	5.659	3.961	
U25AA002	1,50 MI	Tub. PVC evac. 40 mm. UNE EN 1329	2.774	4.161	
Suma la partida.....					415.816
Costes indirectos					12,00%
					49.898
TOTAL PARTIDA.....					465.714

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTAS SESENTA Y CINCO MIL SETECIENTAS CATORCE PESOS CHILENOS

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
P107	Ud	URINARIO MURAL CON FLUXOR			
		Ud. Urinario de Roca modelo Mural con Fluxor modelo Aqualine de Roca de 3/4" y enlace urinario Soler, totalmente instalado.			
U01FY105	1,20 Hr	Oficial 1º fontanero	41.613	49.936	
U27NA002	1,00 Ud	Urinario mural completo	507.674	507.674	
U26GP202	1,00 Ud	Fluxor 3/4" inodoro R. Aqualine	388.385	388.385	
U26XA021	1,00 Ud	Enlace urinario Soler	32.735	32.735	
		Suma la partida.....			978.730
		Costes indirectos		12,00%	117.448
		TOTAL PARTIDA.....			1.096.178

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN MILLÓN NOVENTA Y SEIS MIL CIENTO SETENTA Y OCHO PESOS CHILENOS

P108	Ud	Caldera eléctrica E-Tech S 380 (ACV)			
		Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA.....			2.033.902

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MILLONES TREINTA Y TRES MIL NOVECIENTAS DOS PESOS CHILENOS

P109	Ud	AMUEBL. COCINA COMPLETA 10 m2.			
		Ud. Amueblamiento de cocina de 10 m2. completa, compuesta por muebles altos y bajos, dotada de horno eléctrico de Fagor o similar, fregadero de 80x50 cm. de 1 seno más escurridor en acero inoxidable con grifería de Roca			
U01AA007	9,00 Hr	Oficial primera	43.000	387.000	
U01AA009	9,00 Hr	Ayudante	40.004	360.036	
U27TA101	2,40 MI	Mueble bajo de cocina	921.026	2.210.462	
U27TD101	3,50 MI	Mueble alto de cocina	582.577	2.039.020	
U27TN201	1,00 Ud	Cocina con horno electrico	998.703	998.703	
U27PD401	1,00 Ud	Freg. acero 80x49 1 sen+escur J-135	288.514	288.514	
U26GA251	1,00 Ud	Mezclador freg. Roca monodín	258.276	258.276	
U27TU001	1,00 Ud	Nevera panelable Fagor	1.847.601	1.847.601	
U27TP001	1,00 Ud	Lavadora panelable Fagor	1.442.571	1.442.571	
		Suma la partida.....			9.832.183
		Costes indirectos		12,00%	1.179.862
		TOTAL PARTIDA.....			11.012.045

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE MILLONES DOCE MIL CUARENTA Y CINCO PESOS CHILENOS

P1010	Ud	CAMPANA EXTRACTORA FAGOR			
		Ud. Campana extractora de Fagor, totalmente instalada, sin incluir toma eléctrica.			
U01AA007	0,50 Hr	Oficial primera	43.000	21.500	
U01AA009	0,50 Hr	Ayudante	40.004	20.002	
U27TV001	1,00 Ud	Campana extractora Fagor	349.546	349.546	
		Suma la partida.....			391.048
		Costes indirectos		12,00%	46.926
		TOTAL PARTIDA.....			437.974

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTAS TREINTA Y SIETE MIL NOVECIENTAS SETENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO P2 DISTRIBUCIÓN INTERIOR

P201	MI	TUBERÍA DE COBRE UNE 19 mm. 3/4"			
		Ml. Tubería de cobre estirado rígido de 16-18 mm., (un milímetro de pared), i/codos, manguitos y demás acceso-			
U01FY105	0,10 Hr	Oficial 1º fontanero	41.613	4.161	
U01FY110	0,05 Hr	Ayudante fontanero	34.955	1.748	
U24LA005	1,00 MI	Tubería de cobre de 16*19 mm.	11.679	11.679	
U24LD007	1,20 Ud	Codo cobre h-h de 19 mm.	694	833	
U24LD207	0,70 Ud	Te cobre h-h-h de 19 mm.	1.470	1.029	
U24ZA002	1,00 MI	Tubo corrugado D=29 mm.	527	527	
		Suma la partida.....			19.977
		Costes indirectos		12,00%	2.397
		TOTAL PARTIDA.....			22.374

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS MIL TRESCIENTAS SETENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

P202	MI	TUBERÍA DE COBRE UNE 25 mm. 1"			
-------------	-----------	---------------------------------------	--	--	--

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
U01FY105	0,10 Hr	Ml. Tubería de cobre estirado rígido de 20-22 mm., (un milímetro de pared), i/codos, manguitos y demás acceso- Oficial 1º fontanero	41.613	4.161	
U01FY110	0,05 Hr	Ayudante fontanero	34.955	1.748	
U24LA006	1,00 MI	Tubería de cobre de 20*25 mm.	14.176	14.176	
U24LD010	1,20 Ud	Codo cobre h-h de 25 mm.	1.276	1.531	
U24LD210	0,70 Ud	Te cobre h-h-h de 25 mm.	2.663	1.864	
U24ZA002	1,00 MI	Tubo corrugado D=29 mm.	527	527	
				Suma la partida.....	24.007
				Costes indirectos	2.881
				TOTAL PARTIDA.....	26.888

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISEIS MIL OCHOCIENTAS OCHENTA Y OCHO PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO P3 INSTALACIONES COMPLETAS

P301		Ud PUNTO DE CONSUMO F-C PL. DUCHA			
		Ud. Punto de consumo de agua fría y caliente para plato de ducha, con tubería de cobre rígido de 13*15 mm. protegida con tubo artiglas, sin incluir ascendentes, derivaciones, ni aparatos sanitarios. El desagüe se realizará con tubería de PVC serie C de diámetro 40 mm., desde aparato sanitario hasta bajante, i/ parte proporcional de bote sifónico, individual, y piezas especiales., según CTE/ DB-HS 4 suministro de agua. La red de tubería de cobre se pro-			
U01FY105	2,50 Hr	Oficial 1º fontanero	41.613	104.033	
U01FY110	1,50 Hr	Ayudante fontanero	34.955	52.433	
U24LA004	2,50 MI	Tubería de cobre de 13*15 mm.	9.543	23.858	
U24LD004	2,00 Ud	Codo cobre h-h de 15 mm.	527	1.054	
U24LD204	2,00 Ud	Te cobre h-h-h de 15 mm.	777	1.554	
U24ZA001	2,50 MI	Tubo corrugado D=16 mm.	388	970	
U25AA002	1,50 MI	Tub. PVC evac. 40 mm. UNE EN 1329	2.774	4.161	
U25DA002	1,00 Ud	Codo 87º m-h PVC evac. 40 mm.	2.885	2.885	
U25XF025	1,00 Ud	Bote sifónico PVC 110-40/50	25.939	25.939	
				Suma la partida.....	216.887
				Costes indirectos	26.026
				TOTAL PARTIDA.....	242.913

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS CUARENTA Y DOS MIL NOVECIENTAS TRECE PESOS CHILENOS

P302		Ud PUNTO DE CONSUMO F-C LAVABO			
		Ud. Punto de consumo de agua fría y caliente para lavabo, con tubería de cobre rígido de 13*15 mm. protegida con tubo artiglas, con llaves de escuadra, sin incluir ascendentes, derivaciones, ni aparatos sanitarios. El desagüe se realizará con tubería de PVC serie C de diámetro 32 mm., desde aparato sanitario hasta bajante, i/ parte proporcional de bote sifónico, y piezas especiales, según CTE/ DB-HS 4 suministro de agua. La red de tubería de cobre se			
U01FY105	2,30 Hr	Oficial 1º fontanero	41.613	95.710	
U01FY110	1,50 Hr	Ayudante fontanero	34.955	52.433	
U24LA004	3,60 MI	Tubería de cobre de 13*15 mm.	9.543	34.355	
U24LD004	2,00 Ud	Codo cobre h-h de 15 mm.	527	1.054	
U24LD204	2,00 Ud	Te cobre h-h-h de 15 mm.	777	1.554	
U24ZA001	3,60 MI	Tubo corrugado D=16 mm.	388	1.397	
U25AA001	2,00 MI	Tub. PVC evac. 32 mm. UNE EN 1329	1.886	3.772	
U25DA001	2,00 Ud	Codo 87º m-h PVC evac. 32 mm.	2.691	5.382	
U25XF025	0,50 Ud	Bote sifónico PVC 110-40/50	25.939	12.970	
				Suma la partida.....	208.627
				Costes indirectos	25.035
				TOTAL PARTIDA.....	233.662

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS TREINTA Y TRES MIL SEISCIENTAS SESENTA Y DOS PESOS CHILENOS

P303		Ud PUNTO DE CONSUMO F-C BIDÉ			
		Ud. Punto de consumo de agua fría y caliente para bidé, con tubería de cobre rígido de 13*15 mm. protegida con tubo artiglas, con llaves de escuadra, sin incluir ascendentes, derivaciones, ni aparatos sanitarios. El desagüe se realizará con tubería de PVC serie C de diámetro 32 mm., desde aparato sanitario hasta bajante, i/ parte proporcional de bote sifónico, y piezas especiales, según CTE/ DB-HS 4 suministro de agua. La red de tubería de cobre se			
U01FY105	2,30 Hr	Oficial 1º fontanero	41.613	95.710	
U01FY110	1,50 Hr	Ayudante fontanero	34.955	52.433	
U24LA004	4,00 MI	Tubería de cobre de 13*15 mm.	9.543	38.172	
U24LD004	2,00 Ud	Codo cobre h-h de 15 mm.	527	1.054	
U24LD204	2,00 Ud	Te cobre h-h-h de 15 mm.	777	1.554	
U24ZA001	4,00 MI	Tubo corrugado D=16 mm.	388	1.552	
U26AG001	2,00 Ud	Llave de escuadra 1/2" cromada	7.740	15.480	

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
U25AA001	1,50 MI	Tub. PVC evac. 32 mm. UNE EN 1329	1.886	2.829	
U25DA001	2,00 Ud	Codo 87° m-h PVC evac. 32 mm.	2.691	5.382	
U25XF025	0,30 Ud	Bote sifónico PVC 110-40/50	25.939	7.782	

Suma la partida..... 221.948
 Costes indirectos 12,00% 26.634

TOTAL PARTIDA..... 248.582

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS CUARENTA Y OCHO MIL QUINIENTAS OCHENTA Y DOS PESOS CHILENOS

P304

Ud PUNTO DE CONSUMO FRÍA INODORO

Ud. Punto de consumo de agua fría para inodoro, con tubería de cobre rígido de 13*15 mm. protegida con tubo artiglas, con llaves de escuadra, sin incluir ascendentes, derivaciones, ni aparatos sanitarios. El desagüe se realizará con tubería de PVC serie C de diámetro 110 mm., desde aparato sanitario hasta bajante, i/ piezas especiales, según CTE/ DB-HS 4 suministro de agua. La red de tubería de cobre se probará a 20 kg/cm2. de presión una vez realizada.

U01FY105	1,50 Hr	Oficial 1º fontanero	41.613	62.420	
U01FY110	0,80 Hr	Ayudante fontanero	34.955	27.964	
U24LA004	2,00 MI	Tubería de cobre de 13*15 mm.	9.543	19.086	
U24LD004	1,00 Ud	Codo cobre h-h de 15 mm.	527	527	
U24LD204	1,00 Ud	Te cobre h-h-h de 15 mm.	777	777	
U24ZA001	2,00 MI	Tubo corrugado D=16 mm.	388	776	
U26AG001	1,00 Ud	Llave de escuadra 1/2" cromada	7.740	7.740	
U25AA006	1,00 MI	Tub. PVC evac. 110 mm. UNE EN 1329	8.295	8.295	
U25DA006	1,00 Ud	Codo 87° m-h PVC evac. 110 mm.	8.850	8.850	

Suma la partida..... 136.435
 Costes indirectos 12,00% 16.372

TOTAL PARTIDA..... 152.807

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y DOS MIL OCHOCIENTAS SIETE PESOS CHILENOS

P305

Ud PUNTO CONSUMO FRÍA URINARIO

Ud. Punto de consumo de agua fría para urinario, con tubería de cobre rígido de 13*15 mm. protegida con tubo artiglas, sin incluir ascendentes ni derivaciones. El desagüe se realizará con tubería de PVC serie C de diámetro 50 mm. hasta bajante, i/ piezas especiales, según CTE/ DB-HS 4 suministro de agua. La red de tubería de cobre se

U01FY105	0,90 Hr	Oficial 1º fontanero	41.613	37.452	
U01FY110	0,50 Hr	Ayudante fontanero	34.955	17.478	
U24LA004	1,80 MI	Tubería de cobre de 13*15 mm.	9.543	17.177	
U24LD004	1,00 Ud	Codo cobre h-h de 15 mm.	527	527	
U24LD204	1,00 Ud	Te cobre h-h-h de 15 mm.	777	777	
U24ZA001	1,80 MI	Tubo corrugado D=16 mm.	388	698	
U25AA003	2,00 MI	Tub. PVC evac. 50 mm. UNE EN 1329	3.052	6.104	
U25DA003	2,00 Ud	Codo 87° m-h PVC evac. 50 mm.	4.799	9.598	

Suma la partida..... 89.811
 Costes indirectos 12,00% 10.777

TOTAL PARTIDA..... 100.588

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENT MIL QUINIENTAS OCHENTA Y OCHO PESOS CHILENOS

P306

Ud PUNTO DE CONSUMO F-C FREGADERO

Ud. Punto de consumo de agua fría y caliente para fregadero, con tubería de cobre rígido de 13*15 mm. protegida con tubo artiglas, con llaves de escuadra, sin incluir ascendentes ni derivaciones. El desagüe se realizará con tubería de PVC serie C de diámetro 50 mm. hasta bajante, i/ piezas especiales, según CTE/ DB-HS 4 suministro de

U01FY105	2,10 Hr	Oficial 1º fontanero	41.613	87.387	
U01FY110	1,30 Hr	Ayudante fontanero	34.955	45.442	
U24LA004	3,60 MI	Tubería de cobre de 13*15 mm.	9.543	34.355	
U24LD004	2,00 Ud	Codo cobre h-h de 15 mm.	527	1.054	
U24LD204	2,00 Ud	Te cobre h-h-h de 15 mm.	777	1.554	
U24ZA001	3,60 MI	Tubo corrugado D=16 mm.	388	1.397	
U26AG001	2,00 Ud	Llave de escuadra 1/2" cromada	7.740	15.480	
U25AA003	2,00 MI	Tub. PVC evac. 50 mm. UNE EN 1329	3.052	6.104	
U25DA003	2,00 Ud	Codo 87° m-h PVC evac. 50 mm.	4.799	9.598	

Suma la partida..... 202.371
 Costes indirectos 12,00% 24.285

TOTAL PARTIDA..... 226.656

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS VEINTISEIS MIL SEISCIENTAS CINCUENTA Y SEIS PESOS

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
CHILENOS					
P307	Ud	PUNTO DE CONSUMO (F) NEVERA			
		Ud. Punto de consumo de agua fría para nevera, con tubería de cobre rígido de 10*12 mm. protegida con tubo artiglas, con llaves de escuadra, sin incluir ascendentes, derivaciones, ni aparatos sanitarios. El desagüe se realizará con tubería de PVC serie C de diámetro 32 mm. hasta bajante, i/ piezas especiales, según CTE/ DB-HS 4 suministro de agua. La red de tubería de cobre se probará a 20 kg/cm2. de presión una vez realizada.			
U01FY105	0,70 Hr	Oficial 1ª fontanero	41.613	29.129	
U01FY110	0,40 Hr	Ayudante fontanero	34.955	13.982	
U24LA003	2,20 MI	Tubería de cobre de 10*12 mm.	8.045	17.699	
U24LD002	2,00 Ud	Codo cobre h-h de 12 mm.	638	1.276	
U24LD203	1,00 Ud	Te cobre h-h-h de 12 mm.	1.248	1.248	
U26AG001	1,00 Ud	Llave de escuadra 1/2" cromada	7.740	7.740	
U24ZA000	2,20 MI	Tubo corrugado D=13 mm.	333	733	
U25AA001	1,50 MI	Tub. PVC evac. 32 mm. UNE EN 1329	1.886	2.829	
U25DA001	2,00 Ud	Codo 87° m-h PVC evac. 32 mm.	2.691	5.382	
		Suma la partida.....			80.018
		Costes indirectos		12,00%	9.602
		TOTAL PARTIDA.....			89.620

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y NUEVE MIL SEISCIENTAS VEINTE PESOS CHILENOS

CAPÍTULO Q INSTALACIÓN ELÉCTRICA

SUBCAPÍTULO Q1 CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN

Q101	Ud	CAJA GRAL. PROTECCIÓN 1000A(TRIF.)			
		Ud. Caja general de protección de 400A incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 400A para protección de la línea general de alimentación situada en fachada o nicho mural. ITC-BT-13 cumplan con las UNE-EN			
U01FY630	2,00 Hr	Oficial primera electricista	43.000	86.000	
U01FY635	2,00 Hr	Ayudante electricista	36.064	72.128	
U30CM001	1,00 Ud	Caja protecci.1000A(III+N)+F	19.540.593	19.540.593	
		Suma la partida.....			19.698.721
		Costes indirectos		12,00%	2.363.847
		TOTAL PARTIDA.....			22.062.568

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS MILLONES SESENTA Y DOS MIL QUINIENTAS SESENTA Y OCHO PESOS CHILENOS

Q102	Ud	CAJA GRAL. PROTECCIÓN 1250A(TRIF.)			
		Ud. Caja general de protección de 400A incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 400A para protección de la línea general de alimentación situada en fachada o nicho mural. ITC-BT-13 cumplan con las UNE-EN			
U01FY630	2,00 Hr	Oficial primera electricista	43.000	86.000	
U01FY635	2,00 Hr	Ayudante electricista	36.064	72.128	
U30CM0012	1,00 Ud	Caja protecci.1250A(III+N)+F	22.450.123	22.450.123	
		Suma la partida.....			22.608.251
		Costes indirectos		12,00%	2.712.990
		TOTAL PARTIDA.....			25.321.241

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO MILLONES TRESCIENTAS VEINTIUNA MIL DOSCIENTAS CUARENTA Y UNA PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO Q2 INTERRUPTORES

APARTADO Q201 Diferenciales

G2011	Ud	INTERRUPTOR DIFERENCIAL II, INT. N. 25 A SENS. 0,03 A			
		Interruptor diferencial II de 25 A de intensidad nominal y 0,03 A de sensibilidad, construido según REBT y normas			
TO01800	0,30 h	OF. 1ª ELECTRICISTA	13.894	4.168	
IE08500	1,00 u	INTERRUPTOR DIFERENCIAL II 25 A/30 mA	56.436	56.436	
		Suma la partida.....			60.604
		Costes indirectos		12,00%	7.272
		TOTAL PARTIDA.....			67.876

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTAS SETENTA Y SEIS PESOS

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

CHILENOS					
Q2012	Ud	INTERRUPTOR DIFERENCIAL IIII, INT. N. 25 A SENS. 0,03 A			
		Interruptor diferencial IIII de 25 A de intensidad nominal y 0,03 A de sensibilidad, construido según REBT y normas			
TO01800	0,40 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	5.558	
IE09000	1,00 u	INTERRUPTOR DIFERENCIAL IIII 25 A/30 mA	111.391	111.391	
		Suma la partida.....			116.949
		Costes indirectos.....		12,00%	14.034
		TOTAL PARTIDA.....			130.983

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA MIL NOVECIENTAS OCHENTA Y TRES PESOS

CHILENOS					
Q2013	Ud	INTERRUPTOR DIFERENCIAL IIII, INT. N. 40 A SENS. 0,03 A			
		Interruptor diferencial IIII de 40 A de intensidad nominal y 0,03 A de sensibilidad, construido según REBT y normas de la compañía suministradora. Medida la unidad instalada.			
TO01800	0,40 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	5.558	
IE09100	1,00 u	INTERRUPTOR DIFERENCIAL IIII 40 A/30 mA	114.809	114.809	
		Suma la partida.....			120.367
		Costes indirectos.....		12,00%	14.444
		TOTAL PARTIDA.....			134.811

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTAS ONCE PESOS

CHILENOS					
Q2014	Ud	INTERRUPTOR DIFERENCIAL IIII, INT. N. 25 A SENS. 0,30 A			
		Interruptor diferencial IIII de 25 A de intensidad nominal y 0,30 A de sensibilidad, construido según REBT y normas			
TO01800	0,40 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	5.558	
IE09500	1,00 u	INTERRUPTOR DIFERENCIAL IIII 40 A/300 mA	95.723	95.723	
		Suma la partida.....			101.281
		Costes indirectos.....		12,00%	12.154
		TOTAL PARTIDA.....			113.435

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TRECE MIL CUATROCIENTAS TREINTA Y CINCO PESOS

CHILENOS					
Q2015	Ud	INTERRUPTOR DIFERENCIAL IIII, INT. N. 63 A SENS. 0,30 A			
		Interruptor diferencial IIII de 63 A de intensidad nominal y 0,30 A de sensibilidad, construido según REBT y normas			
TO01800	0,40 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	5.558	
IE09600	1,00 u	INTERRUPTOR DIFERENCIAL IIII 63 A/300 mA	215.359	215.359	
		Suma la partida.....			220.917
		Costes indirectos.....		12,00%	26.510
		TOTAL PARTIDA.....			247.427

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS CUARENTA Y SIETE MIL CUATROCIENTAS VEINTISIETE PESOS CHILENOS

CHILENOS					
Q2016	Ud	RELÉ Y TRANSFORMADOR IIII, INT. N. 160 A SENS. 0,30 A			
		Interruptor diferencial IIII de 63 A de intensidad nominal y 0,30 A de sensibilidad, construido según REBT y normas			
TO01800	0,40 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	5.558	
IE096001	1,00 u	RELÉ Y TRANSFORMADOR IIII 160 A/300 mA	613.360	613.360	
		Suma la partida.....			618.918
		Costes indirectos.....		12,00%	74.270
		TOTAL PARTIDA.....			693.188

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTAS NOVENTA Y TRES MIL CIENTO OCHENTA Y OCHO PESOS

CHILENOS					
Q2017	Ud	RELÉ Y TRANSFORMADOR IIII, INT. N. 160 A SENS. 0,03 A			
		Interruptor diferencial IIII de 63 A de intensidad nominal y 0,30 A de sensibilidad, construido según REBT y normas			
TO01800	0,40 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	5.558	
IE096002	1,00 u	RELÉ Y TRANSFORMADOR IIII 160 A/30 mA	670.134	670.134	
		Suma la partida.....			675.692
		Costes indirectos.....		12,00%	81.083

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

TOTAL PARTIDA..... 756.775

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTAS CINCUENTA Y SEIS MIL SETECIENTAS SETENTA Y CINCO PESOS CHILENOS

Q2018					
	Ud	RELÉ Y TRANSFORMADOR III, INT. N. 250 A SENS. 0,30 A			
		Interruptor diferencial III de 63 A de intensidad nominal y 0,30 A de sensibilidad, construido según REBT y normas			
TO01800	0,40 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	5.558	
IE0960012	1,00 u	RELÉ Y TRANSFORMADOR III 250 A/300 mA	922.760	922.760	

Suma la partida.....	928.318
Costes indirectos	12,00% 111.398

TOTAL PARTIDA..... 1.039.716

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN MILLÓN TREINTA Y NUEVE MIL SETECIENTAS DIECISEIS PESOS CHILENOS

Q2019					
	Ud	RELÉ Y TRANSFORMADOR III, INT. N. 400 A SENS. 0,30 A			
		Interruptor diferencial III de 63 A de intensidad nominal y 0,30 A de sensibilidad, construido según REBT y normas			
TO01800	0,40 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	5.558	
IE0960013	1,00 u	RELÉ Y TRANSFORMADOR III 400 A/300 mA	1.061.480	1.061.480	

Suma la partida.....	1.067.038
Costes indirectos	12,00% 128.045

TOTAL PARTIDA..... 1.195.083

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN MILLÓN CIENTO NOVENTA Y CINCO MIL OCHENTA Y TRES PESOS CHILENOS

Q20110					
	Ud	RELÉ Y TRANSFORMADOR III, INT. N. 630 A SENS. 0,30 A			
		Interruptor diferencial III de 63 A de intensidad nominal y 0,30 A de sensibilidad, construido según REBT y normas			
TO01800	0,40 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	5.558	
IE0960014	1,00 u	RELÉ Y TRANSFORMADOR III 630 A/300 mA	1.727.200	1.727.200	

Suma la partida.....	1.732.758
Costes indirectos	12,00% 207.931

TOTAL PARTIDA..... 1.940.689

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN MILLÓN NOVECIENTAS CUARENTA MIL SEISCIENTAS OCHENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

Q20111					
	Ud	RELÉ Y TRANSFORMADOR III, INT. N. 1000 A SENS. 0,30 A			
		Interruptor diferencial III de 63 A de intensidad nominal y 0,30 A de sensibilidad, construido según REBT y normas			
TO01800	0,40 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	5.558	
IE0960015	1,00 u	RELÉ Y TRANSFORMADOR III 1000 A/300 mA	2.312.000	2.312.000	

Suma la partida.....	2.317.558
Costes indirectos	12,00% 278.107

TOTAL PARTIDA..... 2.595.665

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MILLONES QUINIENTAS NOVENTA Y CINCO MIL SEISCIENTAS SESENTA Y CINCO PESOS CHILENOS

Q20112					
	Ud	RELÉ Y TRANSFORMADOR III, INT. N. 1000 A SENS. 0,03 A			
		Interruptor diferencial III de 63 A de intensidad nominal y 0,30 A de sensibilidad, construido según REBT y normas			
TO01800	0,40 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	5.558	
IE0960025	1,00 u	RELÉ Y TRANSFORMADOR III 1000 A/30 mA	2.573.200	2.573.200	

Suma la partida.....	2.578.758
Costes indirectos	12,00% 309.451

TOTAL PARTIDA..... 2.888.209

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MILLONES OCHOCIENTAS OCHENTA Y OCHO MIL DOSCIENTAS NUEVE PESOS CHILENOS

APARTADO Q202 Magnetotérmicos

Q2021					
	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO BIPOLAR DE 10 A			
		Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 10 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de			
TO01800	0,25 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	3.474	
IE10300	1,00 u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO II, DE 10-32 A	15.025	15.025	

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
					Suma la partida..... 18.499
				Costes indirectos 12,00%	2.220
TOTAL PARTIDA.....					20.719
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE MIL SETECIENTAS DIECINUEVE PESOS CHILENOS					
Q2022	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO BIPOLAR DE 16 A			
		Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 16 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de			
TO01800	0,25 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	3.474	
IE10300	1,00 u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO II, DE 10-32 A	15.025	15.025	
					Suma la partida..... 18.499
				Costes indirectos 12,00%	2.220
TOTAL PARTIDA.....					20.719
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE MIL SETECIENTAS DIECINUEVE PESOS CHILENOS					
Q2023	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO BIPOLAR DE 20 A			
		Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 20 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de			
TO01800	0,25 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	3.474	
IE10300	1,00 u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO II, DE 10-32 A	15.025	15.025	
					Suma la partida..... 18.499
				Costes indirectos 12,00%	2.220
TOTAL PARTIDA.....					20.719
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE MIL SETECIENTAS DIECINUEVE PESOS CHILENOS					
Q2024	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO BIPOLAR DE 25 A			
		Interruptor automático magnetotérmico bipolar de 25 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de			
TO01800	0,25 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	3.474	
IE10300	1,00 u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO II, DE 10-32 A	15.025	15.025	
					Suma la partida..... 18.499
				Costes indirectos 12,00%	2.220
TOTAL PARTIDA.....					20.719
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE MIL SETECIENTAS DIECINUEVE PESOS CHILENOS					
Q2025	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO BIPOLAR DE 63 A			
		Interruptor automático magnetotérmico tripolar de 63 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de			
TO01800	0,35 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	4.863	
IE107001	1,00 u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO II, 63 A	59.320	59.320	
					Suma la partida..... 64.183
				Costes indirectos 12,00%	7.702
TOTAL PARTIDA.....					71.885
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y UNA MIL OCHOCIENTAS OCHENTA Y CINCO PESOS CHILENOS					
Q2026	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR DE 10 A			
		Interruptor automático magnetotérmico tripolar de 10 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de la compañía suministradora. Medida la unidad instalada.			
TO01800	0,30 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	4.168	
IE10500	1,00 u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO III, DE 10-32 A	31.608	31.608	
					Suma la partida..... 35.776
				Costes indirectos 12,00%	4.293
TOTAL PARTIDA.....					40.069
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA MIL SESENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS					
Q2027	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR DE 16 A			
		Interruptor automático magnetotérmico tripolar de 16 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de			
TO01800	0,30 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	4.168	
IE10500	1,00 u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO III, DE 10-32 A	31.608	31.608	
					Suma la partida..... 35.776
				Costes indirectos 12,00%	4.293

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
TOTAL PARTIDA.....					40.069
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA MIL SESENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS					
Q2028	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR DE 20 A			
		Interruptor automático magnetotérmico tripolar de 20 a de intensidad nominal, construido según REBT y normas de			
TO01800	0,30 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	4.168	
IE10500	1,00 u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO III, DE 10-32 A	31.608	31.608	
Suma la partida.....					35.776
Costes indirectos					12,00% 4.293
TOTAL PARTIDA.....					40.069
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA MIL SESENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS					
Q2029	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR DE 25 A			
		Interruptor automático magnetotérmico tripolar de 25 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de			
TO01800	0,30 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	4.168	
IE10500	1,00 u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO III, DE 10-32 A	31.608	31.608	
Suma la partida.....					35.776
Costes indirectos					12,00% 4.293
TOTAL PARTIDA.....					40.069
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA MIL SESENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS					
Q20210	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR DE 30 A			
		Interruptor automático magnetotérmico tripolar de 32 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de			
TO01800	0,30 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	4.168	
IE10500	1,00 u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO III, DE 10-32 A	31.608	31.608	
Suma la partida.....					35.776
Costes indirectos					12,00% 4.293
TOTAL PARTIDA.....					40.069
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA MIL SESENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS					
Q20211	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR DE 38 A			
		Interruptor automático magnetotérmico tripolar de 38 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de la compañía suministradora. Medida la unidad instalada.			
TO01800	0,30 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	4.168	
IE10600	1,00 u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO III, DE 38-47 A	33.716	33.716	
Suma la partida.....					37.884
Costes indirectos					12,00% 4.546
TOTAL PARTIDA.....					42.430
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y DOS MIL CUATROCIENTAS TREINTA PESOS CHILENOS					
Q20212	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR DE 63 A			
		Interruptor automático magnetotérmico tripolar de 63 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de			
TO01800	0,35 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	4.863	
IE10700	1,00 u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO III, 63 A	63.208	63.208	
Suma la partida.....					68.071
Costes indirectos					12,00% 8.169
TOTAL PARTIDA.....					76.240
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y SEIS MIL DOSCIENTAS CUARENTA PESOS CHILENOS					
Q20213	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR DE 100 A			
		Interruptor automático magnetotérmico tripolar de 63 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de			
TO01800	0,35 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	4.863	
IE1070001	1,00 u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO III, 100 A	130.560	130.560	
Suma la partida.....					135.423
Costes indirectos					12,00% 16.251
TOTAL PARTIDA.....					151.674
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y UNA MIL SEISCIENTAS SETENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS					
Q20214	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO BIPOLAR DE 160 A			

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
TO01800	0,35 h	Interruptor automático magnetotérmico tripolar de 63 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	4.863	
IE1070002	1,00 u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO II, 160 A	154.056	154.056	
Suma la partida.....					158.919
Costes indirectos					19.070
TOTAL PARTIDA.....					177.989
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA Y SIETE MIL NOVECIENTAS OCHENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS					
Q20215	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR DE 160 A			
Interruptor automático magnetotérmico tripolar de 63 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de					
TO01800	0,35 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	4.863	
IE1070003	1,00 u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO III, 160 A	193.800	193.800	
Suma la partida.....					198.663
Costes indirectos					23.840
TOTAL PARTIDA.....					222.503
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS VEINTIDOS MIL QUINIENTAS TRES PESOS CHILENOS					
Q20216	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR DE 250 A			
Interruptor automático magnetotérmico tripolar de 63 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de la compañía suministradora. Medida la unidad instalada.					
TO01800	0,35 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	4.863	
IE1070004	1,00 u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO III, 250 A	193.800	193.800	
Suma la partida.....					198.663
Costes indirectos					23.840
TOTAL PARTIDA.....					222.503
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS VEINTIDOS MIL QUINIENTAS TRES PESOS CHILENOS					
Q20217	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR DE 400 A			
Interruptor automático magnetotérmico tripolar de 63 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de					
TO01800	0,35 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	4.863	
IE1070005	1,00 u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO III, 400 A	884.000	884.000	
Suma la partida.....					888.863
Costes indirectos					106.664
TOTAL PARTIDA.....					995.527
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVECIENTAS NOVENTA Y CINCO MIL QUINIENTAS VEINTISIETE PESOS CHILENOS					
Q20218	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR DE 630 A			
Interruptor automático magnetotérmico tripolar de 63 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de					
TO01800	0,35 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	4.863	
IE1070006	1,00 u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO III, 630 A	1.134.240	1.134.240	
Suma la partida.....					1.139.103
Costes indirectos					136.692
TOTAL PARTIDA.....					1.275.795
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN MILLÓN DOSCIENTAS SETENTA Y CINCO MIL SETECIENTAS NOVENTA Y CINCO PESOS CHILENOS					
Q20219	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR DE 1000 A			
Interruptor automático magnetotérmico tripolar de 63 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de					
TO01800	0,35 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	4.863	
IE1070007	1,00 u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO III, 1000 A	2.176.000	2.176.000	
Suma la partida.....					2.180.863
Costes indirectos					261.704
TOTAL PARTIDA.....					2.442.567
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MILLONES CUATROCIENTAS CUARENTA Y DOS MIL QUINIENTAS SESENTA Y SIETE PESOS CHILENOS					
Q20220	Ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO TETRAPOLAR DE 1250 A			

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
TO01800	0,35 h	Interruptor automático magnetotérmico tripolar de 63 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	4.863	
IE1070008	1,00 u	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO III, 1250 A	2.807.720	2.807.720	
Suma la partida.....					2.812.583
Costes indirectos					12,00% 337.510
TOTAL PARTIDA.....					3.150.093

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MILLONES CIENTO CINCUENTA MIL NOVENTA Y TRES PESOS CHILENOS

APARTADO Q203 Fusibles

Q2031	Ud	FUSIBLE 1000 A			
TO01800	0,35 h	Interruptor de control de potencia, unipolar, de 25 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de la OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	4.863	
IE077001	1,00 u	FUSIBLE 1000 A	91.800	91.800	
Suma la partida.....					96.663
Costes indirectos					12,00% 11.600
TOTAL PARTIDA.....					108.263

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHO MIL DOSCIENTAS SESENTA Y TRES PESOS CHILENOS

Q2032	Ud	FUSIBLE 1250 A			
TO01800	0,35 h	Interruptor de control de potencia, unipolar, de 10 A de intensidad nominal, construido según REBT y normas de la OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	4.863	
IE07700	1,00 u	FUSIBLE 1250 A	107.440	107.440	
Suma la partida.....					112.303
Costes indirectos					12,00% 13.476
TOTAL PARTIDA.....					125.779

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTICINCO MIL SETECIENTAS SETENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO Q3 CUADROS GENERALES

Q301	Ud	CUADRO METALICO			
U01FY630	20,00 Hr	Ud. Cuadro tipo de distribución, protección y mando para local con uso ó actividad comercial o privada de 150 a 300 m2, con o sin pública concurrencia, formado por un cuadro doble aislamiento ó armario metálico de empotrar ó superficie con puerta, incluido carriles, embarrados de circuitos y protección IGA-32A (III+N); 1 interruptor diferencial de 63A/4p/30mA, 3 diferenciales de 40A/2p/30mA, 1 PIA de 40A (III+N); 12 PIAS de 10A (I+N); 10 PIAS de 15A (I+N), 6 PIAS de 20A (I+N); contactor de 40A/2p/220V; reloj-horario de 15A/220V. con reserva de cuerda y disposi-	43.000	860.000	
U30IM001	1,00 Ud	Cuadro metal.ó dobl.aisl.estan.	344.830	344.830	
Suma la partida.....					1.204.830
Costes indirectos					12,00% 144.580
TOTAL PARTIDA.....					1.349.410

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN MILLÓN TRESCIENTAS CUARENTA Y NUEVE MIL CUATROCIENTAS DIEZ PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO Q4 PUNTOS DE LUZ

Q401	Ud	PUNTO CONMUTADO SIMÓN-27			
U01FY630	0,80 Hr	Ud. Punto luz sencillo realizado en tubo PVC corrugado M 20/gp5 y conductor de cobre rígido de 1,5 mm2. de Cu y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja registro, caja mecanismo universal con tornillo, portalámparas de obra,	43.000	34.400	
U30JW120	13,00 MI	Oficial primera electricista	1.554	20.202	
U30JW900	2,00 Ud	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	1.054	2.108	
U30KB291	2,00 Ud	p.p. cajas, regletas y peq. material	13.843	27.686	
U30JW001	39,00 MI	Commutador SIMON 27	832	32.448	
U30NV382	1,00 Ud	Conductor rígido 750V;1,5(Cu)	1.997	1.997	
Portalámparas para obra					
Suma la partida.....					118.841
Costes indirectos					12,00% 14.261

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
TOTAL PARTIDA.....					133.102
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y TRES MIL CIENTO DOS PESOS CHILENOS					
Q402	Ud	P. LUZ SEN. PULSADOR SIMÓN-27			
		Ud. Punto luz sencillo realizado en tubo PVC corrugado M 20/gp5 y conductor de cobre unipolar aislados para una tensión nominal de 750 V. y sección 1,5 mm ² ., incluido, caja registro, caja mecanismo universal con tornillo, portalámparas de obra, interruptor unipolar por pulsador SIMON-27 blanco y marco respectivo, totalmente montado e			
U01FY630	0,40 Hr	Oficial primera electricista	43.000	17.200	
U30JW120	8,00 MI	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	1.554	12.432	
U30JW900	1,00 Ud	p.p. cajas, regletas y peq. material	1.054	1.054	
U30JW001	18,00 MI	Conductor rígido 750V;1,5(Cu)	832	14.976	
U30NV382	1,00 Ud	Portalámparas para obra	1.997	1.997	
U30KG405	1,00 Ud	Pulsador luz con luminoso SIMON-27	27.048	27.048	
Suma la partida.....					74.707
Costes indirectos					12,00% 8.965
TOTAL PARTIDA.....					83.672
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y TRES MIL SEISCIENTAS SETENTA Y DOS PESOS CHILENOS					
Q403	Ud	P. LUZ SEN. PULSADOR SIMÓN-27, IP44			
		Ud. Punto luz sencillo realizado en tubo PVC corrugado M 20/gp5 y conductor de cobre unipolar aislados para una tensión nominal de 750 V. y sección 1,5 mm ² ., incluido, caja registro, caja mecanismo universal con tornillo, portalámparas de obra, interruptor unipolar por pulsador SIMON-27 blanco y marco respectivo, totalmente montado e			
U01FY630	0,40 Hr	Oficial primera electricista	43.000	17.200	
U30JW120	8,00 MI	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	1.554	12.432	
U30JW900	1,00 Ud	p.p. cajas, regletas y peq. material	1.054	1.054	
U30JW001	18,00 MI	Conductor rígido 750V;1,5(Cu)	832	14.976	
U30NV382	1,00 Ud	Portalámparas para obra	1.997	1.997	
U30KG4051	1,00 Ud	Pulsador luz con luminoso SIMON-27	32.458	32.458	
Suma la partida.....					80.117
Costes indirectos					12,00% 9.614
TOTAL PARTIDA.....					89.731
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y NUEVE MIL SETECIENTAS TREINTA Y UNA PESOS CHILENOS					
SUBCAPÍTULO Q5 CIRCUITOS					
Q501	MI	LÍNEA ALUMINIO 3 (1X240 mm²)+1X150			
		MI. Línea subterránea B.T. Al RV 0,6/1Kv de 3(1x240) + 1X150 mm ² Al, tendida en zanja sobre lecho de arena y			
U01FY630	0,25 Hr	Oficial primera electricista	43.000	10.750	
U01FY635	0,25 Hr	Ayudante electricista	36.064	9.016	
U04AA001	0,05 M3	Arena de río (0-5mm)	63.806	3.190	
U37VV105	1,00 MI	Cinta señalizadora	222	222	
U37VV115	1,00 MI	Placa de protección	416	416	
U37YO115	1,00 MI	Conduc al/RV1x150 - 0.6/1 KV	1.659	1.659	
U37YO118	3,00 MI	Conduc al/RV1x240 - 0.6/1 KV	2.557	7.671	
Suma la partida.....					32.924
Costes indirectos					12,00% 3.951
TOTAL PARTIDA.....					36.875
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y SEIS MIL OCHOCIENTAS SETENTA Y CINCO PESOS CHILENOS					
Q502	MI	CIRCUITO MONOFÁSICO 3x1,5 mm² EMPOTRADO			
		Circuito monofásico, instalado con cable de cobre de tres conductores de 1,5 mm ² de sección nominal mínima, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 13 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección has-			
ATC00100	0,03 h	CUADRILLA ALBAÑILERÍA, FORMADA POR OFICIAL 1º Y PEÓN	27.067	812	
TO01800	0,05 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	695	
IE01900	3,03 m	CABLE COBRE 1x1,5 mm ² /750 V	116	351	
IE11900	1,01 m	TUBO PVC FLEXIBLE CORRUGADO DIÁM. 13 mm	124	125	
WW00300	0,30 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	128	
WW00400	0,50 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	116	
Suma la partida.....					2.227
Costes indirectos					12,00% 267
TOTAL PARTIDA.....					2.494

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL CUATROCIENTAS NOVENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS					
Q503	MI	CIRCUITO MONOFÁSICO 3x2,5 mm2 EMPOTRADO			
		Circuito monofásico, instalado con cable de cobre de tres conductores de 2,5 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 13 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección hasta la caja de			
ATC00100	0,03 h	CUADRILLA ALBAÑILERÍA, FORMADA POR OFICIAL 1º Y PEÓN	27.067	812	
TO01800	0,05 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	695	
IE11900	1,01 m	TUBO PVC FLEXIBLE CORRUGADO DIÁM. 13 mm	124	125	
IE02000	3,03 m	CABLE COBRE 1x2,5 mm2/750 V	170	515	
WW00300	0,30 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	128	
WW00400	0,50 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	116	
		Suma la partida.....			2.391
		Costes indirectos		12,00%	287
		TOTAL PARTIDA.....			2.678
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL SEISCIENTAS SETENTA Y OCHO PESOS CHILENOS					
Q504	MI	CIRCUITO MONOFÁSICO 3x4 mm2 EMPOTRADO			
		Circuito monofásico, instalado con cable de cobre de tres conductores de 4 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 16 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección hasta la caja de re-			
ATC00100	0,03 h	CUADRILLA ALBAÑILERÍA, FORMADA POR OFICIAL 1º Y PEÓN	27.067	812	
TO01800	0,05 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	695	
IE02100	3,03 m	CABLE COBRE 1x4 mm2/750 V	349	1.057	
IE12000	1,01 m	TUBO PVC FLEXIBLE CORRUGADO DIÁM. 16 mm	163	165	
WW00300	0,30 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	128	
WW00400	0,50 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	116	
		Suma la partida.....			2.973
		Costes indirectos		12,00%	357
		TOTAL PARTIDA.....			3.330
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL TRESCIENTAS TREINTA PESOS CHILENOS					
Q505	MI	CIRCUITO MONOFÁSICO 3x6 mm2 EMPOTRADO			
		Circuito monofásico, instalado con cable de cobre de tres conductores de 6 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 23 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección hasta la caja de re-			
ATC00100	0,03 h	CUADRILLA ALBAÑILERÍA, FORMADA POR OFICIAL 1º Y PEÓN	27.067	812	
TO01800	0,05 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	695	
IE12100	1,01 m	TUBO PVC FLEXIBLE CORRUGADO DIÁM. 23 mm	240	242	
IE02200	3,03 m	CABLE COBRE 1x6 mm2/750 V	465	1.409	
WW00300	0,30 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	128	
WW00400	0,50 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	116	
		Suma la partida.....			3.402
		Costes indirectos		12,00%	408
		TOTAL PARTIDA.....			3.810
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL OCHOCIENTAS DIEZ PESOS CHILENOS					
Q506	MI	CIRCUITO MONOFÁSICO 3x1,5 mm2 SUPERFICIE			
		Circuito monofásico, instalado con cable de cobre de tres conductores de 1,5 mm2 de sección nominal, aislado con tubo de PVC rígido de 13 mm de diámetro y 1 mm de pared, en montaje superficial, incluso p.p. de cajas de derivación, grapas, piezas especiales y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada			
ATC00100	0,03 h	CUADRILLA ALBAÑILERÍA, FORMADA POR OFICIAL 1º Y PEÓN	27.067	812	
TO01800	0,10 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	1.389	
IE12500	1,01 m	TUBO PVC RIGIDO DIÁM. 13 mm	628	634	
IE01900	3,03 m	CABLE COBRE 1x1,5 mm2/750 V	116	351	
WW00400	0,30 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	70	
WW00300	0,60 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	256	
		Suma la partida.....			3.512
		Costes indirectos		12,00%	421
		TOTAL PARTIDA.....			3.933
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL NOVECIENTAS TREINTA Y TRES PESOS CHILENOS					
Q507	MI	CIRCUITO MONOFÁSICO 3x2,5 mm2 SUPERFICIE			
		Circuito monofásico, instalado con cable de cobre de tres conductores de 2,5 mm2 de sección nominal, aislado con tubo de PVC rígido de 13 mm de diámetro y 1 mm de pared, en montaje superficial, incluso p.p. de cajas de deri-			

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
vacación, grapas, piezas especiales y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada					
ATC00100	0,03 h	CUADRILLA ALBAÑILERÍA, FORMADA POR OFICIAL 1ª Y PEÓN	27.067	812	
TO01800	0,10 h	OF. 1ª ELECTRICISTA	13.894	1.389	
IE12500	1,01 m	TUBO PVC RIGIDO DIÁM. 13 mm	628	634	
IE02000	3,03 m	CABLE COBRE 1x2,5 mm2/750 V	170	515	
WW00300	0,60 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	256	
WW00400	0,30 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	70	
Suma la partida.....					3.676
Costes indirectos					441
TOTAL PARTIDA.....					4.117
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL CIENTO DIECISIETE PESOS CHILENOS					
Q508	MI	CIRCUITO TRIFÁSICO 5x6 mm2 SUPERFICIE			
Circuito trifásico, instalado con cable de cobre de cinco conductores de 6 mm2 de sección nominal, aislado con tubo de PVC rígido de 21 mm de diámetro y 1,25 mm de pared, en montaje superficial, incluso p.p. de cajas de derivación, grapas, piezas especiales y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada					
TO01800	0,15 h	OF. 1ª ELECTRICISTA	13.894	2.084	
IE02200	5,05 m	CABLE COBRE 1x6 mm2/750 V	465	2.348	
IE12700	1,01 m	TUBO PVC RIGIDO DIÁM. 21 mm	1.093	1.104	
WW00300	0,70 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	298	
WW00400	0,30 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	70	
Suma la partida.....					5.904
Costes indirectos					708
TOTAL PARTIDA.....					6.612
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS MIL SEISCIENTAS DOCE PESOS CHILENOS					
Q509	MI	CABLE CONDUCTOR 4X6 MM2.			
MI. Cable conductor 4x6 mm2, colocado					
U01AA007	0,02 Hr	Oficial primera	43.000	860	
U01AA011	0,02 Hr	Peón suelto	39.477	790	
U39TA001	1,00 MI	Cable cobre 1kv 4x6	5.576	5.576	
Suma la partida.....					7.226
Costes indirectos					867
TOTAL PARTIDA.....					8.093
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO MIL NOVENTA Y TRES PESOS CHILENOS					
Q5010	MI	CIRC. ELECT. SUBT. 3x6 mm2 (750v)			
MI. Línea general de alimentación, (subterránea), aislada Rz1-K 0,6/1 Kv. de 4x10 mm2. de conductor de cobre bajo tubo de PVC Dext= 75 mm., incluido tendido del conductor en su interior, así como p/p de tubo y terminales					
U01FY630	0,15 Hr	Oficial primera electricista	43.000	6.450	
U01FY635	0,15 Hr	Ayudante electricista	36.064	5.410	
U30JW138	1,00 MI	Tubo PVC corrug. Dext=75	10.930	10.930	
U30JA018	1,50 MI	Conductor 0,6/1Kv 2x6 (Cu)	6.186	9.279	
Suma la partida.....					32.069
Costes indirectos					3.848
TOTAL PARTIDA.....					35.917
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y CINCO MIL NOVECIENTAS DIECISIETE PESOS CHILENOS					
Q5011	MI	CIRC. ELECT. SUBT. 3x16 mm2. (0,6/1Kv)			
MI. Derivación individual ES07Z1-K 3x16 mm2., (delimitada entre la centralización de contadores y el cuadro de distribución), bajo tubo de PVC rígido D=32 y conductores de cobre de 16 mm2. aislados, para una tensión nominal de 750 V en sistema monofásico más protección, así como conductor "rojo" de 1,5 mm2 (tarifa nocturna), tendido mediante sus correspondientes accesorios a lo largo de la canaladura del tiro de escalera o zonas comunes. ITC-BT 15 y cumplira con la UNE 21.123 parte 4 ó 5.					
U01FY630	0,15 Hr	Oficial primera electricista	43.000	6.450	
U01FY635	0,15 Hr	Ayudante electricista	36.064	5.410	
U30JA025	1,50 MI	Conductor 0,6/1Kv 2x16 (Cu)	14.675	22.013	
U30JW130	1,00 MI	Tubo PVC rígido D=50	15.397	15.397	
U30ER115	1,00 MI	Conductor ES07Z1-K 1,5(Cu)	3.329	3.329	
Suma la partida.....					52.599
Costes indirectos					6.312

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
TOTAL PARTIDA.....					58.911
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y OCHO MIL NOVECIENTAS ONCE PESOS CHILENOS					
Q5012	MI	CIRC. ELECT. SUBT. 3x25 mm2. (0,6/1Kv) MI. Derivación individual ES07Z1-K 3x25 mm2., (delimitada entre la centralización de contadores y el cuadro de distribución), bajo tubo de PVC rígido D=50 y conductores de cobre de 25 mm2. aislados, para una tensión nominal de 750 V en sistema monofásico más protección, así como conductor "rojo" de 1,5 mm2 (tarifa nocturna), tendido mediante sus correspondientes accesorios a lo largo de la canaladura del tiro de escalera o zonas comunes.			
U01FY630	0,15 Hr	Oficial primera electricista	43.000	6.450	
U01FY635	0,15 Hr	Ayudante electricista	36.064	5.410	
U30JA023	1,50 MI	Conductor 0,6/1Kv 3x25 (Cu)	18.421	27.632	
U30JW130	1,00 MI	Tubo PVC rígido D=50	15.397	15.397	
U30ER115	1,00 MI	Conductor ES07Z1-K 1,5(Cu)	3.329	3.329	
Suma la partida.....					58.218
Costes indirectos					12,00% 6.986
TOTAL PARTIDA.....					65.204
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y CINCO MIL DOSCIENTAS CUATRO PESOS CHILENOS					
Q5013	MI	CABLE 2x1,5 mm2 Circuito de alumbrado, instalado con cable de cobre de tres conductores de 1,5 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 13 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de protección hasta la caja de registro.			
TO01800	0,05 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	695	
WW00300	0,30 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	128	
WW00400	0,50 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	116	
IE019001	2,02 m	CABLE COBRE 1x1,5 mm2/750 V	116	234	
Suma la partida.....					1.173
Costes indirectos					12,00% 141
TOTAL PARTIDA.....					1.314
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL TRESCIENTAS CATORCE PESOS CHILENOS					
Q5014	MI	CABLE 2x2,5 mm2 Circuito de otros usos, instalado con cable de cobre de tres conductores de 2,5 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 13 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de protección hasta la caja de registro.			
TO01800	0,05 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	695	
WW00300	0,30 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	128	
WW00400	0,50 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	116	
IE020001	2,02 m	CABLE COBRE 1x2,5 mm2/750 V	170	343	
Suma la partida.....					1.282
Costes indirectos					12,00% 154
TOTAL PARTIDA.....					1.436
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CUATROCIENTAS TREINTA Y SEIS PESOS CHILENOS					
Q5015	MI	CABLE 1,5 mm2 Circuito de alumbrado, instalado con cable de cobre de tres conductores de 1,5 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 13 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de protección hasta la caja de registro del ultimo recinto suministrado.			
TO01800	0,05 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	695	
WW00300	0,30 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	128	
WW00400	0,50 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	116	
IE019002	1,01 m	CABLE COBRE 1x1,5 mm2/750 V	116	117	
Suma la partida.....					1.056
Costes indirectos					12,00% 127
TOTAL PARTIDA.....					1.183
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CIENTO OCHENTA Y TRES PESOS CHILENOS					
Q5016	MI	CABLE 2,5 mm2 Circuito de otros usos, instalado con cable de cobre de tres conductores de 2,5 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 13 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de protección hasta la caja de registro.			
TO01800	0,05 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	695	
WW00300	0,30 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	128	
WW00400	0,50 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	116	

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
IE020002	1,01 m	CABLE COBRE 1x2,5 mm2/750 V	170	172	
		Suma la partida.....			1.111
		Costes indirectos		12,00%	133
		TOTAL PARTIDA.....			1.244
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL DOSCIENTAS CUARENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS					
Q5017	MI	CABLE 2x4 mm2			
		Circuito monofásico, instalado con cable de cobre de tres conductores de 4 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 16 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección hasta la caja de re-			
		OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	695	
TO01800	0,05 h				
WW00300	0,30 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	128	
WW00400	0,50 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	116	
IE021002	2,02 m	CABLE COBRE 1x4 mm2/750 V	349	705	
		Suma la partida.....			1.644
		Costes indirectos		12,00%	197
		TOTAL PARTIDA.....			1.841
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL OCHOCIENTAS CUARENTA Y UNA PESOS CHILENOS					
Q5018	MI	CABLE 4 mm2			
		Circuito monofásico, instalado con cable de cobre de tres conductores de 4 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 16 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección hasta la caja de re-			
		OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	695	
TO01800	0,05 h				
WW00300	0,30 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	128	
WW00400	0,50 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	116	
IE0210021	1,01 m	CABLE COBRE 1x4 mm2/750 V	349	352	
		Suma la partida.....			1.291
		Costes indirectos		12,00%	155
		TOTAL PARTIDA.....			1.446
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CUATROCIENTAS CUARENTA Y SEIS PESOS CHILENOS					
Q5019	MI	CABLE 2x6 mm2			
		Circuito monofásico, instalado con cable de cobre de tres conductores de 6 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 23 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección hasta la caja de registro del último recinto suministrado.			
		OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	695	
TO01800	0,05 h				
WW00300	0,30 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	128	
WW00400	0,50 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	116	
IE022001	2,02 m	CABLE COBRE 1x6 mm2/750 V	465	939	
		Suma la partida.....			1.878
		Costes indirectos		12,00%	225
		TOTAL PARTIDA.....			2.103
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL CIENTO TRES PESOS CHILENOS					
Q5020	MI	CABLE 6 mm2			
		Circuito monofásico, instalado con cable de cobre de tres conductores de 6 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 23 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección hasta la caja de re-			
		OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	695	
TO01800	0,05 h				
WW00300	0,30 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	128	
WW00400	0,50 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	116	
IE0220011	1,01 m	CABLE COBRE 1x6 mm2/750 V	465	470	
		Suma la partida.....			1.409
		Costes indirectos		12,00%	169
		TOTAL PARTIDA.....			1.578
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL QUINIENTAS SETENTA Y OCHO PESOS CHILENOS					
Q5021	MI	CIRCUITO MONOFÁSICO 3x10 mm2			
		Circuito monofásico, instalado con cable de cobre de tres conductores de 10 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 29 mm de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañi-			

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
TO01800	0,05 h	lería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección hasta la caja de OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	695	
IE02400	3,03 m	CABLE COBRE 1x10 mm2/750 V	821	2.488	
WW00300	0,30 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	128	
WW00400	0,50 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	116	
				Suma la partida.....	3.427
				Costes indirectos	411
				TOTAL PARTIDA.....	3.838
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL OCHOCIENTAS TREINTA Y OCHO PESOS CHILENOS					
Q5022	MI	CIRCUITO TRIFÁSICO 5x10 mm2			
Circuito trifasico, instalado con cable de cobre, de cinco conductores de 10 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 36 mm2 de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección hasta la caja de					
TO01800	0,05 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	695	
IE02400	5,05 m	CABLE COBRE 1x10 mm2/750 V	821	4.146	
WW00300	0,30 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	128	
WW00400	0,50 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	116	
				Suma la partida.....	5.085
				Costes indirectos	610
				TOTAL PARTIDA.....	5.695
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL SEISCIENTAS NOVENTA Y CINCO PESOS CHILENOS					
Q5023	MI	CABLE 16 mm2. (0,6/1Kv)			
MI. Derivación individual ES07Z1-K 3x16 mm2., (delimitada entre la centralización de contadores y el cuadro de distribución), bajo tubo de PVC rígido D=32 y conductores de cobre de 16 mm2. aislados, para una tensión nominal de 750 V en sistema monofásico más protección, así como conductor "rojo" de 1,5 mm2 (tarifa nocturna), tendido mediante sus correspondientes accesorios a lo largo de la canaladura del tiro de escalera o zonas comunes. ITC-BT 15 y cumplira con la UNE 21.123 parte 4 ó 5.					
U01FY630	0,15 Hr	Oficial primera electricista	43.000	6.450	
U30JA0251	1,00 MI	Conductor 0,6/1Kv 16 (Cu)	14.675	14.675	
U01FY635	0,15 Hr	Ayudante electricista	36.064	5.410	
%CI	0,00		26.535	0	
				Suma la partida.....	26.535
				Costes indirectos	3.184
				TOTAL PARTIDA.....	29.719
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTINUEVE MIL SETECIENTAS DIECINUEVE PESOS CHILENOS					
Q5024	MI	CIRCUITO TRIFÁSICO 3x25mm2			
Circuito trifasico, instalado con cable de cobre de cuatro conductores de 25 mm2 y uno de 16 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 48 mm, de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección					
TO01800	0,10 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	1.389	
WW00400	1,00 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	232	
WW00300	0,50 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	213	
IE028002	3,03 m	CABLE COBRE 1x25 mm2/750 V	1.627	4.930	
				Suma la partida.....	6.764
				Costes indirectos	812
				TOTAL PARTIDA.....	7.576
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE MIL QUINIENTAS SETENTA Y SEIS PESOS CHILENOS					
Q5025	MI	CIRCUITO MONOFÁSICO 2x25mm2			
Circuito trifasico, instalado con cable de cobre de cuatro conductores de 25 mm2 y uno de 16 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 48 mm, de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección					
TO01800	0,10 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	1.389	
WW00400	1,00 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	232	
WW00300	0,50 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	213	
IE0280012	2,02 m	CABLE COBRE 1x25 mm2/750 V	1.627	3.287	
				Suma la partida.....	5.121
				Costes indirectos	615

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
TOTAL PARTIDA.....					5.736
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL SETECIENTAS TREINTA Y SEIS PESOS CHILENOS					
Q5026	MI	CABLE 25mm2 Circuito trifasico, instalado con cable de cobre de cuatro conductores de 25 mm2 y uno de 16 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 48 mm, de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección			
TO01800	0,10 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	1.389	
WW00400	1,00 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	232	
WW00300	0,50 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	213	
IE0280013	1,01 m	CABLE COBRE 1x25 mm2/750 V	1.627	1.643	
Suma la partida.....					3.477
Costes indirectos					12,00% 417
TOTAL PARTIDA.....					3.894
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL OCHOCIENTAS NOVENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS					
Q5027	MI	CIRCUITO TRIFÁSICO 3x35 mm2 (750V) Circuito trifasico, instalado con cable de cobre de cuatro conductores de 35 mm2 y uno de 16 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 48 mm, de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección hasta la caja de registro del ultimo recinto suministrado.			
TO01800	0,12 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	1.667	
WW00300	0,60 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	256	
WW00400	1,00 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	232	
IE030001	3,03 m	CABLE COBRE 1x35 mm2/750 V	3.162	9.581	
Suma la partida.....					11.736
Costes indirectos					12,00% 1.408
TOTAL PARTIDA.....					13.144
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE MIL CIENTO CUARENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS					
Q5028	MI	CIRCUITO TRIFÁSICO 3x35 mm2 (0,6/1Kv) Circuito trifasico, instalado con cable de cobre de cuatro conductores de 35 mm2 y uno de 16 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 48 mm, de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección			
TO01800	0,12 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	1.667	
WW00300	0,60 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	256	
WW00400	1,00 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	232	
U39TA0051	3,03 MI	Cable cobre 1kv 3,5x35	24.579	74.474	
Suma la partida.....					76.629
Costes indirectos					12,00% 9.195
TOTAL PARTIDA.....					85.824
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y CINCO MIL OCHOCIENTAS VEINTICUATRO PESOS CHILENOS					
Q5029	MI	CABLE 35 mm2 Circuito trifasico, instalado con cable de cobre de cuatro conductores de 35 mm2 y uno de 16 mm2 de sección nominal, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de 48 mm, de diámetro, incluso p.p. de cajas de derivación y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección			
TO01800	0,12 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	1.667	
WW00300	0,60 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	256	
WW00400	1,00 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	232	
IE030003	1,01 m	CABLE COBRE 1x35 mm2/750 V	3.162	3.194	
Suma la partida.....					5.349
Costes indirectos					12,00% 642
TOTAL PARTIDA.....					5.991
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL NOVECIENTAS NOVENTA Y UNA PESOS CHILENOS					
Q5030	MI	CIRCUITO TETRAPOLAR 4x50mm2 Circuito trifasico, instalado con cable de cobre de tres conductores de 50 mm2 y dos de 25 mm2, de sección nominal, aislado con tubo de PVC rígido de 36 mm de diámetro y 1,25 mm pared, en montaje superficial, incluso p.p. de cajas de derivación, grapas, piezas especiales y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección			
TO01800	0,23 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	3.196	
WW00300	1,80 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	767	
WW00400	1,50 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	348	
IE032001	4,04 m	CABLE COBRE 1x50 mm2/750 V	4.611	18.628	

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)	
					Suma la partida.....	22.939
					Costes indirectos	12,00% 2.753
					TOTAL PARTIDA.....	25.692

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO MIL SEISCIENTAS NOVENTA Y DOS PESOS CHILENOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)	
Q5031	MI	CIRCUITO MONOFÁSICO 2x70 mm2 Circuito trifasico, instalado con cable de cobre de tres conductores de 70 mm2 y dos de 35 mm2, de sección nominal, aislado con tubo de PVC rígido de 48 mm de diámetro y 1,25 mm pared, en montaje superficial, incluso p.p. de cajas de derivación, grapas, piezas especiales y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección hasta la caja de registro del ultimo recinto suministrado.				
TO01800	0,25 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	3.474		
WW00300	2,00 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	852		
WW00400	2,00 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	464		
IE033001	2,02 m	CABLE COBRE 1x70 mm2/750 V	6.734	13.603		
					Suma la partida.....	18.393
					Costes indirectos	12,00% 2.207
					TOTAL PARTIDA.....	20.600

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE MIL SEISCIENTAS PESOS CHILENOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)	
Q5032	MI	CABLE 120 mm2 XLPE 0,6/1kv Circuito trifasico, instalado con cable de cobre de tres conductores de 70 mm2 y dos de 35 mm2, de sección nominal, aislado con tubo de PVC rígido de 48 mm de diámetro y 1,25 mm pared, en montaje superficial, incluso p.p. de cajas de derivación, grapas, piezas especiales y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección hasta la caja de registro del ultimo recinto suministrado.				
TO01800	0,25 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	3.474		
WW00300	2,00 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	852		
WW00400	2,00 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	464		
IE033002	1,01 m	CABLE COBRE 1x120 mm2 XLPE 0,6/1kv	12.553	12.679		
					Suma la partida.....	17.469
					Costes indirectos	12,00% 2.096
					TOTAL PARTIDA.....	19.565

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE MIL QUINIENTAS SESENTA Y CINCO PESOS CHILENOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)	
Q5033	MI	CABLE 240 mm2 XLPE 0,6/1kv Circuito trifasico, instalado con cable de cobre de tres conductores de 70 mm2 y dos de 35 mm2, de sección nominal, aislado con tubo de PVC rígido de 48 mm de diámetro y 1,25 mm pared, en montaje superficial, incluso p.p. de cajas de derivación, grapas, piezas especiales y ayudas de albañilería; construido según REBT. Medida la longitud ejecutada desde la caja de mando y protección hasta la caja de registro del ultimo recinto suministrado.				
TO01800	0,25 h	OF. 1º ELECTRICISTA	13.894	3.474		
WW00300	2,00 u	MATERIAL COMPLEMENTARIO O PZAS. ESPECIALES	426	852		
WW00400	2,00 u	PEQUEÑO MATERIAL	232	464		
IE033003	1,01 m	CABLE ALUMINIO 1x240 mm2 XLPE 0,6/1kv	2.557	2.583		
					Suma la partida.....	7.373
					Costes indirectos	12,00% 885
					TOTAL PARTIDA.....	8.258

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO MIL DOSCIENTAS CINCUENTA Y OCHO PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO Q6 ALUMBRADO

APARTADO Q601 EXTERIOR

Q6011	Ud	Luminaria est. ,d=510x410x135mm + 1 lamp. 200W halogenuro sodio				
					Sin descomposición	
					TOTAL PARTIDA.....	119.881

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO DIECINUEVE MIL OCHOCIENTAS OCHENTA Y UNA PESOS CHILENOS

APARTADO Q602 INTERIOR NAVES

Q6021	Ud	Luminaria est. ,d=180x275mm + 1 lamp. 400W halogenuro metálico				
					Sin descomposición	
					TOTAL PARTIDA.....	125.725

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTICINCO MIL SETECIENTAS VEINTICINCO PESOS CHILENOS

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

APARTADO Q603 INTERIOR EDIFICO SERVICIOS

Q6031	Ud	Luminaria rectangular, .d=1200x80mm + 1 lamp. 36W/d=26mm fluores			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA			88.240

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y OCHO MIL DOSCIENTAS CUARENTA PESOS CHILENOS

Q6032	Ud	Luminaria circ. techo, d=180mm + 1 lamp. 26W fluorescente compac			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA			55.406

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTAS SEIS PESOS CHILENOS

APARTADO Q604 EMERGENCIA

Q6041	Ud	Lum. em. est., tubo fluorescente, 6W-G5, flujo luminoso 218 lum			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA			143.004

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y TRES MIL CUATRO PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO Q7 BASES DE ENCHUFE

Q701	Ud	BASE ENCHUFE "SCHUKO" SIMÓN-27 Ud. Base enchufe con toma de tierra lateral realizado en tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor de cobre rígido de 2,5 mm2. de Cu y aislamiento VV 750 V., (activo, neutro y protección), incluyendo caja de registro, caja mecanismo universal con tomillo, base enchufe 10/16 A (II+T.T.), sistema "Schuko" SIMON-27 blanco, así como			
U01FY630	0,35 Hr	Oficial primera electricista	43.000	15.050	
U30JW120	6,00 MI	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	1.554	9.324	
U30JW900	1,00 Ud	p.p. cajas, regletas y peq. material	1.054	1.054	
U30JW002	18,00 MI	Conductor rígido 750V;2,5(Cu)	1.415	25.470	
U30OC550	1,00 Ud	Base enchufe "Schuko" SIMON 27	14.453	14.453	

Suma la partida.....		65.351
Costes indirectos	12,00%	7.842

TOTAL PARTIDA..... 73.193

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y TRES MIL CIENTO NOVENTA Y TRES PESOS CHILENOS

Q702	Ud	BASE ENCHUFE "SCHUKO" SIMÓN-27, IP55 Ud. Base enchufe con toma de tierra lateral realizado en tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor de cobre rígido de 2,5 mm2. de Cu y aislamiento VV 750 V., (activo, neutro y protección), incluyendo caja de registro, caja mecanismo universal con tomillo, base enchufe 10/16 A (II+T.T.), sistema "Schuko" SIMON-27 blanco, así como marco respectivo, totalmente montado e instalado.			
U01FY630	0,35 Hr	Oficial primera electricista	43.000	15.050	
U30JW120	6,00 MI	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	1.554	9.324	
U30JW900	1,00 Ud	p.p. cajas, regletas y peq. material	1.054	1.054	
U30JW002	18,00 MI	Conductor rígido 750V;2,5(Cu)	1.415	25.470	
U30OC5501	1,00 Ud	Base enchufe "Schuko" SIMON 27, IP55	17.344	17.344	

Suma la partida.....		68.242
Costes indirectos	12,00%	8.189

TOTAL PARTIDA..... 76.431

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y SEIS MIL CUATROCIENTAS TREINTA Y UNA PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO Q8 ARMARIOS ELÉCTRICOS

Q801	Ud	ARMARIO 2 CUERPOS 2 ABONADO TRIF. Ud. Unidad de armario exterior de B/T para dos suministros sin reparto, trifásico, incluido armario de envolvente			
U01FY630	1,50 Hr	Oficial primera electricista	43.000	64.500	
U01FY635	1,50 Hr	Ayudante electricista	36.064	54.096	
U30FC006	1,00 Ud	Arm.B/T poli.s/reparto 2 abonad.	1.317.900	1.317.900	
U30FW050	4,00 Ud	Juego pern.ancl.sujec.arm/peana	41.224	164.896	
U30JW128	1,00 MI	Tubo PVC rígido M 40/gp5	11.208	11.208	

Suma la partida.....		1.612.600
Costes indirectos	12,00%	193.512

TOTAL PARTIDA..... 1.806.112

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN MILLÓN OCHOCIENTAS SEIS MIL CIENTO DOCE PESOS CHILENOS

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

SUBCAPÍTULO Q9 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Q901	Ud	OBRA CIVIL C. T. SUPERFICIE			
		Ud. Obra civil para centro de transformación de superficie, consistente en: explanación del terreno, excavación de			
U01AA011	3,00 Hr	Peón suelto	39.477	118.431	
U37BA002	2,50 Hr	Excavadora de neumáticos	86.748	216.870	
U04AA001	4,00 M3	Arena de río (0-5mm)	63.806	255.224	
U37BE355	1,00 Hr	Compactador manual	18.337	18.337	
				Suma la partida.....	608.862
				Costes indirectos	12,00% 73.063
				TOTAL PARTIDA	681.925

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTAS OCHENTA Y UNA MIL NOVECIENTAS VEINTICINCO PESOS CHILENOS

Q902	Ud	CENTRO TRANS. SUPER. 1250 Kvas.			
		Ud. Centro de transformación prefabricado de hormigón para ubicación en superficie, equipado con un transforma-			
U01AA501	0,15 Hr	Cuadrilla A	102.743	15.411	
U02OD020	1,00 Hr	Autogrúa grande	452.191	452.191	
U37YT320	1,00 Ud	Centro Transf. 1250 Kvas superficie	112.599.624	112.599.624	
				Suma la partida.....	113.067.226
				Costes indirectos	12,00% 13.568.067
				TOTAL PARTIDA	126.635.293

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTISEIS MILLONES SEISCIENTAS TREINTA Y CINCO MIL DOSCIENTAS NOVENTA Y TRES PESOS CHILENOS

Q903	MI	VALL. CON MALLA ST/40-14 h= 2,0 M.			
		MI. Vallado en zona deportiva (paseo, recinto, piscina ...etc.) con enrejado metálico de 2 m. de altura a base de malla galvanizada simple torsión ST/40-14 (trama 50 mm. de luces y 2.2 mm diámetro del alambre) adaptado sobre 3 filas de alambre liso (atado y cosido sobre los cables superiores y punteado sobre el inferior), postes intermedios (cada 3 m.), centro y tiro (cada 33 m.), todos con diámetro 48/1.5 mm. en tubo de acero galvanizado en caliente empotrados 35 cms. y tornapuntas de refuerzo diámetro 40/1.5 mm., // tensores cincados, cordones, ataduras grupillas, remates superiores tipo seta, puerta de 2x1 m. (cada 400 ml.), apertura y anclaje de postes en cualquier material y montaje de la malla			
U01FX110	2,00 MI	Mano obra anclaje postes metál.	12.761	25.522	
U01FX101	2,00 MI	Montaje malla 1-2 m. ST	17.200	34.400	
U38JA110	1,00 MI	Malla galv.ST-40/14 h=2,0 m.	11.873	11.873	
U38JA707	0,50 MI	Poste acer.galv.calient.D=48	23.053	11.527	
U38JA705	0,10 MI	Poste acer.galv.calient.D=42	20.668	2.067	
U38JA880	1,00 Ud	Tensores,grupill.y p/p puerta	2.691	2.691	
				Suma la partida.....	88.080
				Costes indirectos	12,00% 10.570
				TOTAL PARTIDA	98.650

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y OCHO MIL SEISCIENTAS CINCUENTA PESOS CHILENOS

Q904	M2	PUERTA CON MALLA RIZADA			
		M2. Puerta de paso en cerramiento constituido por cerco de tubo metálico 40x20x1,5 y otro de 30x15x1,5, recibido mediante soldadura a poste 60x60x1,5 anclado a dado de hormigón HM-20 N/mm2 Tmax arido 20 mm. y basidor de tubo 40x40x1,5 cm., con pletina 40x4 mm. para sujección de mallazo rizado de alambre de 2 mm. for-			
U01AA007	0,70 Hr	Oficial primera	43.000	30.100	
U01AA009	0,70 Hr	Ayudante	40.004	28.003	
U22XL060	2,00 MI	Tubo metálico cuad. 60x60x1,5	9.404	18.808	
U22XL140	2,00 MI	Tubo metálico rect. 40x20x1,5	3.801	7.602	
U22XL130	2,00 MI	Tubo metálico rect. 30x15x1,5	3.329	6.658	
A02AA501	0,10 M3	HORMIGÓN HNE-20/P/20 elab. obra	317.749	31.775	
U38JA200	1,00 M2	Bastidor malla rizada	104.559	104.559	
				Suma la partida.....	227.505
				Costes indirectos	12,00% 27.301
				TOTAL PARTIDA	254.806

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS CINCUENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTAS SEIS PESOS CHILENOS

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

SUBCAPÍTULO Q10 ACCESORIOS

Q1001	MI	Canal plástica de PVC rígido con lateral ranurado, de 40x150 mm			
U01AA007	0,01 Hr	Oficial primera	43.000	430	
U01AA011	0,01 Hr	Peón suelto	39.477	395	
U37YA0501	1,00 MI	Canal plástica de PVC rígido con lateral ranurado, de 40x150 mm	7.459	7.459	
Suma la partida.....					8.284
Costes indirectos					12,00% 994
TOTAL PARTIDA.....					9.278

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL DOSCIENTAS SETENTA Y OCHO PESOS CHILENOS

Q1002	MI	Canal plástica de PVC rígido con lateral ranurado, de 60x190 mm			
U01AA007	0,01 Hr	Oficial primera	43.000	430	
U01AA011	0,01 Hr	Peón suelto	39.477	395	
U37YA05012	1,00 MI	Canal plástica de PVC rígido con lateral ranurado, de 60x190 mm	9.832	9.832	
Suma la partida.....					10.657
Costes indirectos					12,00% 1.279
TOTAL PARTIDA.....					11.936

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE MIL NOVECIENTAS TREINTA Y SEIS PESOS CHILENOS

Q1003	Ud	PLACA SEÑALIZADORA			
MI. Suministro y puesta en obra de placa señalizadora y protectora de líneas eléctricas, en PVC de color amarillo					
U01AA007	0,01 Hr	Oficial primera	43.000	430	
U01AA011	0,01 Hr	Peón suelto	39.477	395	
U37YA050	1,00 Ud	Placa señalizadora	4.383	4.383	
Suma la partida.....					5.208
Costes indirectos					12,00% 625
TOTAL PARTIDA.....					5.833

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL OCHOCIENTAS TREINTA Y TRES PESOS CHILENOS

Q1004	Ud	Poste HA h=15m esf.punta 1000kg/m2			
P01	4,00 h	Oficial 1ª construcción	14.369	57.476	
P02	1,70 h	Grúa móvil s/plataforma 20 t	44.178	75.103	
P03	1,00 ud	Poste horm.armado vibr.h=15m	629.161	629.161	
P04	3,36 m3	Horm.central HM-20/P/40/l	66.496	223.427	
P05	3,36 m3	Pozo duro mec<1,5m sin carg.ni tran	36.353	122.146	
Suma la partida.....					1.107.313
Costes indirectos					12,00% 132.878
TOTAL PARTIDA.....					1.240.191

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN MILLÓN DOSCIENTAS CUARENTA MIL CIENTO NOVENTA Y UNA PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO Q11 TOMAS DE TIERRA

Q1101	Ud	TOMA DE TIERRA (PICA)			
Ud. Toma tierra con pica cobrizada de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre desnudo de 1x35 mm2. co-					
U01FY630	0,50 Hr	Oficial primera electricista	43.000	21.500	
U01FY635	0,50 Hr	Ayudante electricista	36.064	18.032	
U30GA010	1,00 Ud	Pica de tierra 2000/14,3 i/bri	37.729	37.729	
U30GA001	15,00 MI	Conductor cobre desnudo 35mm2	11.152	167.280	
Suma la partida.....					244.541
Costes indirectos					12,00% 29.345
TOTAL PARTIDA.....					273.886

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS SETENTA Y TRES MIL OCHOCIENTAS OCHENTA Y SEIS PESOS CHILENOS

Q1102	MI	TOMA DE TIERRA ESTRUCTURA			
MI. Toma de tierra a estructura en terreno calizo ó de rocas eruptivas para edificios, con cable de cobre desnudo de 1x35 m2 electrodos cobrizados de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud con conexión mediante soldadura aluminio-					
U01FY630	0,18 Hr	Oficial primera electricista	43.000	7.740	
U01FY635	0,18 Hr	Ayudante electricista	36.064	6.492	

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
U30GA001	1,00 MI	Conductor cobre desnudo 35mm2	11.152	11.152	
U30GA010	1,00 Ud	Pica de tierra 2000/14,3 i/bri	37.729	37.729	
Suma la partida.....					63.113
Costes indirectos					12,00% 7.574
TOTAL PARTIDA.....					70.687

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA MIL SEISCIENTAS OCHENTA Y SIETE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO Q12 TELEFONIA Y DATOS

APARTADO Q1201 CABLEADO

Q12011	MI	CABLE DE 4 PARES CATEGORÍA 5			
MI. Cableado para circuito informático en red realizado con cable apantallado categoria 5 formado por 4 pares señalizados con distintos colores, i/tubo corrugado 13/20 en circuito independiente de otras instalaciones, totalmente co-					
U01FY630	0,20 Hr	Oficial primera electricista	43.000	8.600	
U01FY635	0,20 Hr	Ayudante electricista	36.064	7.213	
U30JW805	1,00 MI	Cable informático categoria 5 (4x2)	2.802	2.802	
U30JW825	0,33 Ud	Clavija informatica RJ45	915	302	
U30JW120	1,00 MI	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	1.554	1.554	
U30JW900	1,00 Ud	p.p. cajas, regletas y peq. material	1.054	1.054	
Suma la partida.....					21.525
Costes indirectos					12,00% 2.583
TOTAL PARTIDA.....					24.108

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICUATRO MIL CIENTO OCHO PESOS CHILENOS

APARTADO Q1202 TOMAS

Q12021	Ud	TOMA TELÉFONO SIMÓN-27			
Ud. Toma para teléfono, realizada con canalización de PVC corrugado de M 20/gp5, y guía de alambre galvanizado, para instalación de línea telefónica, incluyendo caja de registro, caja mecanismo universal con tornillo, toma teléfono con seis contactos para conector RJ-12 serie SIMON-27 blanco, así como marco respectivo, totalmente					
U01FY630	0,45 Hr	Oficial primera electricista	43.000	19.350	
U30JW120	6,00 MI	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	1.554	9.324	
U30JW900	1,00 Ud	p.p. cajas, regletas y peq. material	1.054	1.054	
U30MA291	1,00 Ud	Toma teléfono 6 conexiones SIMON 27	30.100	30.100	
Suma la partida.....					59.828
Costes indirectos					12,00% 7.179
TOTAL PARTIDA.....					67.007

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y SIETE MIL SIETE PESOS CHILENOS

Q12022	Ud	BASE P/INFORMÁTICA SIMÓN-27			
Ud. Adaptador RJ-45 AMP para informática con realizado en tubo P.V.C. corrugado de M 20/gp5 y guía de alambre galvanizado, para instalación de línea telefónica, incluyendo mecanismo SIMON-27 blanco, caja de registro,					
U01FY630	0,45 Hr	Oficial primera electricista	43.000	19.350	
U30JW120	8,00 MI	Tubo PVC corrugado M 20/gp5	1.554	12.432	
U30JW900	1,00 Ud	p.p. cajas, regletas y peq. material	1.054	1.054	
U30NE280	1,00 Ud	Adaptador RJ-45 SIMON 27	51.461	51.461	
Suma la partida.....					84.297
Costes indirectos					12,00% 10.116
TOTAL PARTIDA.....					94.413

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y CUATRO MIL CUATROCIENTAS TRECE PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO Q13 CASITA CGP

Q1301	M2	CUB. CHAPA GALV. 0,7 mm. PL-40/250			
M2. Cubierta completa realizada con chapa de acero galvanizado de 0.7 mm. de espesor con perfil laminado tipo 40/250 de Aceralia ó similar, fijado a la estructura con ganchos o tornillos autorroscantes, i/ejecución de cumbreras					
U01FO340	1,00 M2	M.o.colocac.cubierta chapa	18.310	18.310	
U12NA072	1,10 M2	Ch.galv. 0,7mm Aceralia PL-40/250	20.113	22.124	
U12CZ015	3,00 Ud	Tom.autorroscante 6,3x120	499	1.497	
U12NA530	0,20 MI	Remat.galv. 0,7mm. des=500mm	10.597	2.119	
U12NA550	0,20 MI	Remat.galv. 0,7mm. des=750mm	16.090	3.218	

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)	
					Suma la partida.....	47.268
					Costes indirectos	12,00% 5.672
					TOTAL PARTIDA.....	52.940
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y DOS MIL NOVECIENTAS CUARENTA PESOS CHILENOS						
Q1302	Ud	PUERTA DE ALUMINIO TECHNAL 2,3x1m				
M2. Carpintería completa de aluminio Technal en puertas, anodizado en color natural, con tirador, muelle de freno,						
U01AA007	0,50 Hr	Oficial primera	43.000	21.500		
U01AA011	0,50 Hr	Peón suelto	39.477	19.739		
U20JB005	2,30 M2	Carp. alum. Technal en puertas	926.131	2.130.101		
					Suma la partida.....	2.171.340
					Costes indirectos	12,00% 260.561
					TOTAL PARTIDA.....	2.431.901
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MILLONES CUATROCIENTAS TREINTA Y UNA MIL NOVECIENTAS UNA PESOS CHILENOS						
Q1303	M2	MURO BLOQUE HORM. ARM. 40x20x30				
M2. Muro de bloques huecos de hormigón gris FACOSA de 40x20x30 cm., para posterior terminación, i/armadura vertical formada por 4 redondos de D=12 mm. por cada ml y armadura horizontal formada por 2 redondos de D=6 mm. por cada fila de bloques, relleno con hormigón HA-25/P/20/l y recibido con mortero de cemento y arena de						
U01FJ235	1,00 M2	Mano obra bloq.horm.arm.24cm	48.548	48.548		
U10AA010	11,00 Ud	Bloq.horm.40x20x30 FACOSA	3.218	35.398		
A01JF006	0,03 M3	MORTERO CEMENTO (1/6) M 5	220.244	6.607		
A02FA721	0,20 M3	HORM. HA-25/P/20/ y CENTRAL	209.950	41.990		
U06GA001	7,28 Kg	Acero corrugado A42-27ES	1.803	13.126		
					Suma la partida.....	145.669
					Costes indirectos	12,00% 17.480
					TOTAL PARTIDA.....	163.149
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y TRES MIL CIENTO CUARENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS						
Q1304	M2	ENCOF. MADERA ZAPAT. Y VIGAS				
M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas, zanjas y vigas riostras de cimentación, consideran-						
U01FA103	0,30 Hr	Oficial 1º encofrador	55.484	16.645		
U01FA105	0,30 Hr	Ayudante encofrador	45.774	13.732		
U07AI001	0,01 M3	Madera pino encofrar 26 mm.	384.834	3.848		
U06AA001	0,10 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	3.135	314		
U06DA010	0,05 Kg	Puntas plana 20x100	5.548	277		
					Suma la partida.....	34.816
					Costes indirectos	12,00% 4.178
					TOTAL PARTIDA.....	38.994
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y OCHO MIL NOVECIENTAS NOVENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS						
Q1305	M3	HOR. LIMP. HL-150/P/20 VERTIDO GRÚA				
M3. Hormigón en masa HL-150/P/20 de dosificación 150 Kg/m3, con tamaño máximo del árido de 20 mm. elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con pluma-grúa, vibrado y colocación. El espesor mínimo será de 10 cm., según CTE/DB-SE-C y EHE-08.						
U01AA011	0,60 Hr	Peón suelto	39.477	23.686		
A03KB010	0,60 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	10.444		
A02FA400	1,00 M3	HORMIGÓN HL-150/P/20 CENTRAL	158.239	158.239		
					Suma la partida.....	192.369
					Costes indirectos	12,00% 23.084
					TOTAL PARTIDA.....	215.453
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS QUINCE MIL CUATROCIENTAS CINCUENTA Y TRES PESOS CHILENOS						
Q1306	M3	HOR. HA-25/P/40/ Ila ZAP. V. G. CENT.				
M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm. elaborado en central, en relleno de zapatas de cimentación, i/vertido con pluma-grúa, vibrado y colocación. Según						
U01AA011	0,75 Hr	Peón suelto	39.477	29.608		
A03KB010	0,65 Hr	PLUMA GRÚA DE 30 Mts.	17.407	11.315		

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
A02FA733	1,00 M3	HORM. HA-25/P/40/ Ila CENTRAL	212.724	212.724	

Suma la partida.....		253.647
Costes indirectos	12,00%	30.438

TOTAL PARTIDA..... 284.085

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS OCHENTA Y CUATRO MIL OCHENTA Y CINCO PESOS CHILENOS

Q1307

Kg ESTRUCT. PERF. CORREAS U EN FRÍO

Ml. Correa de chapa conformada en frío tipo Z, calidad S275, con una tensión de rotura de 410 N/mm2, totalmente colocada y montada, i/ p.p. despuntes y piezas de montaje según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados

U01FG405	0,03 Hr	Montaje estructura metal.	49.380	1.481
U06MA110	1,00 Kg	Correa C ó Z en perfil conformado	3.107	3.107

Suma la partida.....		4.588
Costes indirectos	12,00%	551

TOTAL PARTIDA..... 5.139

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL CIENTO TREINTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

Q1308

M3 EXCAV. MECÁNICA TERRENO FLOJO

M3. Excavación a cielo abierto, en terreno de consistencia floja, con retro-giro de 20 toneladas de 1,50 m3. de ca-

U01AA010	0,05 Hr	Peón especializado	39.532	1.977
U02FK012	0,04 Hr	Retro-giro 20 T cazo 1,50 m3	152.580	6.103
U02FF001	0,02 Hr	Excavadora 2 M3.	160.902	3.218

Suma la partida.....		11.298
Costes indirectos	12,00%	1.356

TOTAL PARTIDA..... 12.654

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE MIL SEISCIENTAS CINCUENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

Q1309

M3 TRANS. INT. TIERRAS <1 KM. CAR. MEC.

M3. Transporte de tierras dentro de la misma parcela u obra, con un recorrido total de hasta 1km., en camión vol-

A03CA005	0,01 Hr	CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3	144.808	1.448
A03FB010	0,04 Hr	CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.	183.868	7.355

Suma la partida.....		8.803
Costes indirectos	12,00%	1.056

TOTAL PARTIDA..... 9.859

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL OCHOCIENTAS CINCUENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

Q13010

M3 REL. ZANJAS MATER. EXCAVACIÓN

M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación incluso compactación 95% P.M.

U01AA011	0,10 Hr	Peón suelto	39.477	3.948
U39AA002	0,05 Hr	Retroexcavadora neumáticos	75.180	3.759
U39AC005	0,10 Hr	Compactador manual	19.419	1.942

Suma la partida.....		9.649
Costes indirectos	12,00%	1.158

TOTAL PARTIDA..... 10.807

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ MIL OCHOCIENTAS SIETE PESOS CHILENOS

CAPÍTULO R VENTILACIÓN NAVES

SUBCAPÍTULO R1 CANALIZACIONES

R101

MI TUBO HELICOIDAL D=200 mm.

Ml. Tubería helicoidal de D=200 mm. y 0.5 mm. de espesor en chapa de acero galvanizada, i/p.p. de codos, deri-

U01FY310	0,50 Hr	Oficial primera climatización	43.277	21.639
U01FY313	0,50 Hr	Ayudante climatización	39.393	19.697
U28OJ015	1,00 MI	Tubo FLEXIVER D-D/254 mm	13.621	13.621
U32AA110	0,80 M2	Manta fibra de vidrio Isoair	12.789	10.231

Suma la partida.....		65.188
Costes indirectos	12,00%	7.823

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
--------	-------------	---------	--------	----------	--------------

TOTAL PARTIDA..... 73.011

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y TRES MIL ONCE PESOS CHILENOS

R102	MI	TUBO HELICOIDAL D=225 mm.			
		Ml. Tubería helicoidal de D=225 mm. y 0.5 mm. de espesor en chapa de acero galvanizada, i/p.p. de codos, deri-			
U01FY310	0,50 Hr	Oficial primera climatización	43.277	21.639	
U01FY313	0,50 Hr	Ayudante climatización	39.393	19.697	
U28OJ018	1,00 Ml	Tubo FLEXIVER D-D/305 mm	16.423	16.423	
U32AA110	0,90 M2	Manta fibra de vidrio Isoair	12.789	11.510	
				Suma la partida.....	69.269
				Costes indirectos	12,00% 8.312

TOTAL PARTIDA..... 77.581

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y SIETE MIL QUINIENTAS OCHENTA Y UNA PESOS CHILENOS

R103	MI	TUBO HELICOIDAL D=250 mm.			
		Ml. Tubería helicoidal de D=250 mm. y 0.5 mm. de espesor en chapa de acero galvanizada, i/p.p. de codos, deri-			
U01FY310	0,50 Hr	Oficial primera climatización	43.277	21.639	
U01FY313	0,50 Hr	Ayudante climatización	39.393	19.697	
U28OJ020	1,00 Ml	Tubo FLEXIVER CLIMA D/102 mm	16.617	16.617	
U32AA110	1,00 M2	Manta fibra de vidrio Isoair	12.789	12.789	
				Suma la partida.....	70.742
				Costes indirectos	12,00% 8.489

TOTAL PARTIDA..... 79.231

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTAS TREINTA Y UNA PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO R2 EQUIPOS

R201	Ud	Ventilador 'MBCA 500 T4 30'			
			Sin descomposición		
				TOTAL PARTIDA.....	1.803.957

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN MILLÓN OCHOCIENTAS TRES MIL NOVECIENTAS CINCUENTA Y SIETE PESOS CHILENOS

R202	Ud	Ventilador 'MBZM 901 T4 50 P/R'			
			Sin descomposición		
				TOTAL PARTIDA.....	4.482.772

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MILLONES CUATROCIENTAS OCHENTA Y DOS MIL SETECIENTAS SETENTA Y DOS PESOS CHILENOS

R203	Ud	Ventilador 'HM 125 T6 10'			
			Sin descomposición		
				TOTAL PARTIDA.....	2.778.313

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MILLONES SETECIENTAS SETENTA Y OCHO MIL TRESCIENTAS TRECE PESOS CHILENOS

R204	Ud	EXTRACTOR HELICOIDAL 21.000 M3/H			
		Ud. Extractor helicoidal mural extraplano Serie Compact HCOT de S&P, diámetro 800 mm, para un caudal de 21.000 m3/h y una potencia de 0,37 Kw, para grandes naves industriales, en chapa embutida de acero galvanizado, con revestimiento de pintura poliéster de color negro y helices de plástico con cubo de aluminio revestido de			
U01FY310	0,50 Hr	Oficial primera climatización	43.277	21.639	
U32GB005	1,00 Ud	Extract.helic.naves 21.000 m3/h	1.969.415	1.969.415	
				Suma la partida.....	1.991.054
				Costes indirectos	12,00% 238.926

TOTAL PARTIDA..... 2.229.980

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MILLONES DOSCIENTAS VEINTINUEVE MIL NOVECIENTAS OCHENTA PESOS CHILENOS

CAPÍTULO S PROTECC. CONTRA INCENDIOS

SUBCAPÍTULO S1 EQUIPOS CONTRA INCENDIOS

APARTADO S101 EXTINTORES

S1011	Ud	EXTINTOR POLVO ABC 4A			
			Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 8A-34B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos ga-		

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
U01AA011	0,10 Hr	seos e incendios de equipos eléctricos, de 3 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difu- Peón suelto	39.477	3.948	
U35AA005	1,00 Ud	Extintor polvo ABC 4A	79.369	79.369	

Suma la partida..... 83.317
Costes indirectos 12,00% 9.998

TOTAL PARTIDA..... 93.315

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y TRES MIL TRESCIENTAS QUINCE PESOS CHILENOS

S1012 Ud EXTINT. POLVO ABC 10A

Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con di-

U01AA011	0,10 Hr	Peón suelto	39.477	3.948	
U35AA006	1,00 Ud	Extintor polvo ABC 10A	120.039	120.039	

Suma la partida..... 123.987
Costes indirectos 12,00% 14.878

TOTAL PARTIDA..... 138.865

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y OCHO MIL OCHOCIENTAS SESENTA Y CINCO PESOS CHILENOS

S1013 Ud EXTINT. POLVO ABC 20A

Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 34A-144B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 9 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con di-

U01AA011	0,10 Hr	Peón suelto	39.477	3.948	
U35AA010	1,00 Ud	Extintor polvo ABC 20A	154.549	154.549	

Suma la partida..... 158.497
Costes indirectos 12,00% 19.020

TOTAL PARTIDA..... 177.517

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA Y SIETE MIL QUINIENTAS DIECISIETE PESOS CHILENOS

S1014 Ud EXTINT. POLVO ABC 40A

Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 34A-144B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 9 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con di-

U35AA0101	1,00 Ud	Extintor polvo ABC 40A	201.345	201.345	
U01AA011	0,10 Hr	Peón suelto	39.477	3.948	

Suma la partida..... 205.293
Costes indirectos 12,00% 24.635

TOTAL PARTIDA..... 229.928

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS VEINTINUEVE MIL NOVECIENTAS VEINTIOCHO PESOS CHILENOS

APARTADO S102 BOCAS INCENDIO EQUIPADAS.BIE

S1021 Ud BOCA INCEN. EQUIPADA 25 mm./20m.

Ud. Boca de incendios para viviendas residenciales, equipada BIE formada por cabina en chapa de acero 700x700x250 mm, pintada en rojo, marco en acero cromado con cerradura de cuadrado de 8 mm. y cristal, rótulo romper en caso de incendios, devanadera con toma axial abatible, válvula de 1", 20 m de manguera semirígida

U01FY105	2,80 Hr	Oficial 1º fontanero	41.613	116.516	
U01FY110	2,80 Hr	Ayudante fontanero	34.955	97.874	
U35AI020	1,00 Ud	Armar.completo-mang.sem 20 m	1.019.537	1.019.537	
U23AA010	0,32 M2	Vidrio incoloro PLANILUX 5 mm.	39.587	12.668	

Suma la partida..... 1.246.595
Costes indirectos 12,00% 149.591

TOTAL PARTIDA..... 1.396.186

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN MILLÓN TRESCIENTAS NOVENTA Y SEIS MIL CIENTO OCHENTA Y SEIS PESOS CHILENOS

SUBCAPÍTULO S2 SEÑALIZACIONES

S201 Ud Pla.salida emerg. 297x210 al.

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
Sin descomposición					
TOTAL PARTIDA.....					6.308

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS MIL TRESCIENTAS OCHO PESOS CHILENOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
S202	Ud	Placa señalización al.250x200			
Sin descomposición					
TOTAL PARTIDA.....					6.920

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS MIL NOVECIENTAS VEINTE PESOS CHILENOS

CAPÍTULO T PERÍMETRO

T1	Ud	LIQUIDAMBAR STYRACIFLUA 14/16	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
Ud. Suministro, apertura de hoyo, plantación y primer riego de Liquidambar styraciflua (Liquidambar) de 14 a 16					
U01FR009	0,25 Hr	Jardinero	33.290	8.323	
U01FR013	0,50 Hr	Peón ordinario	26.632	13.316	
U04PY001	0,10 M3	Agua	4.189	419	
U40GA210	1,00 Ud	Liquidamb.sty.14-16 cm.cep.	220.575	220.575	
Suma la partida.....					242.633
Costes indirectos					12,00% 29.116
TOTAL PARTIDA.....					271.749

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS SETENTA Y UNA MIL SETECIENTAS CUARENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

T2	Ud	ACACIA CAVEN 14/16 R/D	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
Ud. Suministro, apertura de hoyo, plantación y primer riego de Robinia pseudoacacia (Acacia) de 14 a 16 cm. de					
U01FR009	0,25 Hr	Jardinero	33.290	8.323	
U01FR013	0,50 Hr	Peón ordinario	26.632	13.316	
U04PY001	0,10 M3	Agua	4.189	419	
U40GA280	1,00 Ud	Acacia caven 14-16 cm.raiz	34.594	34.594	
Suma la partida.....					56.652
Costes indirectos					12,00% 6.798
TOTAL PARTIDA.....					63.450

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y TRES MIL CUATROCIENTAS CINCUENTA PESOS CHILENOS

T3	MI	VALL. CON MALLA ST/40-14 h= 2,0 M.	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
Ml. Vallado en zona deportiva (paseo, recinto, piscina ...etc.) con enrejado metálico de 2 m. de altura a base de malla galvanizada simple torsión ST/40-14 (trama 50 mm. de luces y 2.2 mm diámetro del alambre) adaptado sobre 3 filas de alambre liso (atado y cosido sobre los cables superiores y punteado sobre el inferior), postes intermedios (cada 3 m.), centro y tiro (cada 33 m.), todos con diámetro 48/1.5 mm. en tubo de acero galvanizado en caliente empotrados 35 cms. y tornapuntas de refuerzo diámetro 40/1.5 mm., i/ tensores cincados, cordones, ataduras grupillas, remates superiores tipo seta, puerta de 2x1 m. (cada 400 ml.), apertura y anclaje de postes en					
U01FX110	2,00 MI	Mano obra anclaje postes metál.	12.761	25.522	
U01FX101	2,00 MI	Montaje malla 1-2 m. ST	17.200	34.400	
U38JA110	1,00 MI	Malla galv.ST-40/14 h=2,0 m.	11.873	11.873	
U38JA707	0,50 MI	Poste acer.galv.calient.D=48	23.053	11.527	
U38JA705	0,10 MI	Poste acer.galv.calient.D=42	20.668	2.067	
U38JA880	1,00 Ud	Tensores.grupill.y p/p puerta	2.691	2.691	
Suma la partida.....					88.080
Costes indirectos					12,00% 10.570
TOTAL PARTIDA.....					98.650

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y OCHO MIL SEISCIENTAS CINCUENTA PESOS CHILENOS

T4	M2	PUERTA CON MALLA RIZADA	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
M2. Puerta de paso en cerramiento constituido por cerco de tubo metálico 40x20x1,5 y otro de 30x15x1,5, recibido mediante soldadura a poste 60x60x1,5 anclado a dado de hormigón HM-20 N/mm2 Tmax arido 20 mm. y bastidor de tubo 40x40x1,5 cm., con pletina 40x4 mm. para sujeción de mallazo rizado de alambre de 2 mm. formando cuadrícula de 4x4 cm., i/recibido de postes.					
U01AA007	0,70 Hr	Oficial primera	43.000	30.100	
U01AA009	0,70 Hr	Ayudante	40.004	28.003	
U22XL060	2,00 MI	Tubo metálico cuad. 60x60x1,5	9.404	18.808	
U22XL140	2,00 MI	Tubo metálico rect. 40x20x1,5	3.801	7.602	
U22XL130	2,00 MI	Tubo metálico rect. 30x15x1,5	3.329	6.658	
A02AA501	0,10 M3	HORMIGÓN HNE-20/P/20 elab. obra	317.749	31.775	
U38JA200	1,00 M2	Bastidor malla rizada	104.559	104.559	
Suma la partida.....					227.505

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
			Costes indirectos	12,00%	27.301
			TOTAL PARTIDA.....		254.806

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTAS CINCUENTA Y CUATRO MIL OCHOCIENTAS SEIS PESOS CHILENOS

CAPÍTULO U MAQUINARIA Y APARATOS

U1	Ud	Trituradora SHARK 220E, TANA	Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		92.569.683

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y DOS MILLONES QUINIENTAS SESENTA Y NUEVE MIL SEISCIENTAS OCHENTA Y TRES PESOS CHILENOS

U2	Ud	Pala mecánica VOLVO de 7 m3	Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		137.048.321

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y SIETE MILLONES CUARENTA Y OCHO MIL TRESCIENTAS VEINTIUNA PESOS CHILENOS

U3	Ud	Motor puertas	Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		1.070.195

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN MILLÓN SETENTA MIL CIENTO NOVENTA Y CINCO PESOS CHILENOS

U4	Ud	Cinta transportadora (2-5 m)	Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		8.222.963

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO MILLONES DOSCIENTAS VEINTIDOS MIL NOVECIENTAS SESENTA Y TRES PESOS CHILENOS

U5	Ud	Cinta transportadora (5-10 m)	Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		13.732.169

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE MILLONES SETECIENTAS TREINTA Y DOS MIL CIENTO SESENTA Y NUEVE PESOS CHILENOS

U6	Ud	Trommel TSM 3.500 (BEYER).	Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		191.867.517

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y UN MILLONES OCHOCIENTAS SESENTA Y SIETE MIL QUINIENTAS DIECISIETE PESOS CHILENOS

U7	Ud	Separador electromagnético Magnum SAM2	Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		34.536.076

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y CUATRO MILLONES QUINIENTAS TREINTA Y SEIS MIL SETENTA Y SEIS PESOS CHILENOS

U8	Ud	Compactadora Móvil MP2000, ORKEL	Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		189.126.474

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA Y NUEVE MILLONES CIENTO VEINTISEIS MIL CUATROCIENTAS SETENTA Y CUATRO PESOS CHILENOS

U9	Ud	Caretilla modelo 'QX2-30' (Nissan)	Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		22.034.997

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS MILLONES TREINTA Y CUATRO MIL NOVECIENTAS NOVENTA Y SIETE PESOS CHILENOS

U10	Ud	Contenedor de 24 m3	Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		43.499.124

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y TRES MILLONES CUATROCIENTAS NOVENTA Y NUEVE MIL CIENTO VEINTICUATRO PESOS CHILENOS

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
U11	Ud	Mezcladora-trituradora SEKO SAMURAI	Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			164.457.753
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SESENTA Y CUATRO MILLONES CUATROCIENTAS CINCUENTA Y SIETE MIL SETECIENTAS CINCUENTA Y TRES PESOS CHILENOS					
U12	Ud	Sonda Temperarua	Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			23.128
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTITRES MIL CIENTO VEINTIOCHO PESOS CHILENOS					
U13	Ud	Sonda Humedad	Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			22.296
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS MIL DOSCIENTAS NOVENTA Y SEIS PESOS CHILENOS					
U14	Ud	Sonda O2	Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			31.281
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y UNA MIL DOSCIENTAS OCHENTA Y UNA PESOS CHILENOS					
U15	Ud	Variador frecuencia	Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			1.955.867
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN MILLÓN NOVECIENTAS CINCUENTA Y CINCO MIL OCHOCIENTAS SESENTA Y SIETE PESOS CHILENOS					
U16	Ud	Mesa densimetrica Modelo FM-240 (Gosag)	Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			462.126.466
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS SESENTA Y DOS MILLONES CIENTO VEINTISEIS MIL CUATROCIENTAS SESENTA Y SEIS PESOS CHILENOS					
U17	Ud	Separador neumático 'V4' (Terra Select)	Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			45.828.861
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y CINCO MILLONES OCHOCIENTAS VEINTIOCHO MIL OCHOCIENTAS SESENTA Y UNA PESOS CHILENOS					
U18	Ud	Criba vibrante modelo 'ST6-75' (Terra Select)	Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			60.301.281
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA MILLONES TRESCIENTAS UNA MIL DOSCIENTAS OCHENTA Y UNA PESOS CHILENOS					
U19	Ud	Equipo de lavado a presión Kärcher HDS 12/18-4 S.	Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			3.370.980
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MILLONES TRESCIENTAS SETENTA MIL NOVECIENTAS OCHENTA PESOS CHILENOS					
U20	Ud	Lavador de gases 'RotClone Modelo "W"'	Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			7.396.523
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE MILLONES TRESCIENTAS NOVENTA Y SEIS MIL QUINIENTAS VEINTITRES PESOS CHILENOS					

ANEJO 28: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE (\$)
CHILENOS					

Índice

1. Objetivo	1
2. Cálculos.....	1
2.1. Evaluación financiera de la inversión.....	1
2.2. Criterios de rentabilidad.....	2
3. Evaluación financiera de la inversión	2
3.1. Valor del proyecto	2
3.2. Programa de amortizaciones	3
3.3. Gastos	3
3.3.1. Gastos por consumo eléctrico.....	3
3.3.2. Gastos por consumo agua	4
3.3.3. Gastos por consumo carburante.....	4
3.3.4. Gastos por mano de obra.....	5
3.3.5. Gastos de mantenimiento.....	5
3.3.6. Gastos de material	5
3.3.7. Gastos de administración y seguros.....	5
3.3.8. Total gastos	6
3.4. Ingresos.....	6
3.5. Préstamo.....	7
3.6. Impuesto sobre beneficios	7
4. Evaluación económica	8
5. Conclusiones.....	10

1. Objetivo

El presente anejo tiene por finalidad establecer la rentabilidad de la inversión en el proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

Tenemos que destacar, que no se trata de un proyecto de negocio, sino un proyecto de gestión de residuos que busca la disminución del porcentaje de residuos a depositar en los rellenos sanitarios. Por lo tanto, nuestro objetivo es el de establecer una rentabilidad cero, y si es posible superior.

2. Cálculos

2.1. Evaluación financiera de la inversión

Los parámetros que definen la evaluación financiera de la inversión son:

- Pago de la inversión (K), es el número de unidades monetarias que el inversor debe desembolsar para conseguir que el proyecto empiece a funcionar como tal.
- Vida útil de proyecto (n), es el número de años estimados durante los cuales la inversión genera rendimientos.
- EBIT: Siglas en inglés de “Earnings Before Interest and Taxes” (Ganancias antes de intereses e impuestos). Se corresponde exactamente con la magnitud usada en los formularios oficiales de cuentas españolas llamada “Beneficio de explotación” o “Resultado de explotación”. Es clave para el análisis de los resultados de una empresa y nos muestra el beneficio obtenido en el puro desarrollo del negocio correspondiente, al ser la diferencia entre los ingresos de explotación u operativos y los gastos de explotación u operativos del periodo, independientemente de cómo se han financiado los activos necesarios para su desarrollo y del impuesto sobre beneficios aplicable. Es muy útil para comparar la evolución de los resultados de un año a otro y entre empresas del mismo sector.
- EBITDA: Siglas en inglés de “Earnings Before Interest, Taxes, Depreciations and Amortizations” (Ganancias antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones). Se corresponde exactamente con la magnitud española “Resultado bruto de explotación” y se obtiene sumando las amortizaciones y provisiones al EBIT o Resultado de explotación. Su uso se ha generalizado en los últimos años y entienden muchos analistas que se trata del flujo de caja -dinero- (Cash Flow) generado en el periodo por la explotación (negocio). Esta magnitud debe ser analizada con mucha precaución ya que dista mucho de ser el verdadero flujo de caja generado por el negocio. No debemos olvidar que para el desarrollo de la normal actividad de la empresa es necesario destinar dinero a las inversiones en activos fijos y circulantes, no estando reflejadas estas salidas de efectivo en la magnitud.
- FCF: Siglas en inglés de “Free Cash Flow” (Flujo libre de caja). Informa del efectivo generado en el periodo disponible para los accionistas (pago de dividendos o devolución de aportaciones). Se obtiene deduciendo del EBITDA el pago de intereses neto de impuestos y la devolución de deudas financieras o, en su caso, sumando el cobro de intereses neto de impuestos y el incremento de deudas financieras.

2.2. Criterios de rentabilidad.

Los parámetros previamente mencionados se aplican a los siguientes métodos de evaluación:

- o Valor actual neto (VAN): Indica la ganancia o la rentabilidad neta generada por el proyecto. Se puede describir como la diferencia entre lo que el inversor da a la inversión (K) y lo que la inversión devuelve al inversor (Ri). Cuando un proyecto tiene un V.A.N. mayor que cero, se dice que para el interés elegido resulta viable desde el punto de vista financiero. Se calcula mediante la expresión:

$$VAN = -K + R_i \times \frac{(1 + n)^n - 1}{i \times (1 + n)^n}$$

3. Evaluación financiera de la inversión

3.1. Valor del proyecto

MOVIMIENTO DE TIERRAS	\$ 224.891.271
NAVE PRINCIPAL	\$ 14.286.371.649
TÚNELES DESCOMPOSICIÓN	\$ 2.870.062.061
NAVE LIMPIEZA	\$ 343.190.168
NAVE TALLER	\$ 873.706.869
NAVE BOMBEO	\$ 116.324.876
EDIFICIO DE SERVICIOS	\$ 530.822.945
SILOS	\$ 204.843.554
FOSO	\$ 41.329.555
DEPÓSITO	\$ 242.129.476
BIOFILTRO	\$ 131.034.118
BÁSCULA Y CASETA	\$ 38.260.862
RED HORIZ. DE SANEAMIENTO Y AGUAS LIMPIAS	\$ 159.433.722
INSTALACIÓN AGUA	\$ 75.115.381
PAVIMENTOS	\$ 1.979.789.676
INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EDIFICO SERVICIOS	\$ 60.512.370
INSTALACION ELÉCTRICA	\$ 600.305.349
VENTILACIÓN NAVES	\$ 71.830.628
PROTECC. CONTRA INCENDIOS	\$ 5.302.436
PERÍMETRO	\$ 88.210.547
MAQUINARIA Y APARATOS	\$ 1.970.253.647
COMBUSTIBLE	\$ 11.002.429
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	\$ 24.924.723.589
14% Gastos generales	\$ 3.489.461.302
6% Beneficio industrial	\$ 1.495.483.415
SUMA DE G.G. y B.I.	\$ 4.984.944.717

TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	\$ 29.909.668.306
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	\$ 29.909.668.306

3.2. Programa de amortizaciones

	Inversión	Período (años)	Inversión Anual
Obra civil	\$ 26.315.925.654	20	\$ 1.315.796.283
Maquinaria y equipos	\$ 3.593.742.652	10	\$ 359.374.265
TOTAL			\$ 1.675.170.548

3.3. Gastos

Son los gastos previstos, necesarios para el funcionamiento de la planta de compostaje.

Las Fracción Vegetal no se ha considerado en este cálculo, ya que se prevé que provenga de la poda y restos de jardines de la Región Metropolitana. Estos actualmente son depositados en rellenos sanitarios.

Los gastos que se presentan son orientativos, y se han calculado a la alza.

3.3.1. Gastos por consumo eléctrico

En el siguiente cuadro se exponen las potencias de cada uno de los subcuadros de la planta de compostaje, así como las horas de funcionamiento al día y los días de funcionamiento al año.

Subcuadro	Potencia (kW)	Tiempo de trabajo (h/día)	Días de trabajo al año	Consumo anual (kWh/año)
Pre-tratamiento	426,35	8	265	14.122,75
Alumbrado nave	20,21	8	265	42.853,68
Nave Bombeo	27,31	12	365	119.623,41
Biofiltro	3,20	24	365	28.032,00
Post-tratamiento	94,09	8	265	199.470,63
Descomposición	226,43	24	365	1.983.523,38
Nave Mecánica	17,64	8	265	37.390,27
Alumbrado ext. 1	8,93	10	365	32.587,20
Nave Limpieza	10,43	8	265	22.121,27
Alumbrado ext. 2	6,62	10	365	24.177,60
Casita Báscula	0,56	8	265	1.196,02
Servicios	5,20	8	265	11.032,73
Lab. y Oficina	13,92	8	265	29.502,34
TOTAL				2.545.633,3

Con un coste de 50 pesos el kWh el gasto anual en electricidad será de **\$ 127.281.664**. La tarifa se ha obtenido de la empresa Chilectra.

3.3.2. Gastos por consumo agua

En los siguientes cuadros se exponen los consumos esperados de agua para la planta de compostaje.

Consumo agua equipos

Equipos e instalaciones	Consumo (l/h)	Tiempo de trabajo (h/día)	Días de trabajo al año	Consumo anual (m ³ /año)
Descomposición	1.523,8	24	365	13.348,6
Maduración	49,3	24	365	431,8
Biofitro	117,4	24	365	1.028,7
Lavador gases	3,9	24	365	34,4
Limpieza camiones	1.500,0	5	265	1.987,5
3 Puntos de limpieza	3.240,0	1	265	858,6
			TOTAL	17.689,6

Consumo agua servicios

Servicios	Consumo (l/min)	Nº unidades	Tiempo de utilización total (h/día)	Consumo anual (m ³ /año)
Aseos	360,0	9	1,0	14.628,0
Lavamanos	360,0	6	1,0	9.540,0
Ducha	720,0	4	1,0	12.720,0
			TOTAL	36.888,0

Con una previsión de un consumo anual total de 54.577,60 m³ el gasto en agua supondrá un total de \$ 15.213.497, con un precio de 278,63 pesos el m³ y un cargo fijo de 545 pesos al mes, según la empresa Aguas Andinas.

3.3.3. Gastos por consumo carburante

El consumo esperado de gasoil se especifica en la siguiente tabla:

Maquinaria	Consumo (l/h)	Tiempo de trabajo (h/semana)	Consumo anual (l/año)
Pala mecánica F.V. y alimentación post-tratamiento	6	31,7	9.884,7
Trituradora	30	7,7	11.983,5
Pala mecánica alimentación recirculado y estructurante	6	48,0	14.976,0
Pala mecánica descomposición y maduración	6	48,0	14.976,0
Pala mecánica almacenamiento compost y transporte impropios post-tratamiento	6	48,0	14.976,0
			TOTAL
			66.796,2

Con un precio de 616,15 pesos el litro se estima unos gastos en carburante de \$ 41.156.345.

3.3.4. Gastos por mano de obra

Se estima que el n° de trabajadores total sea de 20 operarios. En función de su puesto los sueldos variaran. Los trabajadores de la oficina y laboratorio serán gerentes que controlaran el buen funcionamiento de la planta de compostaje.

	Nº operarios	Salario por trabajador	Total
Maquinistas	7	\$ 600.000	\$ 50.400.000
Líneas	7	\$ 400.000	\$ 33.600.000
Mecánicos	2	\$ 900.000	\$ 21.600.000
Oficina y laboratorio	4	\$ 1.500.000	\$ 72.000.000
Total			\$ 177.600.000

3.3.5. Gastos de mantenimiento

Son los procedentes de la limpieza de la planta y mantenimiento de instalaciones y maquinaria, estima en un 5% de la inversión anual.

$$\text{\$ } 1.675.170.548 \times 0,05 = \text{\$ } 83.758.527$$

3.3.6. Gastos de material

Son los procedentes del taller, oficina, productos auxiliares etc. Se estima en un 2% del total de la inversión anual.

$$\text{\$ } 1.675.170.548 \times 0,02 = \text{\$ } 33.503.411$$

3.3.7. Gastos de administración y seguros

Se estima en un 2% del total de la inversión anual.

$$\text{\$ } 1.675.170.548 \times 0,02 = \text{\$ } 33.503.411$$

3.3.8. Total gastos

En la siguiente tabla se resumen los gastos estimados para la planta de compostaje.

	Importe
Electricidad	\$ 127.281.664
Agua potable	\$ 15.213.497
Carburante	\$ 41.156.345
Mano de obra	\$ 177.600.000
Mantenimiento	\$ 83.758.527
Material	\$ 33.503.411
Administración y seguros	\$ 33.503.411
TOTAL	\$ 512.016.855

Los gastos totales estimados suben a una cantidad de **\$ 512.016.855**.

3.4. Ingresos

Los ingresos esperados de la planta provendrán de la venta del compost obtenido y de los impuestos por la recogida de residuos sólidos domiciliarios (RSD).

Tal y como se muestra en el *Anejo 8: Cálculos Dimensionado Planta*, se prevé obtener un total de 7.104 m³ de compost al año. O lo que es lo mismo 3.907 toneladas.

Según el 'Estudio de factibilidad técnico-económica para instalar una planta de compostaje, utilizando desechos vegetales urbanos.' de Carolina Alejandra Córdova Molina, el precio promedio del compost por metro cúbico es de \$ 12.802, en base a los precios de referencia de las cinco empresa que producen compost actualmente en Santiago de Chile.

Por lo tanto, los ingresos estimados provenientes de la venta del compost serán los obtenidos de la multiplicación del compost obtenido (7.104 m³) por el precio estimado (12.802 \$/ m³). Esto nos da unos ingresos de **\$ 1.562.800.000**.

Por lo que se refiere a los ingresos provenientes de los impuestos por recogida de residuos domiciliarios, estos se estiman en unos **\$ 600.000.000**. Esta estimación sale de la multiplicación del volumen de residuos a entrar en la planta (30.000 t/año) por el precio de la recogida de residuos sólidos domiciliarios, y que para la Región Metropolitana oscila entre los 17.000 y los 24.000 pesos/tonelada. En nuestro caso hemos tomado un valor intermedio de 20.000 pesos/tonelada.

También se han tenido en cuenta como ingreso el ahorro que supondrá el no desechar la materia orgánica (MO) de los RSD al relleno sanitario. Tal y como se muestra en el *Anejo 8. Cálculos Dimensionado Planta*, la MO supone el 49% en peso de los RSD. Después del pre-tratamiento se elimina el 30% de éste. Así, con una densidad estimada de 0,6 toneladas/m³, el volumen de MO que no se dispondrá al relleno sanitario será de 6.174 m³. Con un coste estándar de 730 pesos/m³ para la disposición final de los residuos en un relleno sanitario, nos salen unos ingresos estimados para este concepto de **\$ 4.570.020**.

ANEJO 29: ESTUDIO ECONÓMICO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

A continuación se resumen el total de ingresos:

Ingresos Compost	\$ 90.945.408
Ingresos Residuos	\$ 600.000.000
Ingresos Relleno Sanitario	\$ 4.507.020
Total	\$ 695.452.428

3.5. Préstamo

Se prevé que el interés del préstamo para hacer frente a la inversión inicial, al tratarse de una inversión pública, sea del 6%. Este será considerado como un pago y tasa de interés constantes, y con una total de 10 pagos anuales.

Préstamo	\$ 30.421.685.161
Interés	6%
Duración de la deuda	10 años
Pago anual	\$ 4.133.332.248,50

3.6. Impuesto sobre beneficios

En Chile el impuesto sobre beneficios es del 16% sobre el EBT (Ganancias antes de impuestos).

Este impuesto es aplicado cuando se obtienen ganancias antes de impuestos. En el caso de no obtenerlas (EBT negativo), no es de aplicación. Cuando las ganancias antes de impuestos sean positivas será cuando se aplicará el impuesto.

4. Evaluación económica

Los resultados que se muestran a continuación están expresados en millones de pesos.

ITEM	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Inversión	\$ 29.910										\$ 3.594
Gastos		\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512
Ingresos		\$ 695	\$ 695	\$ 695	\$ 695	\$ 695	\$ 695	\$ 695	\$ 695	\$ 695	\$ 695
EBITDA**		\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 183
Amortización		\$ 1.675	\$ 1.675	\$ 1.675	\$ 1.675	\$ 1.675	\$ 1.675	\$ 1.675	\$ 1.675	\$ 1.675	\$ 1.675
EBIT*		-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492
Deuda + intereses		\$ 4.133	\$ 4.133	\$ 4.133	\$ 4.133	\$ 4.133	\$ 4.133	\$ 4.133	\$ 4.133	\$ 4.133	\$ 4.133
EBT***		-\$ 5.625	-\$ 5.625	-\$ 5.625	-\$ 5.625	-\$ 5.625	-\$ 5.625	-\$ 5.625	-\$ 5.625	-\$ 5.625	-\$ 5.625
Impuesto sobre beneficios 16%		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Beneficio neto		-\$ 5.625	-\$ 5.625	-\$ 5.625	-\$ 5.625	-\$ 5.625	-\$ 5.625	-\$ 5.625	-\$ 5.625	-\$ 5.625	-\$ 5.625
FCF****	-\$ 29.910	-\$ 3.950	-\$ 3.950	-\$ 3.950	-\$ 3.950	-\$ 3.950	-\$ 3.950	-\$ 3.950	-\$ 3.950	-\$ 3.950	-\$ 7.544

ITEM	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	Total
Inversión											\$ 33.503
Gastos	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 512	\$ 10.240
Ingresos	\$ 695	\$ 695	\$ 695	\$ 695	\$ 695	\$ 695	\$ 695	\$ 695	\$ 695	\$ 695	\$ 13.909
EBITDA*	\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 3.669
Amortización	\$ 1.675	\$ 1.675	\$ 1.675	\$ 1.675	\$ 1.675	\$ 1.675	\$ 1.675	\$ 1.675	\$ 1.675	\$ 1.675	\$ 33.503
EBIT**	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 29.835
Deuda + intereses	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 41.333
EBT***	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 71.168
Impuesto sobre beneficios 16%	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Beneficio neto	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 1.492	-\$ 71.168
FCF****	\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 183	\$ 183	-\$ 71.168

*EBITDA: "Earnings Before Interest, Taxes, Depreciations and Amortizations" (Ganancias antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones). **EBIT: "Earnings Before Interest and Taxes" (Ganancias antes de intereses e impuestos). **EBT: "Earnings Before Taxes" (Ganancias antes de impuestos). ****FCF: "Free Cash Flow" (Flujo libre de caja).

Aplicando la fórmula del VAN con una rentabilidad del 6% nos da un valor de -56.828 millones de pesos chilenos. Por lo que nos está demostrando que el proyecto diseñado está destruyendo valor y el proyecto no es viable.

A continuación se muestran unas gráficas en las que se relación al precio del compost y de la recogida de residuos respecto del VAN. Con estas se pretende ver a partir de qué valor el proyecto presenta un VAN=0 y por lo tanto es viable (La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas).

ANEJO 29: ESTUDIO ECONÓMICO del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

En la Fig 1 se muestra la tendencia del VAN respecto al incremento del precio del compost (en miles de pesos) y manteniendo el precio de la recogida de residuos en 20.000 pesos/tonelada y los ingresos derivados del ahorro por no depositar la MO en el relleno sanitario.

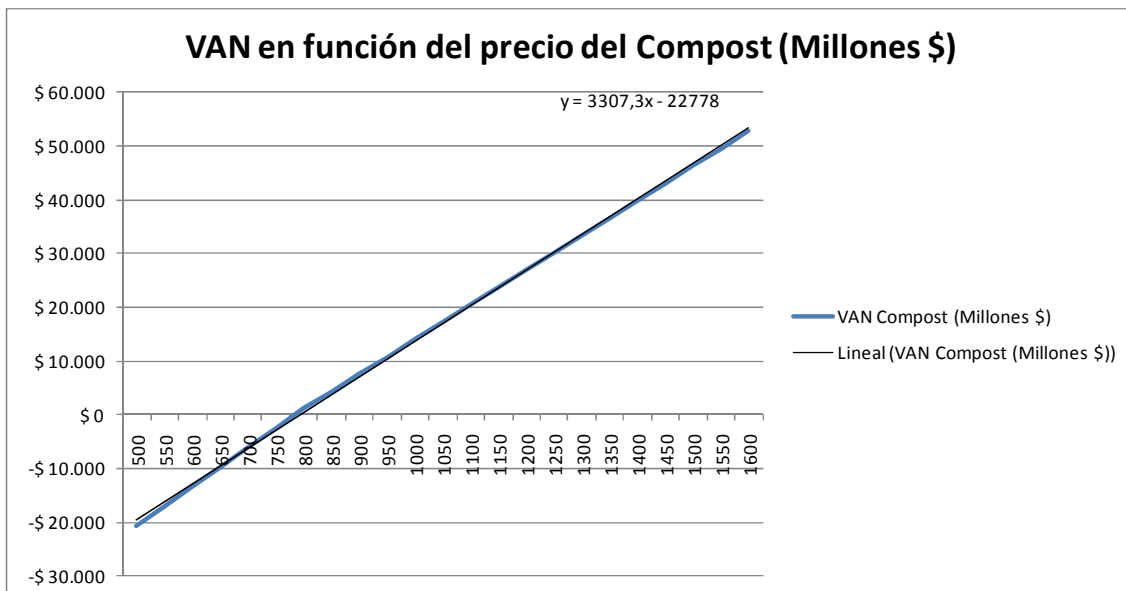


Fig 1. VAN en función del precio del Compost (Millones pesos)

El VAN =0 para esta situación se estima en un precio del compost de 784.217 pesos/kg.

En la Fig 2 se muestra la tendencia del VAN respecto al incremento del precio de la recogida de residuos (en pesos) y manteniendo el precio del compost en 12.802 pesos/m³ y los ingresos derivados del ahorro por no depositar la MO en el relleno sanitario.

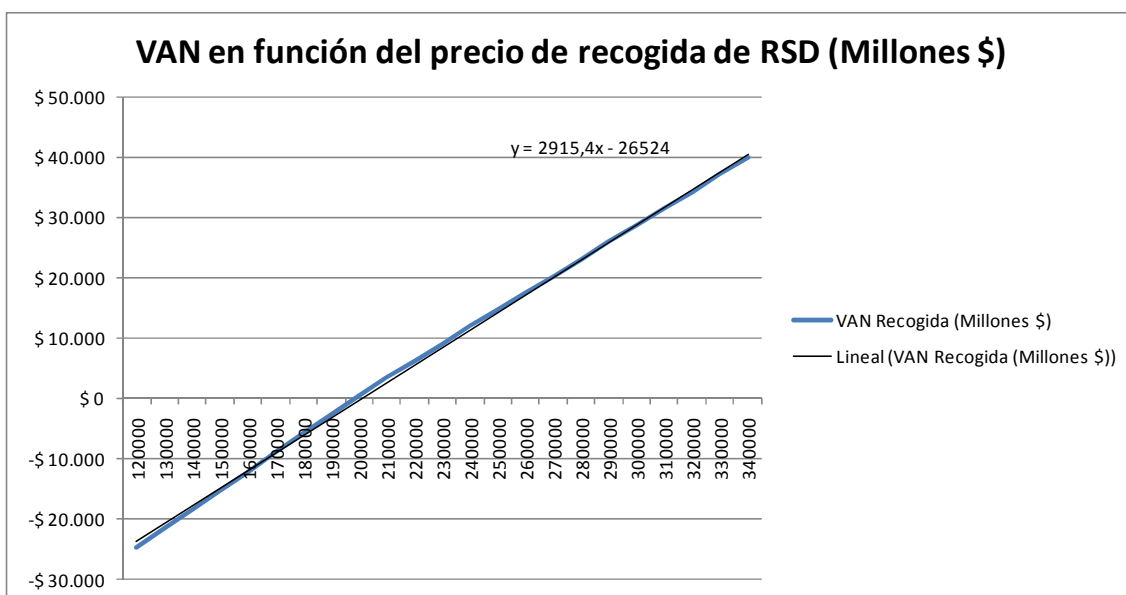


Fig 2. VAN en función del precio de la recogida de RSD (Millones pesos)

El VAN =0 para esta situación se estima en un precio de la recogida de residuos de 202.671 pesos/tonelada.

5. Conclusiones

Este proyecto persigue el objetivo de conseguir un VAN=0. Que no produzca ni ganancias por debajo de la rentabilidad exigida ni por encima, ya que lo que se quiere conseguir es una reducción de los residuos destinados a relleno sanitario, cumpliendo así con la intención del gobierno.

Como se ha podido observar el proyecto no es viable económicamente si queremos hacer frente a la inversión inicial, ya que ésta es muy elevada. Con un VAN negativo de 56.828 millones de pesos (87,42 millones de euros), es muy difícil que este proyecto pueda presentarse como viable.

Lo que se puede extraer del análisis económico efectuado es que los ingresos cubrirían los gastos de explotación, por lo que el proyecto en este sentido sí que es viable.

Una de las posibles soluciones es la de ajustar más el presupuesto. Aún así, el capital invertido de 29.909 millones de pesos (46 millones de euros), es muy elevado, en comparación a los ingresos que se percibirán anualmente, estimados en un total de 695 millones de pesos (1,07 millones de euros).

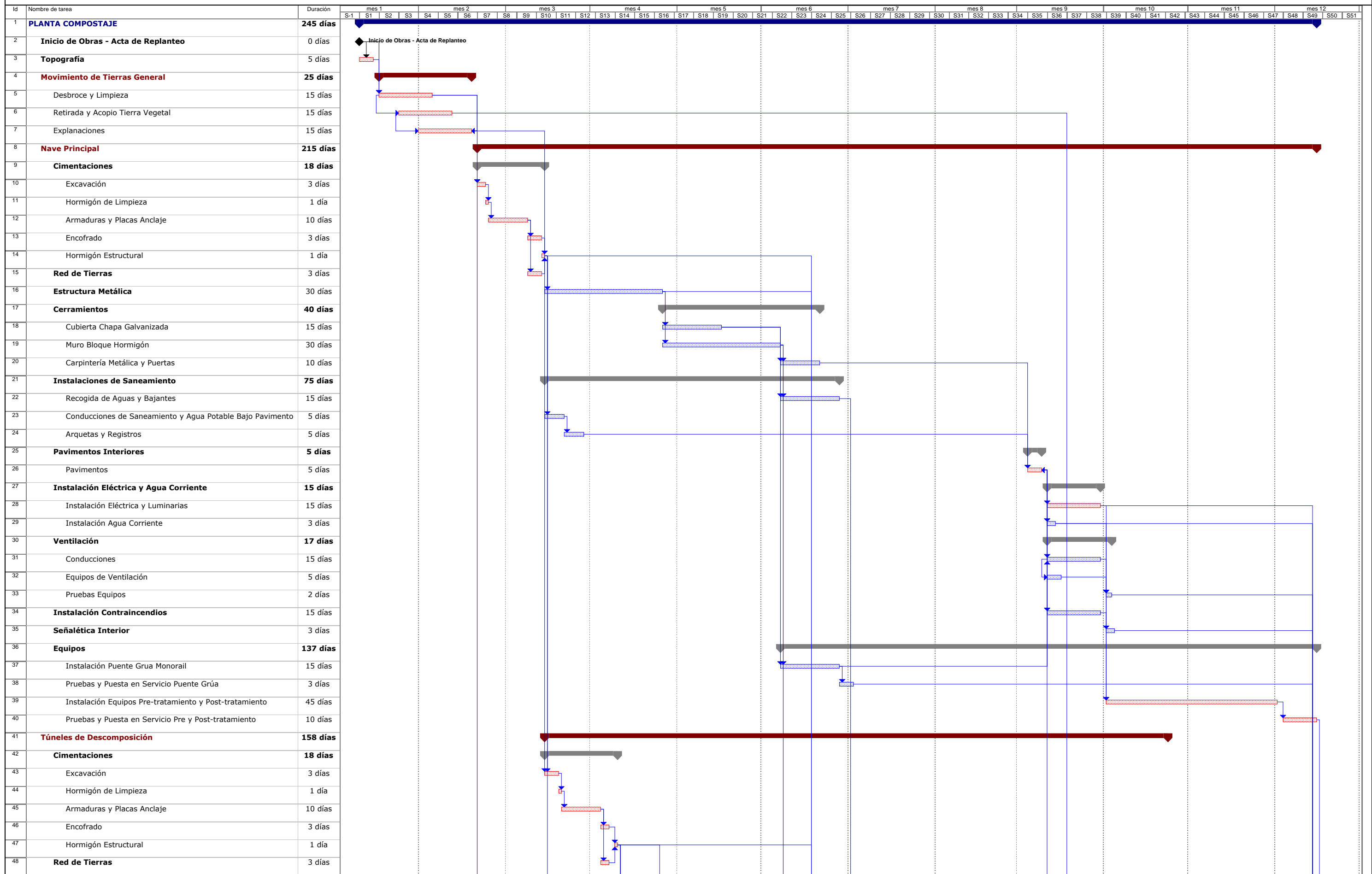
Otra posibilidad sería la de alargar la vida útil del proyecto, por lo que la inversión efectuada tendría más tiempo a recuperarse. Aún así, tendríamos que prever una duración del proyecto muy elevada para que éste sea viable.

La idea de subir el precio del compost y de la recogida de RSD sería viable si estos valores no sufrieran una inflación tan grande sobre el precio actual. En el caso del precio del compost supondría un 6.025,74% más y en el precio de la recogida de RSD del 913,36%.

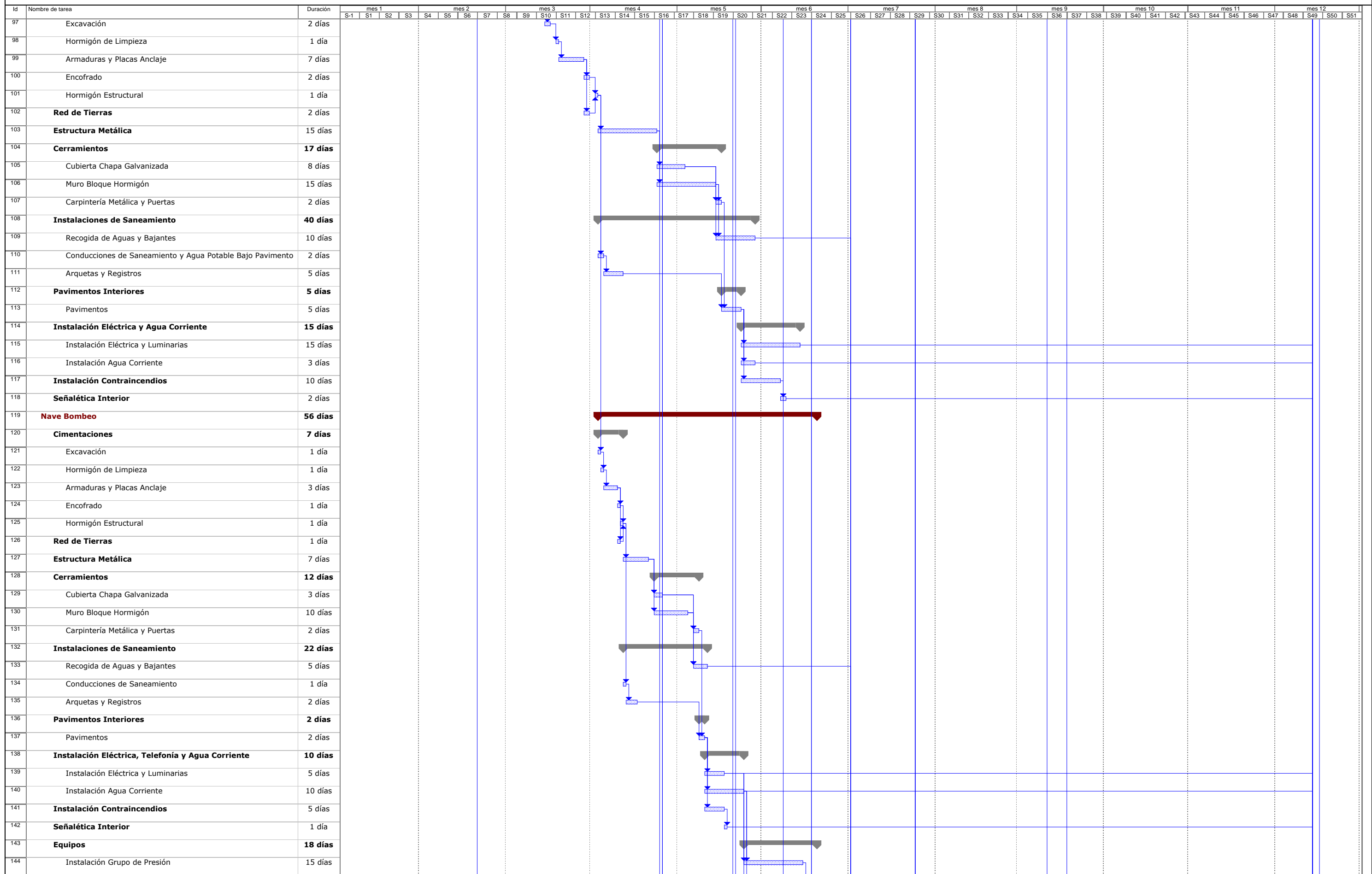
Otra solución que se podría adoptar es la de prescindir de la tecnología escogida para evitar la contaminación olfativa, ya que la construcción de la nave principal, los túneles de descomposición y el biofiltro, así como el sistema de ventilación, suponen 69,35% del coste total de ejecución material (17.287 millones de pesos). Sería más conveniente cambiar la ubicación de la planta de compostaje, con el fin de reducir costes de construcción y a la vez no afectar al vecindario con los componentes malolientes generados.

En conclusión, la evaluación de si se tiene que construir o no, rae en el planteamiento del gobierno de dar una imagen más ecológica y verde del país. No se puede sustentar en criterios económicos en la ubicación planteada.

ANEJO 30: PROGRAMACIÓN EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.



ANEJO 30: PROGRAMACIÓN EJECUCIÓN Y PUESTA EN MARCHA del Proyecto de planta de compostje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.



Índice

1. Objeto	1
2. Bibliografía.....	1
2.1. Medio Ambiente, Residuos y Compostaje.....	1
2.2. Maquinaria	3

1. Objeto

En el presente anejo se enumera la bibliografía utilizada para la elaboración del presente proyecto.

2. Bibliografía

2.1. Medio Ambiente, Residuos y Compostaje

- Información sobre normativa ambiental. <http://www.sinia.cl/1292/w3-article-48429.html>
- Instituto Nacional de Estadísticas de Chile. <http://www.ine.cl/home.php>
- Informe anual de Medio Ambiente (2008). http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_medio_ambiente/medio_ambiente.php
- Agència de Residus de Catalunya. <http://www.arc.cat/>
- Ecoparc 2 de Moncada i Reixach (70 mil toneladas/año de FORM). http://www.amb.es/web/emma/residus/instalacions equipaments/ecoparcs/ecoparc_montcada/dades_tecniques
- Red de Centros de Información de Residuos de la Comunidad de Madrid. <http://www.rcir.es/index.html>
- Compañía de gestión de residuos municipales (EMERES). www.emeres.cl
- Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). www.conama.cl
- ¿Se recicla en Chile?. <http://www.mma.gob.cl/1257/w3-article-46288.html>
- Manual de Compostaje Para Municipios. Eva RöbenDED/ Ilustre Municipalidad de Loja. Año 2002. <http://www.resol.com.br/Cartilha7/ManualCompostajeparaMunicipios.pdf>
- Ministerio de vivienda y urbanismo. <http://www.minvu.cl/>
- Plan Regulador Metropolitana de Santiago 2008. http://www.minvu.cl/opensite_20080421111026.aspx
- Reporte asociado a generación de residuos sólidos de Chile. Ministerio de Medio Ambiente. Gobierno de Chile. Año 2009. <http://152.74.152.95/ocde/st.asp>
- Normativa en la construcción. <http://normativaconstruccion.cl/inicio.asp>
- Guia de Suport per al Disseny i l'Explotació de Plantes de Compostatge. Agència de Residus de Catalunya. Edición 2008.
- Estudio caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la región metropolitana. Comisión nacional del medio ambiente región metropolitana. VALPARAISO, 28 MARZO 2006. http://www.sinia.cl/1292/articles-39508_pdf_informeF.pdf

ANEJO 31: BIBLIOGRAFIA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Estudio de composición y proyección de residuos sólidos domiciliarios en la Prov. de Santiago. Universidad de Chile. Año 1995.
- Tecnologías de tratamiento y disposición final de residuos sólidos domiciliarios. Gobierno de Chile. Diciembre 2001.
- Residuos sólidos y clasificación. Copyright ©2000 Ingeniería Ambiental & Medio Ambiente. Noviembre 2010.
<http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/residuos.html>
- Evaluación de la calidad del lodo proveniente de la planta de tratamiento de aguas residuales el trebal y su uso agrícola. XXIX Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS). <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsair/e/repindex/rep184/vleh/aidis/II-Arata-Chile-1.pdf>
- Mapa geológico de Chile: versión digital. Gobierno de Chile. Servicio Nacional de Geología y Minería. Subdirección Nacional de Geología.
<http://www.ipgp.fr/~dechabal/Geol-millon.pdf>
- GAJARDO, R. 1994. La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 165p.
- Estudio de Impacto Ambiental. Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Mapocho. Aguas Andinas. Noviembre 2007.
- CIREN. Estudio Agrológico de la región Metropolitana: Descripción de Suelos, Materiales y Símbolos. 1996 (Publicación CIREN 105).
http://www.ciren.cl/_datos/archivo/pdf/suelos/e13matsim.pdf
- González, C. y Rodríguez, 1999. Informe final Convenio ESAB-Servei de Medi Ambient de la Diputació de Barcelona.
- Esplugues, P. «Las plantas de reciclaje y compostaje. Tecnologías diversas». A: Estudis i monografies 16: La gestió municipal dels residus sòlid urbans. Servei de Medi Ambient de la Diputació de Barcelona, 1993.
- Huerta, O.; López, M. y Soliva, M. «Caracterización del compost producido en España. Parte 2». Vida Rural (2006), núm.. 233. pp. 43-45.
- LAGA Merkblatt M 10. Qualitätskriterien und Anwendungsempfehlungen für Kompost (Criterios de Calidad y Recomendaciones de Uso para el Compost). LAGA, 1995
- O. Huerta, M. López, M. Soliva i M. Zaloña. “Compostatge de residus municipals. Control del procés, rendiment i qualitat del producte.” Año 2008.
- İstanbul Katı Atık İşleme ve Kompostlaştırma Tesisi ÇED Raporu (Estudio de Impacto Ambiental de la Planta de Reciclaje y Compostaje del Municipio Metropolitano de Estambul) Rust Mühendislik Hizmetleri Ltd. Şti. (MİR Ortak Girişimi). Estambul, 1995
- Olga Zarela Ríos, Sonia Salas, Miguel Sánchez. Manual de Lombricultura en Trópico Húmedo. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, 1993
- Rihm Silva A. (2004): “Manejo de Residuos Sólidos”. Apuntes de curso de residuos sólidos, USACH, Santiago Chile.

ANEJO 31: BIBLIOGRAFIA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- Raquel Barrena Gómez, 2006. Memoria de Tesis. “Compostaje de residuos sólidos urbanos. Aplicación de técnicas respirométricas el seguimiento del proceso.” Departamento de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Barcelona.
- J. Jager, K. Kuchta, C. Eckrich, T. Reinhardt, S. Kirsch. “Geruchsemissionen bei der Kompostierung“ Emisiones olfatorias durante el compostaje). Müllhandbuch. Erich Schmidt- Verlag. Berlin, 1995
- Dr.-Ing. Detlef Eitner. “Abluftaufbereitung mit Biofilteranlagen“ (Tratamiento del aire contaminada con filtros biológicos). Müllhandbuch. Erich Schmidt- Verlag. Berlin, 1996
- J. Moreno Casco y R. Moral Herrero. ‘Compostaje’ Ed. Mundi-Prensa, 2009
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo, referente al Real decreto 486/1997, de 14 de abril. Boe nº 97, de 23 de abril. Elaborado por el Ministerio de Trabajo e Inmigración.
- Ernst Neufert. ‘Arte de proyectar en arquitectura’. Ed. Gustavo Gil S.A. 1995
- Martín Díaz Zala. ‘Balance teórico de aguas para el compostaje en túneles’. Publicado en la revista infoambiental.es. Ref. Residuos, 2005 ENE-FEB; (82).
- S.T.A. Sistemas y Tecnologías Ambientales. ‘Tecnologías de tratamiento de las emisiones odoríferas en procesos productivos y también en las infraestructuras de tratamiento y valorización ambiental (itva)’.
- “Floor and Ceilling Assembly Consisting of Prestressed, Precast Concrete Double Tee Units with a Wallboard Ceiling”. File R1319-131, Febrero 21, 1973, Underwriters Laboratories, Inc., Northbrook, IL.

2.2. Maquinaria

- LEBLAN. Empresa española dedicada al suministro de instalaciones, tecnología y maquinaria destinada a los sectores industriales del hormigón, áridos, tratamiento de residuos y graneles varios. www.leblan.com
- Equipos y tecnologías para el medio ambiente. <http://www.biometsa.es>
- Soluciones Agrícolas y Medioambientales. <http://www.samsoluciones.es>
- Pezzolato S.p.A. <http://www.pezzolato.it>
- Empresa realizadora de proyectos para reciclaje. <http://www.unoreciclaje.com>
- SEKO. Empresa líder mundial especializada en la producción de máquinas para la gestión de residuos. <http://www.sekospa.com>
- SOLING es una empresa formada por ingenieros civiles industriales y mecánicos dedicada a la fabricación y comercialización de cintas transportadoras, agitadores, sistemas de pesaje y automatizaciones, en ocasiones combinando esto con las tecnologías de la información. <http://www.soling.cl>
- ROS ROCA. Multinacional Leridana que centra su actividad en la fabricación de bienes de equipo y en el diseño y desarrollo de sistemas y procesos de ingeniería aplicados al medio ambiente. <http://www.rosroca.com/>

ANEJO 31: BIBLIOGRAFIA del Proyecto de planta de compostaje con capacidad para tratar 30.000 t/año de residuos sólidos domiciliarios, ubicada en la comuna de Padre Hurtado, Región Metropolitana, Chile.

- DISMET. Organización con amplia experiencia en el mercado industrial, en el sector metalmeccánico y de hidrocarburos, dedicada a brindar productos y servicios confiables. <http://www.dismet.com/>
- Kärcher. El mayor fabricante del mundo de equipos de limpieza. www.karcher.com
- Establecimientos electromecánicos Magnum S.C.R.L. Empresa dedicada a la fabricación de equipos magnéticos y electromagnéticos para separación de impurezas ferrosas. <http://www.imanesmagnum.com.ar>
- Auto Infanta Carretillas S.L. Distribuidor oficial de carretillas elevadoras NISSAN, en España. <http://www.autoinfanta.com>
- AAF International S.A. Es parte de la corporación AAF-McQuay, una corporación multinacional cuya actividad es el suministro de productos, sistemas y servicios para el acondicionamiento y filtración del aire contaminado. <http://www.aaf.es/>
- SOLUMED. Empresa dedicada a solventar las diversas problemáticas ambientales que surgen en la actual industria mediante la distribución, gestión y optimización. <http://www.solumedsl.com/>
- Casals Ventilación, fabricante de ventiladores con más de 125 años de historia, dispone de un amplio catálogo de ventilación técnica para la edificación y de ventilación industrial. <http://www.casals.tv>
- ACV ofrece la mejor tecnología para producir toda el agua caliente que se desee. <http://www.acv.com>