

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA
POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL DISTRITO DE PUERTO
ETEN, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE
LAMBAYEQUE**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

ALMESTAR PESCORAN, BRANY JOEL
RAVINES SILVA, MAYRA ANABEL

Chiclayo 01 de febrero de 2019

**MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA
POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL DISTRITO DE PUERTO
ETEN, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE
LAMBAYEQUE**

PRESENTADA POR:
**ALMESTAR PESCORAN, BRANY JOEL
RAVINES SILVA, MAYRA ANABEL**

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR:

Ing. Gamarra Uceda, Héctor Augusto
PRESIDENTE

Ing. Díaz Orrego, Aníbal Teodoro
SECRETARIO

Ing. Muñico Osorio, Edgar Rubén
ASESOR

DEDICATORIA

A nuestro creador,
al que me dio fortaleza cuando estuve a punto de caer,
con toda la humildad de mi corazón,
dedico, en primer lugar, este trabajo a Dios,
de igual manera se lo dedico a mi padre, Aníbal Ravines Malca,
y a mi familia en general, quienes me han apoyado
durante toda mi formación profesional.

Mayra Anabel Ravines Silva

A Dios, por sobre todas las cosas,
por mantener firme en mis convicciones y nunca abandonarme.
A mis padres y a mis hermanos, fuente de mi motivación diaria.
A mi abuela, por darme la oportunidad de ser profesional
y a su vez, por contribuir en mi formación personal.
A mi familia en general, sin ellos nada hubiera sido posible.

Brany Joel Almestar Pescoran

AGRADECIMIENTOS

Primero, a Dios, por mantenernos con salud a nosotros y a nuestros seres queridos.

Nuestro agradecimiento también va dirigido a nuestra casa de estudios, la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, por habernos permitido ser parte de ella y habernos brindado oportunidades incomparables, así como también, el haber conocido a excelentes docentes, a quienes en un futuro podremos llamar colegas.

A nuestro jurado, conformado por el presidente, el Ing. Héctor Gamarra Uceda y al secretario, el Ing. Aníbal Díaz Orrego, por el interés, motivación, apoyo, correcciones y sugerencias que hemos recibido de su parte para mejorar el desarrollo de esta tesis y así contribuir a una investigación más eficiente.

De manera especial, a nuestro asesor, el Ing. Edgar Muñico Osorio, por aceptarnos para realizar esta tesis bajo su dirección. Su apoyo y confianza en nuestro trabajo y su capacidad para guiar nuestras ideas han sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en nuestra formación como futuros profesionales.

Con todos ellos, muy agradecidos.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	6
II.	ASPECTOS GENERALES.....	8
2.1	NOMBRE DEL PROYECTO.....	8
2.2	UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	8
2.3	PARTICIPACIÓN DE LOS BENEFICIARIOS Y ENTIDADES LOCALES.....	8
2.4	MARCO DE REFERENCIA.....	9
2.5	ANTECEDENTES DEL AGUA POTABLE.....	9
2.6	ANTECEDENTES DEL ALCANTARILLADO.....	10
III.	IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	11
3.1	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	11
3.1.1	ANTECEDENTES DE LA SITUACIÓN QUE MOTIVA EL PROYECTO.....	11
3.1.2	IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	12
3.2	SITUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA DE LA POBLACIÓN BENEFICIARIA.....	15
3.3	SITUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.....	21
IV.	CATASTRO URBANO.....	43
4.1	INTRODUCCIÓN.....	43
4.2	CATASTRO.....	43
4.3	ÁREA OCUPADA.....	43
4.4	ÁREA DE EXPANSIÓN.....	43
V.	TOPOGRAFÍA.....	44
5.1	INTRODUCCIÓN.....	44
5.2	RECONOCIMIENTO DEL LUGAR.....	45
5.3	INSTRUMENTOS UTILIZADOS.....	45
5.4	MÉTODO DE NIVELACIÓN.....	47
5.4.1	NIVELACIÓN COMPUESTA.....	47
5.5	CURVAS DE NIVEL.....	48
5.6	PERFILES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.....	48
5.7	CONCLUSIONES.....	49
VI.	ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS.....	50
6.1	INTRODUCCIÓN.....	50
6.2	OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	50
6.3	UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO.....	51
6.4	CONDICIONES CLIMÁTICAS Y ALTITUD DE LA ZONA.....	51
6.5	EXPLORACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS.....	52
6.5.1	EXPLORACIÓN.....	52
6.5.2	MUESTREO DE SUELOS.....	52
6.6	OBTENCIÓN DE MUESTRAS INALTERADAS.....	52
6.6.1	SELECCIÓN, NÚMERO Y UBICACIÓN DE SONDAJES.....	53

6.6.2	SELECCIÓN DE LOS TIPOS DE SONDAJES.	54
6.6.3	NÚMERO Y UBICACIÓN DE CALICATAS.	54
6.7	ESTUDIOS DE LABORATORIO.	54
6.7.1	PROPIEDADES FÍSICAS.	55
6.7.2	PROPIEDADES MECÁNICAS.	59
6.8	CLASIFICACIÓN DE SUELOS.	61
6.8.1	SUELOS GRUESOS.	62
6.8.2	SUELOS FINOS.	63
6.9	CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE.	65
6.9.1	GENERALIDADES.	65
6.9.2	CAPACIDADES DE CARGA.	66
6.9.3	FALLAS DE LOS SUELOS.	67
6.9.4	CAPACIDAD DE CARGA LÍMITE SEGÚN EL TIPO DE FALLA.	67
6.9.5	CAPACIDAD DE CARGA EN EL PROYECTO.	69
6.10	CONCLUSIONES.	72
VII.	DATOS BÁSICOS DE DISEÑO.	73
7.1	PARÁMETROS DE DISEÑO.	73
7.1.1	PERIODO DE DISEÑO.	73
7.2	POBLACIÓN DE DISEÑO.	74
7.2.1	CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA.	75
7.3	DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN.	76
7.4	DOTACIÓN DE DISEÑO.	76
7.5	VARIACIÓN DE CONSUMO.	77
7.5.1	COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIA (K1).	77
7.5.2	COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA (K2).	77
7.6	CAUDALES DE DISEÑO.	77
7.6.1	GASTO PROMEDIO DIARIO ANUAL.	77
7.6.2	CAUDAL MÁXIMO DIARIO (QMD).	77
7.6.3	CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH).	77
VIII.	ABASTECIMIENTO DE AGUA.	78
8.1	INTRODUCCIÓN.	78
8.2	COMPONENTES DEL SISTEMA.	78
8.2.1	LÍNEA DE ADUCCIÓN.	78
8.2.2	LÍNEA DE IMPULSIÓN.	78
8.2.3	RED DE DISTRIBUCIÓN.	79
8.3	PARÁMETROS DE DISEÑO Y SELECCIÓN DE TUBERIAS.	80
8.4	UBICACIÓN Y RECUBRIMIENTOS DE TUBERÍAS.	81
8.5	CAUDALES DE DISEÑO.	82
8.6	CÁLCULOS HIDRÁULICOS.	83
8.7	DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA O TRIBUTARIA.	83
8.8	VÁLVULAS Y ACCESORIOS.	84

8.8.1	VÁLVULAS.....	84
8.8.2	HIDRATANTES CONTRA INCENDIOS.....	85
8.8.3	ANCLAJES Y EMPALMES.....	85
8.9	CONEXIONES DOMICILIARIAS.....	85
IX.	ALCANTARILLADO.....	86
9.1	INTRODUCCIÓN.....	86
9.2	ESTUDIO DE CONTRIBUCIONES.....	86
9.2.1	ESTUDIO DE CONTRIBUCIONES Y CAUDALES DE DISEÑO.....	86
9.3	CAUDAL DE DISEÑO.....	88
9.3.1	CAUDAL POR TRAMOS EN LA RED.....	88
9.4	SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	88
9.4.1	CONEXIONES DOMICILIARIAS.....	88
9.4.2	DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO.....	89
9.5	PROPIEDADES HIDRÁULICAS DE LOS CONDUCTOS CIRCULARES.....	91
9.6	CRITERIOS DE DISEÑO.....	92
9.7	COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	97
9.8	DISEÑO DEFINITIVO DE LA RED.....	117
X.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	118
10.1	SISTEMA DE AGUA POTABLE Y CONEXIONES DOMICILIARIAS.....	118
10.2	SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	155
XI.	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	182
11.1	INTRODUCCIÓN.....	182
11.2	AGUA RESIDUAL.....	182
11.2.1	AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS (AGUAS SERVIDAS).....	182
11.2.2	AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS).....	183
11.2.3	AGUAS DE LLUVIAS.....	183
11.3	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	183
11.3.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	183
11.3.2	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.....	184
11.3.3	CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS.....	186
11.4	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO).....	187
11.4.1	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO).....	187
11.5	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.....	188
11.5.1	TRATAMIENTO PRELIMINAR.....	189
11.5.2	TRATAMIENTO PRIMARIO.....	190
11.5.3	TRATAMIENTO SECUNDARIO.....	191
11.5.4	TRATAMIENTO TERCARIO.....	193
11.6	TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS OBTENIDOS.....	194
11.7	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE LAGUNAS.....	198
11.7.1	CONCEPTO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN.....	198
11.7.2	OBJETIVOS DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.....	198

11.7.3	VENTAJAS Y DESVENTAJAS.	199
11.7.4	CLASIFICACIÓN.	199
11.7.5	FUNCIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS.	200
11.8	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.	203
11.9	DISEÑO DE LA LAGUNA FACULTATIVA.	205
XII.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.	206
12.1	OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.	206
12.1.1	OBJETIVOS GENERALES.	206
12.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	206
12.2	METODOLOGÍA.	207
12.3	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LÍNEA BASE.	208
12.4	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.	208
12.5	IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.	208
12.6	PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL.	209
12.7	SUPERVISOR DE MEDIO AMBIENTE.	211
12.8	MEDIDAS DE CONTROL.	211
12.9	MEDIDAS DE COMUNICACIÓN SOCIAL.	213
12.10	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL.	214
12.10.1	OBJETIVO GENERAL.	214
12.10.2	OBJETIVO ESPECIFICO.	214
12.11	PROGRAMA DE COSTOS AMBIENTALES.	216
12.12	PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL.	220
12.13	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.	221
12.14	MEDIDAS DE PREVENCIÓN.	223
XIII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	227
13.1	CONCLUSIONES.	227
13.2	RECOMENDACIONES.	228
XIV.	ANEXOS.	229
XV.	BIBLIOGRAFÍA.	233

RESUMEN

El desarrollo de la presente tesis, consiste en dar solución al estado actual con el Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado en el distrito de Puerto Eten, debido a que presenta deficiencias para satisfacer la demanda de agua potable y alcantarillado. Actualmente, este distrito presenta discontinuidad en el suministro de agua potable, mientras que, en el alcantarillado, algunos buzones han colapsado por la colmatación que no permiten la evacuación adecuada de las aguas residuales hacia una laguna natural sin ningún tipo de tratamiento. En consecuencia, se genera un grave problema para toda la población, debido a las múltiples enfermedades que causa y desencadena dicha contaminación, que se propaga fácilmente entre los habitantes de la mencionada localidad, por lo que se plantean soluciones con el presente proyecto, teniendo en cuenta cada uno de los componentes deficientes determinados en la evaluación de estos sistemas esperando brindar un servicio eficiente y a su vez contribuir a mejorar la calidad de vida de la población urbana de dicha localidad.

Palabras clave: Agua Potable, Alcantarillado, Aguas Residuales, Evaluación, Laguna Natural.

ABSTRACT

The development of this thesis is to solve the current situation with the Improvement and Extension of the Drinking Water and Sewage System in the district of Puerto Eten, due to its deficiencies to meet the demand for drinking water and sewerage. Currently, this district has a discontinuity in the supply of drinking water, while in the sewerage, some mailboxes have collapsed by sealing that do not allow adequate evacuation of the wastewater to a natural lagoon without any treatment. Consequently, a serious problem is generated for the entire population, due to the multiple diseases caused and triggered by this contamination, which is easily spread among the inhabitants of the mentioned locality, so that solutions are proposed with this project, taking into account Counts each one of the deficient components determined in the evaluation of these systems hoping to provide an efficient service and in turn contribute to improve the quality of life of the urban population of said locality.

Keywords: Water, Sewer, Wastewater, Assessment, Lagoon natural.

I. INTRODUCCIÓN.

El Distrito de Puerto Eten está ubicado al sur oeste del departamento de Lambayeque, el cual cuenta con una población estimada de 499 familias (2,494 habitantes según el Instituto nacional de estadística e informática (INEI) y una densidad poblacional de 178.1 habitantes por kilómetro cuadrado (Plan Estratégico de Desarrollo Concertado al año 2015).

Actualmente el distrito de Puerto Eten cuenta con un sistema de agua potable y alcantarillado que no está funcionando adecuadamente, con las visitas a campo que se realizaron se pudo verificar que el servicio de agua no es constante, es decir que la población no accede a este servicio todo el día, sino sólo por horas, de 6:00 am a 5:00 pm, lo que causa incomodidad entre los pobladores.

Por tal motivo tienen la necesidad de almacenar este líquido vital en baldes, tanques, bidones, cilindros entre otros poniendo en riesgo la salud de los habitantes, puesto que se han detectado diversas enfermedades y es así como lo confirman los datos del Área de Estadística e Informática de la Gerencia Regional de Salud de Lambayeque, estas nos muestran claramente que la tasa de morbilidad por enfermedades del sistema digestivo (como diarreas, fiebre, entre otras), del sistema respiratorio así como ciertas enfermedades infecciosas y parasitarias se han ido incrementando en los últimos años, para el 2012 y 2013 figuran 682 y 1528 personas afectadas respectivamente, mientras que para el año 2014 y 2015 se reportaron 1057 y 1155 individuos respectivamente. (Gobierno Regional de Lambayeque, 2015).

Así mismo, la calidad del agua brindada a la población no es apta para el consumo humano, debido a varias causas, dado que las tuberías que conducen el agua desde el Pozo N°1 hacia la cámara de clorificación, están diseñadas con tuberías de plomo y como sabemos lo más recomendable es que sean de PVC, además presentan un periodo de 40 años desde su instalación y hasta la fecha no se ha realizado ningún tipo de mantenimiento ni tratamiento adecuado provocando deficiencias originando, con el pasar de los años, la aparición de sedimentos, fugas, etc., desgastándose así este componente, poniendo en riesgo la salud de toda la comunidad debido a que va directo al consumo de la población.

En cuanto al sistema de alcantarillado, algunos buzones han colapsado, debido a la colmatación de sedimentos, y no se ha realizado ningún tipo de mantenimiento de la misma. Presenta un periodo de 50 años desde su instalación al presente año, es por ello que dicha ciudad sufre constantemente atoros provocando incomodidad para la población. Con lo que respecta a la parte final del alcantarillado, es decir las aguas servidas, existe una laguna natural que tiene una extensión aproximada de 2.5 ha, la cual está ubicada a tan sólo 2 km de distancia y, como sabemos por reglamento debería estar ubicada a 500 m mínimos de la ciudad (por el camino a la Capilla del Niño del Milagro, al frente de Capilla antigua del Divino niño del milagro).

Por otro lado, la contaminación del agua superficial se desencadena por el vertimiento de efluentes domésticos a los cursos de ríos, acequias, canales y drenes agrícolas y que luego son reutilizados para riego de terrenos de cultivo. El problema de contaminación afecta la calidad de las aguas del litoral principalmente en San José, Santa Rosa, Pimentel y Puerto Eten, debido a la descarga de aguas servidas sin tratar, por la presencia de microorganismos patógenos. (Plan De Prevención Ante Desastres: Uso Del Suelo y Medidas De Mitigación Ciudad de Puerto Eten).

Por ello, la escuela de Ingeniería Civil Ambiental, dentro de la facultad de Ingeniería de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, comprometida con el desarrollo y bienestar de su población, ha aprobado el desarrollo de la Tesis denominada “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado del distrito de Puerto Eten, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque” con el fin de brindar soluciones ante la problemática anteriormente mencionada.

II. ASPECTOS GENERALES.

2.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO.

Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado del distrito de Puerto Eten, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

2.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO.

Departamento : Lambayeque
Provincia : Chiclayo
Distrito : Puerto Eten
Región Natural : Costa

2.1.3 PARTICIPACIÓN DE LOS BENEFICIARIOS Y ENTIDADES LOCALES.

El proyecto viene generando mucha expectativa en la población, así como también en las organizaciones comunales e instituciones públicas y privadas del distrito de Puerto Eten, provincia de Chiclayo. A continuación, se presenta una tabla con los agentes involucrados de manera directa e indirecta con el proyecto:

Tabla N° 01: Análisis de Involucrados.

GRUPO DE INVOLUCRADOS	PROBLEMAS PERCIBIDOS	INTERÉS COMÚN
Municipalidad provincial de Puerto Eten	Exigencia de la población para la instalación de un sistema de agua potable y evacuación de las aguas servidas y excretas.	Solucionar a corto plazo el problema del servicio de agua potable y evacuación de las aguas hervidas y excretas.
	Pocas conexiones de agua potable.	
	Deficiente evacuación y disposición de las aguas servidas y excretas.	
Población de Puerto Eten	Dificultades para abastecerse de agua para el consumo humano.	Abastecerse de agua para el consumo humano a través de conexiones domiciliarias adecuadas.
Población de Puerto Eten	Dificultades y molestias para la evacuación de las aguas servidas y de excretas.	Evacuar las aguas residuales y excretas a través de un sistema adecuado.

Fuente: Propia.

2.1.4 MARCO DE REFERENCIA.

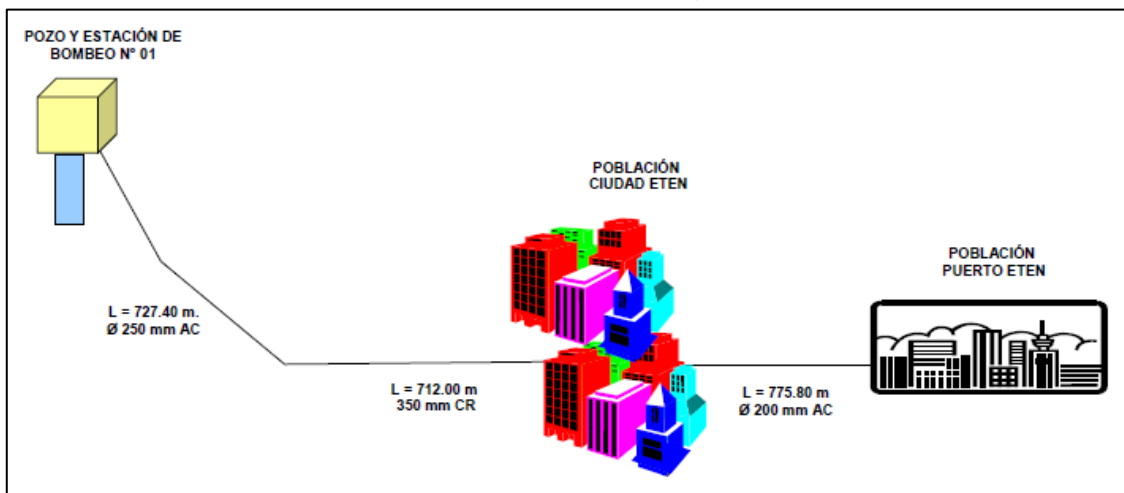
2.1.5 ANTECEDENTES DEL AGUA POTABLE.

En la actualidad, la localidad de Puerto Eten es abastecida por agua subterránea que es extraída a través del pozo N° 01, de tipo Tubular Profundo, el cual está ubicado en la localidad de Ciudad Eten y sirve para abastecer a ambas administraciones. Las características del pozo N° 01 de Ciudad Eten están descritos en el diagnóstico operacional de la localidad de Ciudad Eten.

De acuerdo a los registros de la Oficina de Planeamiento de la Empresa, la producción del pozo para la localidad de Puerto Eten fue de un volumen de 154,287.00 m³ de agua durante el año 2006, con un tiempo promedio de 3.50 horas por día y un caudal de bombeo de 34 lt/seg. Debido a la antigüedad de perforación del pozo no se conoce el caudal de diseño del pozo.

A continuación, se muestra un esquema general del sistema de Abastecimiento de Agua Potable del distrito de Puerto Eten:

Imagen N° 01: Esquema General del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Distrito de Puerto Eten.



Fuente: EPSEL S.A.

El agua del pozo N° 01 es bombeada directamente a la red para abastecer de agua potable a la localidad de Puerto Eten, y esta agua es conducida a través de una línea de impulsión que está compuesta por tuberías de asbesto cemento y concreto reforzado.

No existen datos de antigüedad de esta línea. Sin embargo, se conoce por información encontrada en archivos, que el reservorio fue construido en el año 1965; asumiendo la misma antigüedad por razones técnicas se dice que esta línea podría tener hoy en día una antigüedad aproximada de 50 años.

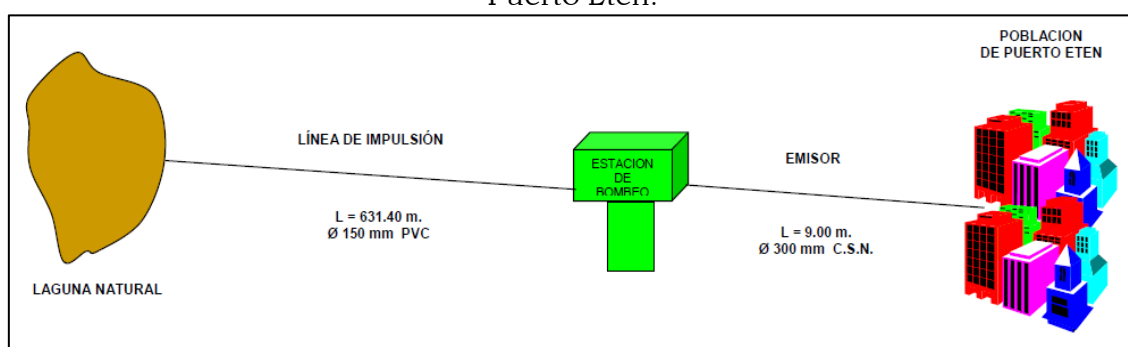
Con el transcurrir del tiempo, las tuberías pueden haber perdido su capacidad de conducción de caudal en diferentes proporciones dependiendo del tipo de material que la conforma. Así las tuberías de Asbesto Cemento por su composición

química disminuyen su capacidad de conducción en pequeñas proporciones. En ausencia de ensayos para la determinación del coeficiente C de rugosidad de las tuberías, se ha tenido en cuenta los valores planteados en el Manual de Hidráulica de J. Azevedo Neto, castigados por la antigüedad de las tuberías. Además, se estima que la línea de impulsión recorre una distancia total de 2,215.20 m.

2.1.6 ANTECEDENTES DEL ALCANTARILLADO.

El sistema de Alcantarillado de la localidad de Puerto Eten está conformado por redes primarias y secundarias cuyos diámetros se encuentran en el rango de 8", 10" y 12", con 2 áreas de drenaje. Las aguas residuales son derivadas hacia una estación de bombeo de desagües é impulsadas hacia una laguna natural.

Imagen N° 02: Esquema General del Sistema de Alcantarillado del distrito de Puerto Eten.



Fuente: EPSEL S.A.

El sistema de alcantarillado sanitario de la localidad de Puerto Eten, según los informes de la Oficina de Planeamiento durante el año 2006 tuvo una frecuencia de atoros en la red pública de 5.17 atoros al mes, lo cual se podría traducir a 1.15 atoros por semana, siendo ello una frecuencia muy elevada para un sistema de alcantarillado del tamaño de Puerto Eten. Para el caso de las conexiones domiciliarias es similar la frecuencia y apreciación de la continuidad de los atoros, pues en el año 2003 existió una frecuencia de 5 atoros al mes.

Puerto Eten tiene una red secundaria de recolección de desagües de aproximadamente 5,060 ml de tubería, sin embargo, a pesar de que las pendientes del 72% de los tramos no cumple las condiciones hidráulicas necesarias para un buen funcionamiento, en el año 2003 se realizó la limpieza de 900.00 ml de colectores con Hidrojet, lo cual representa el 17.78% del total. Es necesario que Puerto Eten cuente con un Programa de Limpieza de Colectores continuo, que no solamente se efectúe cuando ocurren emergencias como a la fecha se realiza.

Además, el agua proveniente de la laguna natural no descarga en el mar, sino por el contrario se infiltra en el suelo contaminando el subsuelo y los acuíferos presentes en él. La descarga en la laguna natural constantemente es obstruida por los agricultores, ya que con el fin de entregar mayor recurso hídrico a sus cultivos derivan los desagües crudos hacia sus chacras donde por lo general cultivan pastizales para el ganado, siendo ello un foco infeccioso que hace peligrar la salud humana.

III. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

3.1.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

3.1.1 ANTECEDENTES DE LA SITUACIÓN QUE MOTIVA EL PROYECTO.

A) Motivos que generan la propuesta del proyecto.

El distrito de Puerto Eten, no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable adecuado y suficiente por lo que gran parte de la población recibe “agua potable” en condiciones no tanto favorables para su salud y con baja presión, situación que obliga a la población al almacenamiento de agua en recipientes, baldes, bidones, etc., sin tomar las medidas de higiene adecuadas, lo cual origina contaminación del agua almacenada que consumen, ocasionando problemas directamente en la salud de la población.

Asimismo, el inadecuado sistema de evacuación de las aguas servidas que no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales y disposición de las excretas, debido a la carencia de un sistema adecuado de saneamiento, viene ocasionando la contaminación del suelo, y el deterioro de la calidad ambiental e incomodidad en la población.

Ante tal situación, hemos creído conveniente realizar los estudios para la elaboración de dicho proyecto, con el propósito de dar solución a tan álgido problema que por muchos años viene afectando a los habitantes del mencionado distrito.

B) Características de la situación negativa que se desea modificar.

El consumo de agua de mala calidad, que por la antigüedad de tuberías, origina que llegue al usuario un color gris verdoso, provocando incomodidad de la misma, donde dicho operario tiene que purgar un promedio de 20 minutos antes de distribuir el agua potable e incluso después de realizarse esto, aun se sigue teniendo el mismo problema, en la parte de alcantarillado se ha producido atoros en el sistema, así mismo, en los buzones de algunas intersecciones de calles, lo cual origina graves problemas en la salud de la población, provocando incomodidad en la población debido a fuertes olores que originan las aguas residuales expuestas, poniendo en riesgo principalmente la salud, dando lugar al incremento de los casos de enfermedades gastrointestinales y diarreicas, cuyas consecuencias se vienen manifestando en mayor grado en el aumento de la morbilidad de los niños, la desnutrición infantil, el bajo rendimiento de los estudiantes, el bajo rendimiento de las actividades laborales de las personas mayores, el incremento de los gastos en salud de las familias, y en deterioro de la economía local.

Por otro lado la evacuación de las aguas servidas a los humedales de Ciudad Eten, está contaminando al medio ambiente ya que no tienen una planta de tratamiento para las aguas servidas, estos humedales, son parte ecológica para los animales que habitan ahí exponiendo las excretas al aire libre, malos olores, originándose con el tiempo la formación de lagunas naturales que así se llaman en la zona sin ningún

tipo de tratamiento ni mantenimiento afectando directamente la salud de toda la población y medio ambiente.

C) Razones porque es de interés de la población resolver esta situación.

Con la implementación del proyecto se propone brindar un servicio adecuado de abastecimiento de agua potable, y un sistema adecuado de evacuación de las aguas servidas y una planta de tratamiento, reduciendo de esta manera a los niveles mínimos los casos de enfermedades gastrointestinales y dérmicas de la población, así como reducir el grado de contaminación del medio físico y biológico.

3.1.2 IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.

A) Ubicación.

El distrito de Puerto Eten, se ubica al Sur Oeste de la Provincia de Chiclayo, bañado por el Océano Pacífico, al lado izquierdo del río Reque y rodeado por el distrito de Ciudad Eten, bajo coordenadas UTM; X=625318.87 Y =9234713.62. Cuenta con un área de 75 Ha.

Macro localización.

El proyecto se encuentra localizado en el distrito de Puerto Eten, Provincia Chiclayo, Región Lambayeque.

Imagen N° 03: Ubicación del Departamento de Lambayeque en el Mapa del Perú.



Fuente: Google.

Imagen N° 04: Ubicación del distrito de Puerto Eten en la Ciudad de Chiclayo.



Fuente: Google.

Micro localización.

La implementación del proyecto beneficiará a la población del distrito de Puerto Eten, su ubicación geográfica se muestra en el siguiente gráfico.

Imagen N° 05: Mapa de Ubicación de la Localidad Beneficiaria



Fuente: Google Maps.

B) Accesibilidad.

La forma de la ciudad se encuentra definida por una trama urbana ortogonal, su trazo responde a las vías de salidas hacia Requena y Ciudad Eten.

A pesar de la inexistencia de un sistema vial organizado y debidamente categorizado, existe una articulación del espacio central con los espacios

periféricos, las vías integradoras y de mayor jerarquía son al Este a través de la carretera a Reque y que en el área urbana constituye la calle Diego Ferré, al Norte carretera a Eten a Través de la Av. San Martín.

El casco urbano central presenta vías con tratamiento en pavimento flexible y rígido (asfalto, concreto, empedrados y embloquetados con piedra). La zona que cuenta con vías pavimentadas ocupa una superficie de 76 Has. Las zonas que no cuentan con vías pavimentadas se localizan en la periferia, en los nuevos asentamientos humanos.

C) Hidrología y climatología.

c.1 Hidrología.

Puerto Eten se encuentra dentro de la Cuenca del Chancay – Lambayeque, en zona colindante con el Océano Pacífico, en su área de estudio no hay estación meteorológica alguna, por ello se hará uso de la información que se dispone de lugares aledaños y que están bajo la responsabilidad del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Se han identificado 20 estaciones meteorológicas en la cuenca Chancay-Lambayeque de las cuales 12 funcionan y 8 están desactivadas. En la parte baja la estación más cercana a la zona de estudio es la Estación Climatológica Ordinaria de Pimentel, estación desactivada en el año 1985 y que se adjunta su información comprendida entre los años 1969 a 1983 a nivel de precipitación total mensual y temperatura media mensual, de igual forma se está incluyendo la información de la estación de Reque, actualmente operativa dado que se considera representativa en la zona costera del departamento de Lambayeque.

Los periodos lluviosos son los meses de verano; Enero, febrero y marzo. En febrero de 1998 según los registros del Senamhi para la estación Reque, llegó a un máximo de 112 mm de precipitación máxima en 24 horas; también se incluye la precipitación media anual en mm, donde se han tenido en cuenta como mínimo 15 estaciones, entre ellas Cueva Blanca, Pucará, El Limón, Porculla, Olmos, Tocmoche, Puchaca, Jayanca, Chongoyape, Oyotún, Cayaltí, Sipán, Ferreñafe, Chiclayo y Reque. En la que se presenta el valor de la precipitación promedio anual en la magnitud de 10 mm, para la localidad de Puerto Eten

c.2 Condiciones climatológicas.

- Clima:

En condiciones normales, las escasas precipitaciones condicionan el carácter semidesértico y desértico de la angosta franja costera, por ello el clima de la zona se puede clasificar como DESÉRTICO SUBTROPICAL árido, influenciado directamente por la corriente fría marina de Humbolt, que actúa como elemento regulador de los fenómenos meteorológicos.

- **Temperatura:**

La temperatura en verano fluctúa Según datos de la Estación Reque entre 25.59 °C (diciembre) y 28. 27° C (febrero), siendo la temperatura máxima anual de 28.27 °C.; la temperatura mínima anual de 15.37°C, en el mes de Setiembre. Y con una temperatura media anual de 21°C.

- **Humedad:**

La humedad atmosférica relativa en el departamento de Lambayeque es alta, con un promedio anual de 82%; promedio mínimo de 61% y máximo de 85%.

- **Vientos:**

Los vientos son uniformes, durante casi todo el año, con dirección Este a Oeste. La dirección de los vientos está relacionada directamente a la posición del Anticiclón del Pacífico.

3.1.3 SITUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA DE LA POBLACIÓN BENEFICIARIA.

A) Población afectada y población beneficiaria del proyecto.

La población actual del distrito de Puerto Eten es de 2494 habitantes. En la zona urbana del distrito, se han identificado 622 lotes. Cabe mencionar que, debido a las características de las actividades económicas que desarrolla esta población, generalmente se encuentran trabajando en el puerto, en donde viven.

B) Actividad económica de la población.

Las actividades económicas en las localidades son los ejes de desarrollo y sustento de una población en esta situación tan difícil que viene atravesando todas las zonas rurales del Perú. Las actividades económicas en las localidades son los ejes de desarrollo y sustento de una población, el distrito de Puerto Eten cuenta, principalmente, con dos actividades económicas:

- **Pesca.**

El distrito de Puerto Eten, se caracteriza por tener una economía de subsistencia dedicada principalmente a la pesca, teniendo como fin su venta y consumo propio.

- **Comercio.**

El comercio se realiza en tiendas de la misma localidad, por lo general hacen sus compras en restaurantes, picanterías, bodegas y en el mercado de abastos de la misma localidad.

- **Industrial.**

En el distrito de Puerto Eten el desarrollo industrial propiamente es Incipiente, solo existe una fábrica de losetas con área y se ubica dentro de la zona residencial.

- **Uso equipamiento.**

Está constituido por el equipamiento de salud con 0.29 Ha (0.30 % del área urbana), educación con 2.71 Ha (2.25 % del área urbana) y recreación con 1.01 Ha (1.05 % del área urbana).

- **Otros especiales.**

Está constituido por equipamientos mayores (Estadio, Cementerio Antiguo y Nuevo) edificios institucionales (Municipio, Iglesia- Convento, Banco de la Nación, Comisaria, club) y de servicio (estación de bombeo, subestaciones eléctricas).

- **Uso área recreativa de playa.**

Ocupa una extensión de 30.25 Ha., es de pendiente uniforme y con poca rugosidad del suelo. Cuenta parcialmente con un malecón en mal estado de conservación, que permite practicar actividades recreativas, incrementándose en el verano por la afluencia de público y de familiares que llegan a veranear.

C) Servicios públicos.

- **Energía eléctrica.**

Con respecto al acceso de energía eléctrica, las encuestas aplicadas mostraron que el 100% de la población cuenta con servicio de energía eléctrica desde hace 6 años administrado por ENSA. El promedio de pago por acceso al servicio eléctrico es de s/30.00 nuevos soles.

- **Servicio de agua potable y saneamiento.**

La empresa encargada del servicio de agua potable y alcantarillado es EPSEL S.A. y brinda el servicio para usos domésticos, industriales y comerciales. La población que posee conexión domiciliaria tiene acceso a agua mediante tuberías directamente conectadas a su sistema de agua por medio de llaves dentro y/o fuera de sus viviendas. Incluso, existen viviendas que no poseen medidores de consumo, por lo cual pagan una cuota mensual relativamente fija (entre s/. 35.00 y s/. 40.00) a la empresa que les brinda el servicio de agua potable. Puerto Eten es abastecido a través del pozo N° 01 que se encuentra ubicado en la ciudad Eten, es el único pozo que le pertenece a Puerto Eten, la cual es bombeada directamente a la red para abastecer de agua potable a la localidad de Puerto Eten, y esta agua es conducida a través de una línea de impulsión que está compuesta por tuberías de Asbesto Cemento, Concreto reforzado hacia un Reservorio de 500 m³.

La línea de impulsión recorre una distancia total de 2,215.20 m.

La composición de la línea de acuerdo a los materiales de las tuberías que la conforman se muestra en el Cuadro.

Tabla N° 02: Características de las Líneas de Impulsión de Agua Potable de Puerto Eten – 2006.

Nombre de Línea	D (Pulg.)	L (ml)	Estado Físico	Antigüedad (años)	Materia I
De Pozo N° 01 hasta cruce a Reservoirio N° 01	8	422.90	Regular	41	A.C.
De cruce a Reservoirio N° 01 hasta cruce de Calles Junín y Huáscar.	10	301.50	Regular	41	A.C.
De cruce de calles Junín y Huáscar hasta empalme a tubería A.C. 14"	14	712.00	Regular	41	C.R.
De empalme a tubería A.C. 12" hasta cruce de Av. San Martín y calle Elías Aguirre	8	775.80	Regular	41	A.C.
	Totál	2,212.20			

Fuente: Diagnostico operacional de Puerto Eten 2004 e información de campo 2006

La línea de impulsión en su recorrido no cuenta con válvulas de aire y purga para la eliminación de aire y sedimentos para su mejor conservación. El caudal que recibe del pozo de ciudad Eten es de 15 lt/seg, durante un periodo de 12 horas.

El suministro de agua potable a Puerto Eten se realiza en forma discontinua y La extensión actual de las redes es de 5,386.20 m, con tubería de 1", 4" Y 6" de diámetro de AC y PVC. En el mes de septiembre del 2003 el suministro es de 468.43 m³/ día.

Se tienen 622 conexiones reales, atendiendo una población de 2,494 habitantes.

Tabla N° 03: Régimen de Operaciones de los Equipos de Bombeo de Ciudad Eten para Puerto Eten.

Horario Pozo N° 01	Punto de Abastecimiento
1:00 a.m. a 3:00 a.m.	Reservoirio Elevado
3:00 a.m. a 6:00 a.m.	Redes de Puerto Eten
6:00 a.m. a 1:00 p.m.	Redes de Ciudad Eten
1:00 p.m. a 3:00 p.m.	Redes de Puerto Eten
3:00 p.m. a 5:45 p.m.	Redes de Ciudad Eten

Fuente: Diagnóstico Operacional semifinál Puerto Eten.

A) Servicio de salud.

La localidad de Puerto Eten cuenta con un Centro de Salud, donde se atienden los casos de enfermedades que presenta la población. En lo referente a los niveles de salud del distrito, estos se ven reflejados en los reportes estadísticos proporcionados por la Gerencia Regional de Salud de Lambayeque, reportes estadísticos que comprenden desde el año 2005 al año 2013, estos reportes por grupos, es de todo el distrito, donde se especifica las atenciones y los atendidos según sexo, que a continuación se detalla.

Imagen N° 06: Índice de morbilidad general de Puerto Eten, 2012.

GERENCIA REGIONAL DE SALUD LAMBAYEQUE ÁREA DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA									
PRIMERAS CAUSAS DE MORBILIDAD GENERAL POR CAPÍTULOS SEGÚN GRUPO ETAREO Y SEXO DEL DEPARTAMENTO, PROVINCIAS, HOSPITALES Y DISTRITOS DE LAMBAYEQUE 2012									
DISTRITO PUERTO ETEN									
N°	MORBILIDAD	Sexo	TOTAL	0-11A	12-17A	18-29A	30-59A	60A+	
	TOTAL GENERAL ...	T	1,085	331	82	185	359	128	
		M	402	189	39	44	81	49	
		F	683	142	43	141	278	79	
1	CAPÍTULO X: ENFERMEDADES DEL SISTEMA RESPIRATORIO	T	420	210	26	55	97	32	
		M	212	109	17	22	33	11	
		F	208	101	9	33	64	21	
2	CAPÍTULO I: CIERTAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	T	220	20	6	2	72	13	
		M	55	30	1	1	7	8	
		F	165	16	5	1	65	5	
6	CAPÍTULO XI: ENFERMEDADES DEL SISTEMA DIGESTIVO	T	42	7	2	5	24	4	
		M	10	2	-	1	5	2	
		F	32	5	2	4	19	2	

Fuente: Gerencia Regional de Salud Lambayeque Área de Estadística e Informática.

Imagen N° 07: Índice de morbilidad general de Puerto Eten, 2013.

MORBILIDAD GENERAL POR CAPÍTULO DE Dx, DEPARTAMENTO, PROVINCIAS Y DISTRITOS 2013												
ETEN PUERTO												
N°	CAUSAS	Sexo	TOTAL	GRUPO ETAREO								
				< 1 A	1-4 A	5-9A	10-14 A	15-19 A	20-29 A	30-39 A	40-59 A	60 A +
	TOTAL GENERAL ...	T	1,269	26	269	221	145	136	363	166	331	112
		M	566	2	190	73	86	2	30	10	112	61
		F	1,203	24	79	148	59	134	333	156	219	51
1	CAPÍTULO X: ENFERMEDADES DEL SISTEMA RESPIRATORIO	T	1,371	25	229	196	117	119	288	112	233	52
		M	462	1	164	72	79	-	29	6	84	27
		F	909	24	65	124	38	119	259	106	149	25
2	CAPÍTULO I: CIERTAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	T	125	1	6	-	-	-	-	12	23	7
		M	10	1	1	-	-	-	-	1	-	-
		F	115	-	5	-	1	-	68	12	22	7
6	CAPÍTULO XI: ENFERMEDADES DEL SISTEMA DIGESTIVO	T	33	-	-	1	-	-	-	-	25	7
		M	31	-	-	-	-	-	-	-	24	7
		F	2	-	-	1	-	-	-	-	1	-

Fuente: Gerencia Regional de Salud Lambayeque Área de Estadística e Informática

Imagen N° 08: Índice de morbilidad general de Puerto Eten, 2014.

GERENCIA REGIONAL DE SALUD LAMBAYEQUE
AREA DE ESTADISTICA E INFORMATICA

MORBILIDAD GENERAL POR CAPITULO DE Dx, HOSPITALES Y EESS 2014

PUERTO ETEN

Código	MORBILIDAD	Sexo	TOTAL	0-11A	12-17A	18-29A	30-59A	60A+
	TOTAL GENERAL ...	T	2,167	528	175	372	806	286
		M	708	285	82	84	145	112
		F	1,459	243	93	288	661	174
1	CAPITULO X: ENFERMEDADES DEL SISTEMA RESPIRATORIO	T	626	327	50	56	153	40
		M	266	183	24	22	25	14
		F	360	144	26	34	128	26
3	CAPITULO I: CIERTAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	T	223	66	9	10	12	11
		M	71	30	9	8	12	8
		F	152	36	8	47	58	3
4	CAPITULO XI: ENFERMEDADES DEL SISTEMA DIGESTIVO	T	218	28	13	24	103	50
		M	76	18	3	6	27	22
		F	142	10	10	18	76	28

1057

Fuente: Gerencia Regional de Salud Lambayeque Área de Estadística e Informática

Imagen N° 09: Índice de morbilidad general de Puerto Eten, 2015.

GERENCIA REGIONAL DE SALUD LAMBAYEQUE

MORBILIDAD GENERAL POR CAPITULO DE DIAGNOSTICO SEGÚN GRUPO ETAREO Y SEXO I SEM 2015

MICRORED: CIRCUITO DE PLAYA
PUERTO ETEN

N°	MORBILIDAD	Sexo	TOTAL	0-11A	12-17A	18-29A	30-59A	60A+
	TOTAL GENERAL ...	T	1,896	445	229	312	661	249
		M	584	226	104	66	110	78
		F	1,312	219	125	246	551	171
1	CAPITULO X: ENFERMEDADES DEL SISTEMA RESPIRATORIO	T	785	389	60	52	117	40
		M	244	134	30	21	22	10
		F	291	105	30	31	95	30
2	CAPITULO IV: ENFERMEDADES ENDOCRINAS, NUTRICIONALES Y METABOLICAS	T	234	20	5	11	12	6
		M	72	15	5	6	6	6
		F	162	5	5	5	6	6
3	CAPITULO XI: ENFERMEDADES DEL SISTEMA DIGESTIVO	T	201	36	21	22	80	37
		M	55	12	6	5	15	17
		F	146	24	15	22	65	20
1	CAPITULO I: CIERTAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS Y PARASITARIAS	T	169	43	18	44	54	10
		M	48	18	9	11	8	2
		F	121	25	9	33	46	8

1155

Fuente: Gerencia Regional de Salud Lambayeque Área de Estadística e Informática.

A partir de los cuadros anteriores, se puede concluir lo siguiente:

- ✓ El caso con mayor número de morbilidad es el que se presenta como enfermedad del sistema respiratorio (1371 casos de 1769 del total) representando así el 77.50% de la morbilidad atendida de manera general.
- ✓ En lo que respecta a la morbilidad en los niños atendidos en el año 2013, identifican como principal motivo de consulta las enfermedades del Sistema Respiratorio (450 casos) que representan el 32.82% de la morbilidad atendida.

- ✓ En lo que respecta a la morbilidad en adolescentes en el año 2013 está representada por las enfermedades del Sistema Respiratorio (236 casos) que representa el 17.21% de la morbilidad atendida.
- ✓ De igual manera, la morbilidad en adultos en el año 2013, tuvo como principal motivo las enfermedades del Sistema Respiratorio (400 casos) que representa el 29.17% de la morbilidad atendida.
- ✓ Y finalmente, las principales causas de consulta en adultos mayores también son las enfermedades que afectan el Sistema Respiratorio, las cuales representan el 20.78% de la morbilidad atendida.

B) Características de la vivienda

El material tradicional utilizado en esta ciudad es la quincha, que son construcciones de madera y/o caña recubierta con tierra, cuyos miembros estructurales están debilitados por la acción de insectos o descompuestos por sucesivos procesos de humedecimiento y secado, con techos ligeros y flexibles constituidos por vigas de madera, troncos (algarrobo) o caña gruesa; y la cobertura es de caña brava con torta de barro y pajilla de arroz, planchas onduladas de zinc, asbesto cemento, cañas delgadas, hojas de palmera o materiales similares.

En la ciudad el uso del ladrillo ocupa un área de 39.26 Ha, le sigue el adobe con 26.33 Ha, quincha con 7.09 Ha, Y prefabricado con 5.92 Ha.

El estudio de conservación de sus edificaciones en regular y mal estado de conservación ocupa un área de 45.84 Ha, representando el 67.48 % y buen estado de conservación ocupa un área de 30.26 Has, y representa el 32.52 %.

Los sistemas constructivos utilizados son los que se vienen aplicando tradicionalmente en la región sin ordenamiento técnico que las hace vulnerables ante la presencia de fenómenos naturales.

Imagen N° 10: Viviendas y Restaurante del Distrito de Puerto Eten.

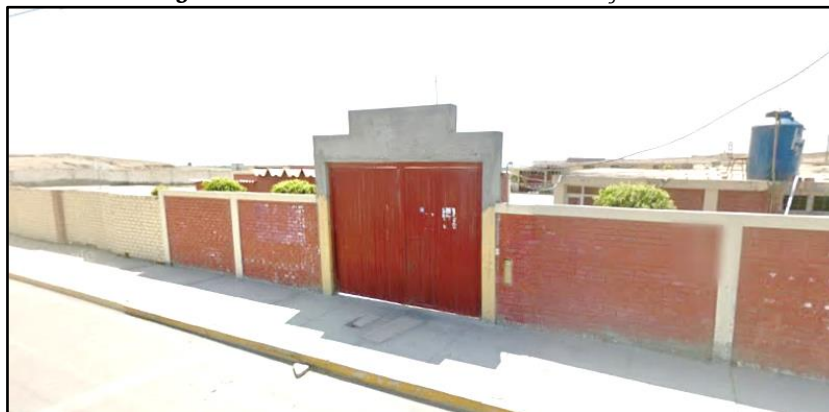


Fuente: Propia.

C) Característica de la educación

Solo existen dos instituciones educativas dentro del área que abarca el distrito de Puerto Eten, una es la “Institución Educativa Mixta N° 10048” (primaria), ubicada en la calle Juan Nanning 313 y la otra es la “Institución Educativa José Antonio García y García” (secundaria), ubicada en la Av. Dos de Mayo S/N.

Imagen N° 11: José Antonio García y García.



Fuente: Propia

3.1.4 SITUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.

A) Sistema de agua potable

a.1 Fuente de abastecimiento

En la actualidad, la localidad de Puerto Eten es abastecida por agua subterránea que es extraída a través del Pozo N° 01, del tipo Tubular Profundo, el cual está ubicado en la localidad de Ciudad Eten y sirve para abastecer solo a Puerto Eten.

Es muy poca la información histórica con que se cuenta para poder analizar el comportamiento de las características hidráulicas del pozo N° 01; sin embargo de los datos obtenidos en la Sub Gerencia de Mantenimiento y Servicios Operacionales que se muestran en el Cuadro N° 1.1.1 - 1 se puede decir que el pozo requiere de trabajos de recuperación de fondo, debido a que desde Agosto de 1997 a Mayo del 2003 ha reducido su profundidad en 90 cm, y esto perjudica en cuanto al aprovechamiento máximo de la capacidad del pozo.

Tabla N° 04: Características Hidráulicas de Pozo N° 01 de Ciudad Eten.

Fuente	Profundidad del Pozo (m)	Profundidad de Bomba (m)	Niveles de Agua (m)		Caudal de Bombeo (lb/ser)
			Estático	Dinámico	
1995	22.00	-	3.20	20.00	50.00
1997	23.50	20.40	3.82	19.00	37.00
2003	22.60	21.50	4.40	21.00	38.30

Fuente: Catastro de Equipos Sub Gerencia de Mantenimiento y Servicios Operacionales

El nivel estático es la distancia que existe entre la superficie del terreno hasta el nivel del agua en el pozo no afectado por ningún bombeo. Para el caso del Pozo N° 01, el nivel estático viene siendo cada vez mayor, lo cual significa que el acuífero viene deprimiéndose a una razón promedio de 15 cm por año desde el año 1995. Este nivel de depresión mostrado podría ser mayor si es que no recibe una recarga adecuada, incrementa su caudal de explotación o aumenta su tiempo diario de producción.

El nivel dinámico es la distancia medida desde la superficie del terreno hasta el nivel del agua en el pozo, cuando se extrae un determinado gasto. Evidentemente este nivel es dependiente del gasto bombeado. Para el caso del Pozo N° 01, este nivel fue de 21.00 m en el año 2003. Este nivel se ha incrementado a razón de 12.5 cm por año desde 1995, estando relacionado directamente con la evolución del nivel estático del acuífero.

El abatimiento es la diferencia entre nivel de bombeo y nivel estático, y similarmente está en función del bombeo. Del Cuadro N° 1.1.1 - 1, se deduce que para el año 1995 fue de 16.80 m, en 1997 fue de 15.18 m y en el 2003 alcanzó un valor de 16.60 m. La capacidad específica está referida a un pozo y representa la relación entre el gasto extraído y el abatimiento provocado para un tiempo determinado. El pozo N° 01 tenía en el año 1995 una capacidad específica de 2.98 lt/seg/m, en 1997 una capacidad específica de 2.44 lt/seg/m, y en el año 2003 registró un valor de 2.31 lt/seg/m; lo cual significa que el pozo año tras año viene reduciendo su rendimiento.

De acuerdo a los registros de la Oficina de Planeamiento de la Empresa, la producción del pozo para la localidad de Puerto Eten fue de un volumen de 174,715.00 m³ de agua durante el año 2003, con un tiempo promedio de 3.50 horas por día con un caudal de bombeo de 38.30 litros/segundo.

En el Cuadro N° 1.1.1 - 2 se muestra la evolución de la producción del Pozo N° 01. De dichos datos se puede mencionar que la producción del año 2003 se ha reducido en 15.63% comparada con la del 2001; pero sin embargo ha obtenido un recupero del 6.69% con relación a la del 2002.

Tabla N° 05: Producción de Agua del Pozo N° 01 para la Localidad de Puerto Eten

Fuente	Producción (m3/año)		
	2001	2002	2003
Pozo N° 01	207,074.71	163,764.00	174,715.00

Fuente: Indicadores de Gestión Operacional - Oficina de Planeamiento

Haciendo un análisis de la descarga del río Reque, de la producción del pozo y de la variación porcentual de cada uno de los meses de los años 2002 y 2003, se observa que la producción es variable y que no existe una correlación entre la descarga del río al año 2003 y la producción de ese mismo año.

La disminución de la producción del pozo se debe a aspectos netamente operativos del equipo de bombeo: (a) mantenimiento; y, (b) principalmente a los continuos cortes del servicio de energía eléctrica.

Por la pequeña disminución del nivel estático del agua subterránea, la variación de la cantidad y disponibilidad de las aguas subterráneas -en épocas de sequía y de precipitación es poco significativa, comparada con la fuerte variación en la disponibilidad del agua superficial, en la que los ríos se secan o pueden producir inundaciones.

Imagen N° 12: Evaluación de la Estación de Bombeo.



Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados obtenidos, al ser comparados con los Límites Máximos Permisible (LMP) de agua para consumo humano, indican que el agua cruda proveniente del pozo tubular, tiene características físico químicas dentro de la norma.

Imagen N° 13: Toma de Muestra de Agua.



Fuente: Elaboración Propia.

B) Estado actual del sistema de agua potable

b.1 Caseta de bombeo

La estación de bombeo fue construida en el año 1975. El conjunto de obras civiles en el pozo N° 1 son: cuarto de bombas, sala de cloración y almacén. El área construida abarca una superficie de 77.60 m²; sin embargo el área del terreno que pertenece a EPSEL y donde se encuentra el pozo tiene una extensión de 424.50 m², la cual no cuenta con cerco perimétrico que delimite la propiedad de la Empresa.

El equipo de bombeo está constituido por una bomba del tipo turbina eje vertical, cuyo motor se encuentra sostenido por dos rieles de ferrocarril de 1.20 ml de longitud apoyados sobre el nivel de piso terminado de la caseta de bombeo; mientras que la bomba se encuentra sumergida en el interior del pozo. Las características del equipo de bombeo principal se detallan a continuación.

Tabla N° 06: Características del Motor del Equipo de Bombeo en el Pozo N° 01.

Característica	Descripción
Año de Instalación	1994
Alimentación	Eléctrico
Marca	Delcrosa
Tipo	Vertical
N° Serie	13605M
Voltaje	440/220 Voltios
Corriente	122.2/444.4 Amperios
Potencia	100 HP
Potencia Activa	74.4 KW
Potencia Aparente	93 Kva.
Aislamiento	F
RPM	1767
Frecuencia	60 Hz
Factor de Servicio	1.15
Fases	3
IP	55
Cos ø	0.80

Fuente: Catastro de Equipos Sub Gerencia de Mantenimiento y Servicios Operacionales – Mayo 2003.

Tabla N° 07: Características de la Bomba del Equipo de Bombeo en el Pozo N° 01.

Característica	Descripción
Año de Instalación	1978
Tipo	Eléctrico
Lubricación	Agua
Marca	HidrostaI
Modelo	12 GH
Etapas	4
Impulsor	Abierto
Longitud De Eje de Bomba	1790 mm
Diámetro de Eje	1 11/16"

Fuente: Catastro de equipos Sub Gerencia de Mantenimiento y Servicios Operacionales – Mayo 2003.

El sistema de arranque y parada del equipo de bombeo, está comprendido por un tablero de control y mando para arranque Y/D de un motor de 100 HP – 440 v – 60 Hz – 3 Fases.

En la localidad de Puerto Eten se registraban cortes de suministro eléctrico y constantemente caídas de tensión durante horas de la madrugada en un promedio de dos a tres veces por semana.

Anteriormente, cuando ocurrían estos casos se utilizaba el Motor Estacionario Diésel para continuar con el abastecimiento agua, sin embargo hoy en día el Cabezal que utilizaba el Motor Estacionario Diésel y el Eje que unía a ambos han sido desmontados y no se cuenta con un sistema de energía de emergencia.

Las características del Motor Estacionario Diésel se muestran a continuación.

Tabla N° 08: Características del Motor Estacionario.

Característica	Descripción
Tipo	Diésel Estacionario
Marca	Listter Petter
N° de Serie	210HR66A31-04
N° de Cilindros	6
Potencia	72 HP
Consumo de Combustible	1.4 Gln/Hora
Filtros y aditivos	
Filtro de Aire	-
Filtro de Aceite	A-143
Filtro de Combustible	T-150
Aceite	5 Gln

Fuente: Catastro de Equipos Sub Gerencia de Mantenimiento y Servicios Operacionales – Mayo 2003.

La edificación presenta muros de albañilería estructural y techo en losa aligerada, así como el techo del almacén presenta una dimensión de 5.00 m x 3.40 m con cubierta de perfil corrugado de Asbesto Cemento.

Gran parte del área de las paredes de la caseta se encuentra sucia y manchada con petróleo DIESEL que se utilizaba para el funcionamiento del motor estacionario por lo cual requiere de pintado general. Asimismo, las zonas de los muros por donde atraviesan la tubería de salida y de purga se encuentran con el tarrajeo desprendido mostrando rajaduras.

Presenta 2 accesos de ingreso a través de dos puertas, la principal es metálica de 3 hojas de 2.05 m de ancho y 2.50 m de alto. Y la otra puerta para el operador es de 1.40 m de ancho x 2.50 de alto. El sistema de seguridad de la puerta metálica es regular; sin embargo el de las puertas de madera es pésimo, debido a que están siendo aseguradas trancándolas contra el anclaje de concreto del motor estacionario haciendo uso de tubos de fierro completamente oxidados.

El área de ventilación e iluminación se considera adecuada, sin embargo los vanos para ventanas con enmallado metálico se encuentran totalmente deteriorados debido a la acción de las sales marinas que son transportadas por los vientos que provienen desde el mar. Además, ninguna ventana cuenta con vidrios por lo cual son cubiertas con cartones y trapos por los mismos operadores para no ser afectada su salud a causa del frío clima que impera en esa localidad por la cercanía al mar.

En general, la caseta se encuentra en mal estado de conservación y mantenimiento. Cuenta con instalaciones eléctricas interiores y exteriores, sin embargo solamente funcionan las luminarias ubicadas en el interior de la caseta de bombeo no ocurriendo lo mismo con el foco de mercurio instalado en el poste de concreto que está al costado de la estación de bombeo; haciendo de este lugar una zona eminentemente peligrosa en caso de accidentes o actos delictivos.

Los operadores de la estación de bombeo se sienten incómodos al no contar con servicios higiénicos, por lo que deben de realizar sus necesidades fisiológicas en las inmediaciones de los campos de cultivo, ocasionando ello efectos negativos sobre el medio ambiente, la dignidad del ser humano y la identificación con la Empresa.

El mal estado las estructuras civiles de la caseta se debe además a la presencia de humedad constante en la cimentación, pudiendo originar asentamientos diferenciales; con manifestaciones externas en la superestructura, esto debido al mal funcionamiento del sistema de purga existente en la estación de bombeo y por encontrarse la caseta de bombeo en zonas agrícolas incrementando la saturación del suelo.

Imagen N° 14: Tanque elevado y Caseta de Bombeo.



Fuente: Elaboración Propia

b.2 Línea de impulsión

El agua del pozo N° 01 es bombeada directamente a la red para abastecer de agua potable a la localidad de Puerto Eten, y esta agua es conducida a través de una línea de impulsión que está compuesta por tuberías de Asbesto Cemento, Fierro Fundido y PVC. Con el transcurrir del tiempo, las tuberías pueden haber perdido su capacidad de conducción de caudal en diferentes proporciones dependiendo del tipo de material que la conforma.

Así las tuberías de Asbesto Cemento por su composición química disminuyen su capacidad de conducción en pequeñas proporciones, por el contrario las tuberías de Fierro Fundido ofrecen mayor resistencia al escurrimiento cuando han sido usados debido a que se obstruyen, se oxidan y en la superficie surgen “tubérculos” (fenómeno de corrosión).

Otro fenómeno que puede haber ocurrido en las tuberías es la disposición progresiva de sustancias contenidas en las aguas y la formación de capas adherentes – incrustaciones – que reducen el diámetro útil de los tubos y alteran su rugosidad.

De acuerdo a la antigüedad de la línea de impulsión y a lo especificado en los Cuadros N° 06 y N° 07, se consideran los siguientes coeficientes de Hazen – Williams para los distintos materiales de las tuberías que constituyen la línea de impulsión y se muestran en la Tabla N° 06.

Tabla N° 09: Coeficientes de Hazen & Williams por Tipo de Material de la Línea de Impulsión.

Material de Tuberías	Coefficiente de Hazen & Williams
Asbesto Cemento	138
Acero	75
Polí cloruro de Vinilo	130

Fuente: Oficina de Catastro Técnico.

La línea de impulsión recorre una distancia total de 3,215.20 m. La composición de la línea de acuerdo a los materiales de las tuberías que la conforman se muestra en la Tabla N° 07.

Tabla N° 10: Composición de Línea de Impulsión de acuerdo al Material de la Tubería.

Tramo	Material	Diámetro (pulg)	Longitud (m)
De Pozo N° 01 hasta cruce de Calles Junín y Huáscar	Asbesto Cemento	10”	715.90
En el cruce de Calles Junín y Huáscar	P.V.C.	12”	11.50
De cruce de Calles Junín y Huáscar hasta empalme a tubería A.C. 8”	Fierro Fundido	12”	1 712.00
De empalme a tubería A.C. 8” hasta cruce de Av. San Martín y Calle Elías Aguirre	Asbesto Cemento	8”	775.80
Longitud Total (m) =			3 215.20

Fuente: Oficina de Catastro Técnico

La línea de impulsión en su recorrido no cuenta con válvulas de aire y purga para la eliminación de aire y sedimentos para su mejor conservación.

b.3 Línea de aducción.

Tendido de 2.9 km hacia el reservorio de agua de 500 m³. Compuesto por tramos de PVC, y asbesto Cemento.

b.4 Tratamiento de agua.

La desinfección del agua que se extrae del Pozo N° 01 se realiza a través de la aplicación de Cloro gaseoso, para ello se utiliza un clorador del tipo de inyección a vacío que está compuesto por un dosificador marca SONIX 100 de montaje sobre el cilindro de cloro, un inyector y las mangueras de interconexión.

Actualmente, se viene aplicando una dosis de 250 gr Cloro/hora, con la cual se obtiene una concentración de 1.50 mg/lit, por gravedad en forma directa hacia el pozo. Actualmente el sistema no cuenta con una bomba de inyección de cloro, por lo cual se utiliza una tubería de Ø ¾" de PVC para introducir el cloro en el Pozo.

La aplicación del cloro de manera directa al pozo y a través de un sistema por gravedad genera dos tipos de problemas, el primero de ellos es que el filtro y la tubería ciega están expuestos a un proceso de oxidación que origina la formación de escoria que obstaculiza e interrumpe el paso del agua a través de los orificios del filtro, así como deteriora y disminuye el espesor de la pared del filtro, la tubería ciega y las instalaciones de la bomba; el segundo se presenta cuando ocurre una caída de tensión en el fluido eléctrico u ocurre un corte del servicio eléctrico se apaga el equipo de bombeo, y el agua impulsada retorna ocasionando una contra presión sobre el inyector, el cual se encuentra sujeto a la tubería de Ø ¾" PVC únicamente con alambre de construcción N° 16, originando la separación entre ambos y por consiguiente una fuga de cloro.

La ventana del cuarto de cloración que comunica con el cuarto de bombas está hecha con varillas de fierro de construcción Ø 3/8", el cual se encuentra totalmente oxidado debido a la presencia del cloro gaseoso que escapa durante las fugas que ocurren principalmente por desprendimiento de la manguera de polietileno del inyector, y por la cercanía que tienen las instalaciones del pozo N° 01 al mar.

El agua que utiliza para disolver el cloro gas que viene del balón de cloro se capta desde la Tee de F°F° Ø 8" x 4" a través de tubería de H°G° de Ø ¾", la cual se encuentra en mal estado estando algo oxidada y sus accesorios no cuentan con mantenimiento. En cambio la tubería que retorna la solución madre clorada al pozo es de PVC Ø ¾" y se encuentra en regular estado.

Algo importante que se debe de considerar es que ambas tuberías tanto de extracción de agua como de retorno se encuentra ubicadas sobre la superficie del piso de la estación de bombeo y es un peligro eminente debido a que los

operadores o cualquier otra persona que transite en el cuarto de máquinas puede tropezar con ellas y ocasionar daños humanos y materiales.

La descarga de agua clorada que se realiza en el pozo se ubica a 22.50 m de profundidad, es decir un metro más con respecto a la ubicación de la bomba a fin de garantizar que el agua bombeada contenga la cantidad de cloro suficiente que permita brindar a la población un agua de óptima calidad.

El dosificador de cloro cuenta con una manguera de ventilación de polietileno que está diseñada para descargar el cloro por los orificios de sección rectangular que se encuentran ubicados en la parte superior de la puerta de ingreso al cuarto de cloración. Sin embargo, a la fecha dicha manguera tiene una longitud no suficiente para alcanzar los orificios de ventilación ya que el cloro va quemándola con el transcurrir del tiempo.

La ubicación de los orificios de ventilación del cuarto de cloración no es la adecuada, ya que ante una eventual fuga de cloro no se podría ingresar al mismo por la presencia de cloro en el área de ingreso, teniendo en cuenta que este elemento es altamente tóxico y mortal para el ser humano.

El control del cloro residual a la salida del pozo lo realiza el operador de turno, una sola vez al día mediante una pastilla DPD (cloro en polvo) y el comparador colorimétrico.

La condición de aplicación de cloro por gravedad y, a su vez que el árbol de descarga no cuente con la válvula de alivio adecuada así como las tuberías de alimentación de solución madre clorada no posean las válvulas check y una de las válvula que se encuentra en la caja de válvulas del reservorio de 250 m³ de Ciudad Eten se encuentre desgastada origina que cada vez que se otorgue el servicio para Puerto Eten a las 4:00 am se deba de apagar el motor del equipo de bombeo del pozo generando ello un retorno del agua que se encuentra en la columna de la línea de impulsión que entrega agua al reservorio debiendo anticipadamente desconectar la manguera de polietileno que conduce cloro gas al inyector en el dosificador a fin de que el agua que retorna no ingrese a este último y lo dañe.

Imagen N° 15: Operador encargado de la Clorificación.



Fuente: Propia

b.5 ALMACENAMIENTO.

Es de 500 m³, de tipo reservorio elevado, de concreto armado en 3 niveles, que soporta la cuba de agua también de concreto armado de 8 x 9 x 18 ml de alto de medidas interiores.

Imagen N° 16: Tanque Elevado.



Fuente: Elaboración Propia

b.6 RED DE DISTRIBUCIÓN.

La red de distribución de agua potable de Puerto Eten fue implantada en 1965 habiéndose ejecutado algunas pocas ampliaciones posteriormente. La Oficina de Catastro Técnico ha realizado de manera parcial un catastro técnico de la red de distribución de agua potable de Puerto Eten, sin embargo aún no se conoce el estado actual en que se encuentran los sistemas en su interior y cuál es su comportamiento hidráulico. La red de distribución de agua potable tiene una longitud total de 4,968 ml, compuesta por tubería de Ø 4" y 6", a la vez está conformada por redes provisionales de Ø 1" PVC que tienen una longitud de 333.50 m. Asimismo cuenta con accesorios tales como: 37 válvulas de compuerta, 06 codos, 32 tees, 13 tapones, 14 reducciones, 9 cruces, 01 unión de reparación y 11 grifos contra incendio. El sistema de distribución tiene una antigüedad de 39 años y se encuentra en un mal estado de conservación; una de las causas es que un poco más del 35% de las válvulas se encuentran enterradas. Del plano de la red de distribución se ha obtenido como resultado del avance del catastro técnico realizado, se ha elaborado la tabla siguiente.

Tabla N° 11: Tubería en la Red de Distribución de Agua Potable según Diámetro y Material.

Diámetro (pulgadas)	Longitud (m)	Material
Red Definitiva de Agua Potable		
4	2 944	Asbesto Cemento
6	2 024	Asbesto Cemento
Red Provisional de Agua Potable		
1	333.50	PVC

Fuente: Funcionamiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado – Enero 2004.

El detalle de las válvulas de compuerta y grifos contra incendio se detalla en la Tabla N° 14.

Tabla N° 12: Accesorios en la Red de Distribución de Agua Potable.

Accesorios	Cantidad
Válvula de Compuerta Visible	24
Válvula de Compuerta Enterrada	13
Codos	06
Tee	32
Tapón	13
Reducción	14
Cruz	09
Unión	01
Grifo Contra Incendio	11
Total	123

Fuente: Funcionamiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado – Enero 2004.

b.7 CONEXIONES DOMICILIARIAS.

Las conexiones domiciliarias de agua potable al año 2003 llegaron a alcanzar un total de 622, de las cuales el 72.34% se encuentran activas encontrándose las demás con el servicio cortado. La clasificación de las conexiones domiciliarias al año 2003 se muestra a continuación.

Tabla N° 13: Clasificación de Conexiones Domiciliarias de Agua Potable al año 2003.

Categorías	Activas		Cortadas		Total
	Medido	No Medido	Medido	No Medido	
Todas	9	446	1	173	629

Fuente: Oficina de Planeamiento.

Cabe señalar que de lo observado en campo se ha determinado que los medidores instalados en su mayoría son de la marca KENT, clase B y han sido fabricados en el año 1995; por lo que se establece que deben de encontrarse registrando de manera deficiente el consumo de agua potable por parte de los usuarios.

b.8 CALIDAD Y CONTINUIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA.

C) SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y EVACUACIÓN DE EXCRETAS.

C.1. CUERPO RECEPTOR.

El cuerpo receptor de los desagües provenientes de Puerto Eten es una laguna natural, ubicada a 100 m de distancia de la estación de bombeo y del área urbana.

La descarga final se realiza sin tener en cuenta la capacidad de dilución de los desagües en el cuerpo receptor.

El agua de dicha laguna natural no descarga en el mar, sino por el contrario se infiltra en el suelo contaminando el subsuelo y los acuíferos presentes en él.

La descarga en la laguna natural constantemente es obstruida por los agricultores, ya que con el fin de entregar mayor recurso hídrico a sus cultivos derivan los desagües crudos hacia sus chacras donde por lo general cultivan pastizales para el ganado, siendo ello un foco infeccioso que hace peligrar la salud humana.

C.2. EMISOR FINAL.

El emisor final está compuesto por un sistema mixto: por impulsión y por gravedad. La línea de impulsión se inicia en la estación de bombeo, y está compuesta por tubería de Asbesto Cemento Ø 6" con una longitud de 10.00 ml.

A partir de donde termina la línea de impulsión, se inicia el escurrimiento del desagüe por gravedad a través de tubería PVC Ø 6" que posee una longitud de 631.40 ml.

La línea de descarga final fue diseñada para desembocar en el mar en el sector La Bocana, sin embargo debido a que el emisor está destruido en una gran extensión por la acción agresiva del desagüe se viene haciendo en una laguna natural.

El término del emisor final está conformado por un dado de concreto que protege la tubería de PVC, la cual descarga el desagüe sobre una losa de concreto construida con la finalidad de no erosionar el suelo y ponga el riesgo el estado de la tubería.

Imagen N° 17: Vista del Efluente de Aguas Residuales.



Fuente: Elaboración Propia.

C.3. ESTACIÓN DE BOMBEO.

La estación de bombeo se encuentra ubicada en el cruce de las calles Prolongación Elías Aguirre y Proyección Calle Rivera del Mar, aproximadamente sobre la cota 4.11 msnm. Está construida sobre un terreno de propiedad de EPSEL de 400 m², de los cuales tan sólo está construida 38.80 m², quedando lo demás como área libre. La construcción data del año 1982, siendo su estado de conservación regular.

Imagen N° 18: Caseta de Bombeo de Aguas Residuales.



Fuente: Elaboración Propia.

C3.1 ESTRUCTURA CIVIL.

La disposición del desagüe a la cámara de bombeo está precedido por una cámara de rejillas de concreto armado, la cual posee un diámetro interno de 1.54 m con paredes que poseen un espesor de 0.17 m y 2.85 m de profundidad. En el fondo de dicha cámara, se ubican rejillas confeccionadas de Fierro Liso de $\varnothing \frac{1}{2}$ ", las cuales forman un ángulo de 45° con la horizontal. La cámara de bombeo es una estructura enterrada de forma circular de concreto armado, la cual se encuentra en estado físico regular.

Tiene una profundidad de 4.95 m, desde el nivel de piso terminado hasta el nivel de fondo de la cámara de bombeo, y un diámetro interno de 2.40 m, con paredes de 0.30 m de espesor. La cámara de bombeo tiene una tapa de forma trapezoidal de Fierro de $\frac{1}{2}$ " de espesor.

La caseta de bombeo está construida sobre un área de 38.80 m². Sus paredes están hechas de ladrillo frotachados de 0.30 m de espesor, cuenta con piso pulido, techo de concreto aligerados, puertas y ventanas de fierro. Cuenta con una puerta de ingreso metálica con plancha de 1/16" de espesor, cuyas dimensiones son: 1.00 m de ancho y 2.10 m de alto. Las puertas y ventanas de la caseta de bombeo se encuentran oxidadas debido a la falta de mantenimiento y a la acción corrosiva de las sales marinas, además de ello no posee alumbrado eléctrico en el exterior de la caseta a fin de asegurar la permanencia de los equipos y una mejor operación en caso de algunas emergencia en la Cámara de Bombeo.

La caseta de bombeo no cuenta con cerco perimétrico que defina la propiedad de EPSEL a fin de mantener el área que le corresponde limpia, exenta de desperdicios, evitar una posible ocupación por parte de pobladores y ocurrencia de actos delictivos.

C.4. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO.

El equipo de bombeo está constituido por dos bombas eléctricas del tipo vertical de eje hueco sumergible, las cuales se encuentran en buen estado. La energía eléctrica es suministrada por una Sub Estación Eléctrica de ENSA, encontrándose el punto de factibilidad de la energía eléctrica para la estación de bombeo a 20.00 m de ella, lo cual facilita este tipo de alimentación. Dicha energía llega a un transformador de energía ubicado en el interior de la caseta de bombeo a una altura de 2.70 m. Las características de los equipos de bombeo principal se detallan a continuación en la tabla siguiente.

A) DE LOS MOTORES

Tabla N° 14: Características de los Motores del Equipo de Bombeo en la Cámara de Bombeo de Desagües.

Característica	Electrobomba N° 01	Electrobomba N° 02
Motor	Eléctrico	Eléctrico
Tipo	Vertical de Eje Hueco	Vertical de Eje Hueco
N° de Serie	s/n	s/n
Velocidad	3600 rpm	3600 rpm
Fases	3	3
Tensión Nominal	220 V	220 V
Intensidad Nominal	24.4 A	24.4 A
Pot. Aparente	9.3 KVA	9.3 KVA
Pot. Activa	7.4 Kw	7.4 KW
Potencia	10 HP	10 HP
Cos(Fi)	0.8	0.8
Frecuencia	60 Hz	60 Hz

Fuente: Sub Gerencia de Mantenimiento y Servicios Operacionales – Mayo 1993.

B) DE LAS BOMBAS.

Tabla N° 15: Características de las Bombas del Equipo de Bombeo en el Pozo.

Características	Electrobomba N° 01	Electrobomba N° 02
Tipo	Impulsor Axial	Impulsor Axial
Modelo	Sumergible	Sumergible
Postura	Vertical	Vertical
Lubricación	Agua	Agua
Soporte	Vertical	Vertical
Impulsor	Cerrado	Cerrado
Caudal	8 lt/seg.	40 lt/seg.

Fuente: Sub Gerencia de Mantenimiento y Servicios Operacionales – Mayo 1993.

C) DE LOS TABLEROS.

En la caseta de bombeo se encuentra un Tablero de Distribución y un Tablero de Fuerza TGF de control y mando para dos motores de 10 HP - 220 v - 3 Fases - 60 Hz.

Imagen N° 19: Vista interior de la Caseta de Bombeo de Aguas Residuales.



Fuente: Elaboración Propia.

C.5. INSTALACIONES HIDRÁULICAS.

El ingreso del desagüe proveniente de la red de alcantarillado sanitario a la cámara de rejillas, se hace a través de una tubería de $\varnothing 12''$ de CSN con una longitud de 8.60 ml; la cual se encuentra en estado físico de deterioro.

En el ingreso a la cámara de rejillas se ubica una compuerta metálica, la cual es operada a través de una manivela de pedestal ubicada en la losa de techo de la cámara de rejillas, su función es regular el ingreso de los desagües a ella, sin embargo siempre se encuentra abierta.

La cámara de rejillas está unida a la cámara de desagües por una tubería de $\varnothing 10''$ de CSN, la cual tiene una longitud de 4.00 ml.

Los desagües ingresan a la cámara de bombeo a través de una tubería de CSN de $12''$ de diámetro, la cual se encuentra en estado físico de deterioro. Dicha tubería hace su ingreso a la cámara de bombeo a una altura de 3.07 m con respecto al nivel de piso terminado de la caseta de bombeo.

Los conductos que llevan el desagüe desde las bombas hacia el exterior de la cámara de desagüe están confeccionados de manguera flexible alambrada $\varnothing 3''$, y se conecta a los accesorios de Fierro Fundido a través de un niple de $\varnothing 3''$ con abrazadera de $\varnothing 4''$.

El árbol de descarga de cada bomba está conformado por 01 Codo 90° X Ø 4", 01 Válvula Check Ø 4", 01 Válvula de Compuerta Ø 4" y 01 Codo 45° x Ø 4"; el empalme de cada uno de ellos al ramal principal forma un ángulo de 45°. La tubería de descarga que sale de la estación de bombeo tiene un diámetro de 6", sin embargo el ramal de descarga, que se encuentra en el interior de la cámara de la estación de bombeo, está conformado por tubería de 4" y 6" de diámetro.

C.6. INTERCEPTORES

Según esta definición, en el sistema de desagüe de Puerto Eten se identifica un único interceptor denominado Malecón Olaya, y está conformado por tubería de Ø 12" de CSN con una longitud de 381.20 ml. Además cuenta con 10 buzones que cuentan con una profundidades entre 2.05 m y 3.14 m.

C.7. COLECTORES PRINCIPALES.

Los colectores principales que existen en la localidad de Puerto Eten son los denominados Elías Aguirre y Diego Ferré.

El primero de ellos está conformado por tubería de 315.60 m de tubería de 8" de CSN y 175.30 m de tubería de 10" de CSN; mientras que el segundo está conformado por 459.00 m de tubería de 8" de CSN.

El colector Elías Aguirre cuenta con 11 buzones con profundidades entre 1.94 m y 3.28 m; mientras que en el colector Diego Ferré existen 09 buzones con profundidades entre 1.03 y 2.48 m.

C.8. RED SECUNDARIA DE RECOLECCIÓN DE ALCANTARILLADO.

La red de recolección de desagüe existente en su mayoría fue construida en el año 1965, siendo su extensión actual de 5 059.90 ml. Asimismo cuenta con 76 buzones, los cuales poseen profundidades en el rango de 0.77 m a 3.90 m. La composición de la red de recolección de desagüe se muestra a continuación.

Tabla N° 16: Tubería en la Red de Recolección de Desagüe según Diámetro y Material.

D (in)	L (m)	Material
6	121.50	CSN
8	4 872.90	CSN
8	49.70	PVC
12	15.80	CSN
Total	5 059.90	

Fuente: Plano de Redes de Alcantarillado de Catastro Técnico – 2004.

Los buzones de la red de recolección están clasificados según se muestra a continuación:

Tabla N° 17: Clasificación de Buzones según Profundidad.

Profundidad (m)	Número de Buzones
0.77 – 1.19	12
1.20 – 1.49	28
1.50 – 1.99	28
2.00 – 2.49	4
2.50 – 2.99	2
3.00 – 3.49	1
3.50 – 4.00	1

Fuente: Plano de Redes de Alcantarillado de Catastro Técnico – 2004.

C.9. CONEXIONES DOMICILIARIAS DE DESAGÜE.

Las conexiones domiciliarias de desagüe al año 2003 llegaron a alcanzar un total de 603, de las cuales el 71.80% se encuentran en situación activa, encontrándose las demás con el servicio cortado. La clasificación de las conexiones domiciliarias al año 2003 se muestra a continuación:

Tabla N° 18: Clasificación de Conexiones Domiciliarias de Desagüe al año 2003.

Categorías	Activas		Cortadas		Total
	Medido	No Medido	Medido	No Medido	
Todas	8	425	1	169	603

Fuente: Oficina de Planeamiento.

C.10. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

C.10.1. HORARIO DE FUNCIONAMIENTO.

El sistema de alcantarillado sanitario de la localidad de Puerto Eten consta de una única área de drenaje que descarga todas las aguas servidas hacia una Cámara de Bombeo de Desagües, para ser desde ahí impulsada hasta la descarga final en una Laguna natural. La Cámara de Bombeo de Desagües tiene el siguiente horario de funcionamiento, tal como se muestra en la Tabla N° 25, y las dos bombas que existen en la estación son operadas alternadamente; es decir, un día funciona una y la otra al día siguiente.

Tabla N° 19: Horario de Funcionamiento de Cámara de Bombeo de Desagües

Turno	Horario
Primero	5:00 am – 11:00 am
Segundo	2.00 pm – 6.00 pm

Fuente: Administración de Puerto Eten.

Es necesario señalar que el tiempo máximo de la permanencia del desagüe en una estación de bombeo debe de ser 30 minutos, debido a que a partir de este tiempo se empieza a descomponer el desagüe y a producir condiciones anaeróbicas en la cámara húmeda que generan malos olores en la estación.

Es evidente que el volumen de la Cámara Húmeda está sobre dimensionada para las cantidades de población servida por el sistema de alcantarillado de EPSEL, sin embargo, se recomienda que debe de reducirse el tiempo espaciado entre los turnos de bombeo.

La red colectora de desagües está constituida por tramos de tuberías que poseen pendientes del orden de 0.1 m/km hasta 63.18 m/km. De acuerdo a las condiciones hidráulicas que se requiere para que un sistema de desagües funcione adecuadamente, se establece que la pendiente mínima será aquella que permita alcanzar al flujo una velocidad mínima de 0.60 m/s; además de ellos debe de considerarse que en tramos de arranque los primeros 300 m deberán contar con una pendiente mínima de 8 m/km.

Cabe señalar que el 71.8% de los tramos cuentan con pendientes por debajo de la pendiente 8 m/km debiendo de considerarse que se trata de una localidad con calles planas que no presentan pendiente marcadas; más aun habiéndose realizado una simulación del comportamiento hidráulico se encuentra que muchos de estos tramos no llegan a originar que el desagüe discurra a la velocidad mínima establecida.

Las calles con mayor número de tramos con pendientes menores a 8.00 m/km son Diego Ferre, Elías Aguirre y Malecón Olaya.

3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA, CAUSA Y EFECTOS.

3.1.1. PROBLEMA CENTRAL.

El problema central que originó el proyecto es, "Incidencia de enfermedades de origen hídrico: diarreas agudas (EDAs) y parasitarias en la población del Distrito de Puerto Eten, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque".

Las enfermedades diarreas y parasitarias incluyen una serie de males relacionados con el agua insalubre, los malos hábitos de higiene y la falta de suministro de agua.

3.1.2. ANÁLISIS DE CAUSAS DEL PROBLEMA.

Las causas directas del problema son:

- a. Consumo de agua de mala calidad.
- b. Inadecuada disposición de excretas y aguas residuales.
- c. Inadecuados hábitos y prácticas de higiene.
- d. Carencia de una gestión de los servicios.

Las causas indirectas del problema son:

- a. Inadecuada infraestructura del sistema de agua.

- b. Inadecuada infraestructura de disposición sanitaria de excretas y aguas residuales.
- c. Bajos niveles de educación sanitaria.
- d. Carencia de un plan de capacitación de operación y mantenimiento de los servicios.

3.1.3. ANÁLISIS DE EFECTOS.

Los efectos directos que generan el problema son:

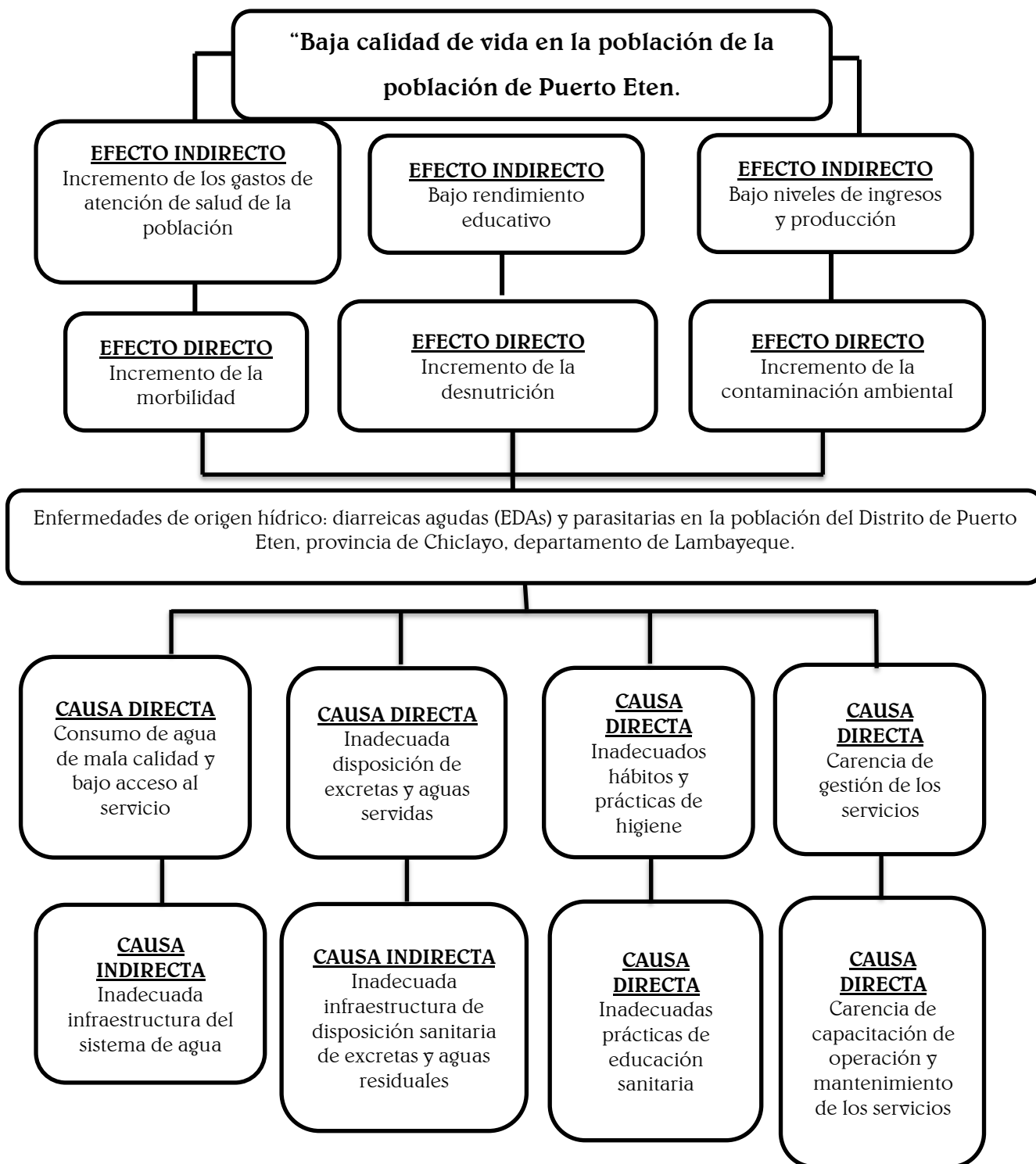
- a. Incremento de la morbilidad.
- b. Incremento de la desnutrición.
- c. Incremento de la contaminación ambiental.

Los efectos indirectos que generan el problema son:

- a. Incremento de los gastos de atención en salud de la población.
- b. Bajo rendimiento educativo.
- c. Bajos niveles de ingreso y producción.

Posteriormente con todos estos efectos identificados se puede plantear el efecto final, el cual asocia todos los efectos indirectos, que en este caso es: “Baja calidad de vida en la población de la población de Puerto Eten.

ÁRBOL DE CAUSAS-EFECTOS



3.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.2.1. EL OBJETIVO GENERAL

Disminuir las enfermedades de origen hídrico: diarreicas agudas (EDAs) y parasitarias en la población del Distrito de Puerto Eten, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque”.

3.2.2. ANÁLISIS DE MEDIOS.

A) MEDIOS DE PRIMER NIVEL.

- ✓ Consumo de agua de buena calidad y buena cobertura del servicio.
- ✓ Adecuada disposición de excretas y aguas residuales.
- ✓ Adecuados hábitos y prácticas de higiene.
- ✓ Existencia de una gestión de los servicios.

B) MEDIOS FUNDAMENTALES.

- ✓ Adecuada infraestructura del sistema de agua.
- ✓ Adecuada infraestructura de disposición sanitaria de excretas y aguas residuales.
- ✓ Mejores niveles de educación sanitaria.

3.2.3. ANÁLISIS DE FINES.

A) FINES DIRECTOS.

- ✓ Disminución de la morbilidad.
- ✓ Disminución de la contaminación ambiental

B) FINES INDIRECTOS.

- ✓ Reducción de los gastos de atención en salud de la población.
- ✓ Mejores rendimientos educativos.
- ✓ Mejores niveles de producción e ingresos.

3.2.4. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN AL PROBLEMA.

Del árbol medio y fines podemos clasificar 3 medios fundamentales.



3.2.5. SISTEMA DE AGUA POTABLE.

ALTERNATIVA 1.

- Captación de agua Subterránea con pozo existente propiedad de Ciudad Eten cumple con las condiciones de calidad y cantidad.
- Rediseñar el reservorio aumentando su capacidad de almacenamiento y regulación.
- Mejorar y ampliar las redes y conexiones domiciliarias de agua potable.

ALTERNATIVA 2.

- Captación de agua Subterránea con pozo existente propiedad de terceros que cumple con las condiciones de calidad y cantidad.
- Construcción de un nuevo reservorio de almacenamiento y regulación.
- Mejorar y ampliar las redes y conexiones domiciliarias de agua potable.

3.2.6. SISTEMA DE ALCANTARILLADO

ALTERNATIVA 1.

- Rediseñar la red de alcantarillado y conexiones domiciliarias.
- Construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (Laguna Facultativa).

IV. CATASTRO URBANO.

4.1.1 INTRODUCCIÓN.

El objetivo básico de un catastro urbano, es crear un ambiente en el cual el proceso de la vida, pueden ser llevados a cabo en la forma económica y social más rescatables, utilizando los recursos naturales y los medios disponibles.

4.1.2 CATASTRO.

La orientación del desarrollo de los espacios urbanos y la orientación del desarrollo físico del centro poblado se ejecuta básicamente sobre el levantamiento altimétrico y planimétrico lo que constituye los objetivos del planeamiento urbano.

En el distrito de Puerto Eten, existe la Dirección de Infraestructura y Desarrollo Urbano (DIDUR), a quienes se les solicitó los estudios realizados sobre catastro urbano, verificando la existencia del plano de Localización y plano de Lotización.

Analizando las condiciones básicas de habitabilidad, indicaremos que cuenta con una estructura urbana definida y áreas en su mayoría consolidadas.

Como en toda zona urbana, esta ha sido distribuida para los diferentes fines como vivienda, comercio, educación, salud, circulación servicios comunales y áreas de recreación, destinados a parques, jardines, etc.

4.1.3 ÁREA OCUPADA.

- Área de Vivienda: Superficie destinada a fines de viviendas actuales.

El distrito de Puerto Eten se desarrolla en un área de 75 Ha. Distribuida en zonas de vivienda, educación, deporte, servicios públicos, recreación y circulación. El área actual es de 76 ha.

4.1.4 ÁREA DE EXPANSIÓN.

- Área de Vivienda: Superficie destinada a fines de viviendas actuales.

V. TOPOGRAFÍA.

5.1.1 INTRODUCCIÓN.

La topografía es la ciencia y arte que con el auxilio de las matemáticas nos ayuda a representar gráficamente (mediante un dibujo), un terreno o lugar determinado, con todos sus accidentes y particularidades naturales o artificiales de su superficie. En las proyecciones topográficas se distinguen dos partes: Planimetría y Altimetría.

PLANIMETRÍA.

Es la proyección de cada punto interesante del terreno sobre un plano horizontal, tomado como referencia.

ALTIMETRÍA.

Es la determinación de las cotas de los diferentes puntos del terreno, con respecto al plano horizontal de comparación, el cual, aunque puede ser tomado una altura arbitraria, en general se relaciona con el plano horizontal teórico formado por el nivel del mar.

TAQUIMETRÍA.

Es la parte de la topografía que se ocupa de los procedimientos existentes, para confeccionar o levantar un plano por medio de diversos instrumentos, denominadas en general teodolitos, taquímetros, Estación Total, etc., todos ellos se basan en la medición de distancias, alturas y ángulos de los distintos puntos del terreno.

Se denomina “levantamiento topográfico”, al conjunto de operaciones realizadas sobre el terreno, con los instrumentos adecuados, que posteriormente nos permitirá la confección del Plano de ese lugar o zona. Estas operaciones tienen como finalidad la determinación de datos numéricos suficientes para confeccionar el plano. Como es preciso realizarlas sobre el propio terreno, se las denomina como “trabajo de campo”.

Se denomina “trabajo de gabinete”, al conjunto de operaciones realizadas con los datos obtenidos en el levantamiento topográfico, que nos permitan confeccionar un dibujo a escala o plano del lugar que se considera.

IMPORTANCIA.

La topografía sirve como eje principal en la mayoría de los trabajos de ingeniería, pues la elaboración y ejecución de un proyecto se hace una vez se tengan los datos topográficos que representan fielmente todos los accidentes del terreno sobre el cual se va a construir o desarrollar la obra.

5.1.2 RECONOCIMIENTO DEL LUGAR.

Es el primer paso para dar inicio a un proyecto es el reconocimiento previo de la zona, generalmente para distinguir el tipo de trabajo a ejecutar y el avance que pudiera existir, es decir ubicar o verificar y, por qué no, definir la parcelación y/o manzaneo, así como el uso que tendrá en el futuro; se hace una inspección y se recolecta toda información que sea necesaria para hacer un estudio topográfico de altimetría.

5.1.3 INSTRUMENTOS UTILIZADOS.

Para el levantamiento topográfico se utilizaron los equipos del laboratorio de Topografía de la Escuela de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Los equipos que se utilizaron en campo se detallan a continuación:

Tabla N° 20: Instrumentos Topográficos.

INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS			
Cantidad	Descripción	Marca	Serie
1	Estación Total	Topcon	GTS - 236w
1	Wincha (50 m)	Kahasa	GT - 101
1	Trípode	Topcon	GT - 152
1	GPS Navegador	Garmin	GTO - 235
1	Brújula	Bruton	---
3	Prisma	Topcon	52036
3	Porta Prisma	Topcon	52036

Fuente: Propia.

Tabla N° 21: Herramientas.

HERRAMIENTAS		
Cantidad	Descripción	Longitud
1	Comba	---
10	Estacas (Fierro)	0.30 m
20	Estacas (Madera)	0.30 m

Fuente: Propia.

En el Trabajo de Gabinete, se utilizaron programas y/o softwares para realizar informes, cálculos matemáticos y modelamientos digitales del terreno para la elaboración de los respectivos planos Topográficos, tales como:

- Microsoft Word.
- Microsoft Excel.
- AutoCAD 2D
- AutoCAD Civil 3D
- Google Earth

PLANIMETRÍA: MÉTODO DE POLIGONALES.

Para realizar el levantamiento topográfico del distrito de Puerto Eten, se tuvo en cuenta la complejidad, el tamaño, la ubicación y el costo del proyecto.

Se creó una poligonal abierta que sirvió de base para todo el estudio y ejecución del proyecto, teniendo como referencia inicial y final, la zona donde se proyectará la PTAR y la fuente de captación, respectivamente.

COORDENADAS ABSOLUTAS.

Todos sistemas de coordenadas se componen de un origen, un punto que se considera la referencia y un algoritmo de cálculo de las coordenadas de un punto respecto a ese origen; así, cualquier punto queda determinado por sus coordenadas respecto a la referencia.

ALTIMETRÍA.

La configuración del terreno se obtendrá de un levantamiento altimétrico, donde se indicará el relieve del terreno y será interpretado en el plano mediante curvas de nivel.

Para la determinación del nivel de un punto es necesario empezar con algún otro punto de nivel conocido llamado comúnmente B.M. (Bench Mark), lo óptimo es que un B.M. se ubique en una zona de suelo firme, sobre una estructura o muro, en todos los casos de regular importancia de modo que garantice su no demolición en, por lo menos, cinco años.

El distrito de Puerto Eten actualmente cuenta con dos Bench Mark, sin embargo, no se pudieron obtener sus respectivos valores, con lo cual tuvimos que referenciarlos a un B.M. creado por nosotros mismos, en el cual utilizamos una medición de coordenadas por medio del GPS, este punto de referencia fue una estaca monumentada al inicio de la ejecución del proyecto.

FUENTES DE ERRORES EN LAS MEDICIONES GPS

A pesar de los esfuerzos de los creadores del sistema GPS para hacerlo muy preciso, hay errores que no pueden ser totalmente eliminados. El GPS diferencial ofrece una forma de corregir estos, aunque pequeños, molestos errores.

- **Errores del receptor (GPS Profesional):** Los receptores tampoco son perfectos y pueden introducir errores. La precisión del GPS está en función del precio. Para precisiones al centímetro se requieren equipos satelitales que superen los s/. 15 000.00.
- **Disposición de los satélites (Satélite en posición cenital):** La geometría de los satélites también va a influir en la precisión de las medidas y una misma disposición puede ser buena para unas medidas y malas para otras.

De forma general la posición más desfavorable para observar un satélite es cuando está cercano al horizonte por el efecto de la refracción atmosférica. Los GPS suelen incorporar una máscara que elimina los satélites que tienen una elevación sobre el horizonte menor de 10° .

5.1.4 MÉTODO DE NIVELACIÓN.

ELEMENTOS IMPORTANTES DE UNA NIVELACIÓN GEOMÉTRICA

- **Puntos de nivel primario (Banco de nivel).** Son los correspondientes a los puntos de control; estos deben estar monumentados.
- **Puntos de nivel secundario (Puntos de cambio).** Son aquellos puntos que sirven de apoyo para poder enlazar dos puntos de control; sobre dicho punto de cambio se coloca la mira para efectuar las lecturas correspondientes. Se recomienda que los puntos secundarios sean pintados si se trata de pavimentos o estacados provisionalmente en los jardines o tierra si fuese el caso; generalmente estos puntos deben desaparecer al concluir el trabajo de gabinete.
- **Vista atrás (+).** Es la lectura de la mira correspondiente al punto de cota conocida.
- **Vista adelante (-).** Es la lectura de la mira correspondiente al punto de cota no conocida.
- **Nivel instrumental.** Es el nivel correspondiente al eje de colimación del instrumento.

5.1.5 NIVELACIÓN COMPUESTA.

Es una sucesión de niveles simple relacionados entre sí, se utiliza cuando se requiere la diferencia de nivel entre dos puntos muy distanciados o cuando la visibilidad desde una estación no lo permite.

- **Precisión de una nivelación compuesta.**

La precisión en una nivelación compuesta, está en relación directa al objeto que se persigue; así pues, si se requiere realizar un levantamiento preliminar, no justificaría usar un equipo de alta precisión por cuanto ello llevaría consigo una mayor inversión económica. No obstante, cualquiera que sea el caso, es necesario tomar ciertas precauciones cotidianas como:

- Revisar y ajustar el instrumento antes de ser usado.
- No apoyarse en el trípode y/o nivel.
- No instalar el equipo en zonas de posible vibración (como en las calzadas vehiculares).

- Tratar de nivelar en clima templados, dado que una alta o baja temperatura dilata o contrae respectivamente la mira además de afectar al equipo.
- Evitar trabajar en época de viento y/o lluvias.

5.1.6 CURVAS DE NIVEL.

La curva de nivel es una línea cerrada que une puntos de igual elevación. Las curvas de nivel representan la intersección de planos horizontales de diferentes elevaciones o cotas con el relieve de la superficie terrestre.

Cabe mencionar que las curvas de nivel se han realizado a cada 1.00 m tal como se detalla en el respectivo plano topográfico.

INSTRUMENTOS UTILIZADOS.

Para el levantamiento de las curvas de nivel utilizamos lo siguiente:

Tabla N° 22: Instrumentos Utilizados para Levantamiento Topográfico.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MARCA	SERIE
1	Estación total	Topcon	GTS - 220
1	Trípode	Topcon	-
3	Prisma	Topcon	-
3	Jalon porta prisma	Topcon	-
1	Nivel de Ingeniero	Topcon	AT - B4
1	Mira de aluminio	Topcon	-
1	Wincha metálica (30 m)	Topcon	-
5	Estacas de fierro	-	-
1	Comba	-	-

Con el uso correcto de los instrumentos antes mencionados y con el respectivo trabajo de gabinete podemos procesar la información necesaria para obtener los planos de curvas de nivel.

5.1.7 PERFILES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.

Es el resultado de las operaciones de nivelación, cuyos puntos distribuidos linealmente a una equidistancia y graficados a una escala conveniente, representan las variaciones de la superficie en el alineamiento trazado, es por eso su utilidad para el diseño de las redes de agua y alcantarillado.

PERFIL LONGITUDINAL.

El perfil longitudinal es la sección longitudinal del eje de la vía, cuyo fin es mostrar los desniveles del terreno, este perfil se hará con la finalidad de poder observar de la mejor manera la red de colectores, sus pendientes y sus llegadas, de la misma manera la altura de los buzones.

PERFIL TRANSVERSAL.

Este perfil nos ayudará a observar el ancho de calle. Determinadas las cotas de los vértices de la poligonal cerrada, se procedió a compensarlas proporcionalmente, obteniéndose las cotas corregidas. Después de hacer la compensación respectiva del polígono nivelado, se comenzó a nivelar cada una de las calles y las demás zonas adyacentes.

5.1.8 CONCLUSIONES.

- ✓ Con el procesamiento de datos realizados en gabinete se procedió a la elaboración de los respectivos planos, tanto planimétricos como altimétricos, del distrito de Puerto Eten.
- ✓ Para realizar un buen levantamiento topográfico se debe planificar los métodos, equipos y personal que van a participar en la realización del proyecto.
- ✓ Para todo estudio topográfico, se debe de realizar un reconocimiento previo del terreno para distinguir el tipo de trabajo a ejecutar y las posibles dificultades que se presentarán en la realización de los trabajos.
- ✓ Para realizar los Estudios Topográficos de Abastecimiento de Agua Potable y Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado, debemos contar con una poligonal base ajustada.
- ✓ Los B.M.s. deben ser colocados en lugares donde no sean removidos o dañados por personas que estén ajenas al proyecto.
- ✓ La información detallada que se coleccionen con los equipos de medición serán procesados y analizados a través de Programas, Software y de forma analítica para su presentación final (presentación de planos).

VI. ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS.

6.1.1 INTRODUCCIÓN.

El suelo es el material de construcción más abundante del mundo y en muchas zonas constituye, de hecho, el único material disponible localmente. El estudio del sitio donde se proyecta levantar una estructura, así como la obtención de muestras de suelos, es de gran importancia y debería hacerse bajo la dirección y constante supervisión de ingenieros especialistas en suelos.

El estudio debe incluir los principales accidentes naturales del terreno como quebradas, riachuelos, zonas anegadizas y vegetación existente, datos que son muy valiosos para poder proyectar sistemas de drenaje, prevenir y evitar deslizamientos que pudieran presentarse posteriormente y otros tipos de inconvenientes.

Una vez conocidos los perfiles topográficos de la zona donde se construirá una ciudad, carretera, etc. es conveniente conocer los perfiles del subsuelo, es decir, conocer los diferentes tipos de materiales que forman el subsuelo a diferentes profundidades. Un perfil del suelo nos proporciona información valiosa de la clase de suelos y rocas existentes y nos indicará la profundidad a que se encuentran las aguas subterráneas.

Los ensayos de laboratorio generalmente nos proveen de una fuente importante de información acerca del comportamiento de los suelos y nos sirven para determinar las propiedades índices de los suelos, sus características físicas y de clasificación, además de los factores mecánicos que regulan su resistencia al cortante y su deformación.

Los estudios de Mecánica de Suelos para nuestro proyecto nos permitirán determinar las características del suelo donde descansara las tuberías de agua potable, alcantarillado y estructuras complementarias.

Todos los ensayos necesarios para la investigación de las propiedades del suelo se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil, de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, de acuerdo a las especificaciones del American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), del American Society for Testing and Materials (ASTM) y la Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones. Para el estudio correspondiente se ha tenido en cuenta lo que nos indica el Reglamento Nacional de Edificaciones en su Título III, Capítulo II, E.050.

6.1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

El propósito del Estudio de Suelos del terreno que va a soportar las estructuras, es determinar aquellos datos básicos, necesarios para realizar un adecuado proyecto de la obra.

De acuerdo con esto, el reconocimiento del terreno nos va a suministrar los siguientes datos:

- Localización del nivel freático.
- Estratificación, inclinación y espesor de las diferentes capas.
- Determinación de los parámetros y propiedades físicas y mecánicas de aquellos suelos que puedan condicionar el diseño de la cimentación y que por otra parte, permitan estimar la capacidad de carga de los terrenos que van a soportar las estructuras, así como predecir los asentamientos que van a producirse.
- Determinación de algunos parámetros y propiedades químicas tanto de las aguas como de los suelos para evaluar su agresividad al Concreto Armado proporcionando una recomendación del tipo de cemento que es necesario utilizar.

6.1.3 UBICACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO.

La tesis que lleva como nombre “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de agua Potable y Alcantarillado del Distrito de Puerto Eten, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque” se encuentra ubicado en el distrito de Puerto Eten, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO.

Para llegar a la Zona de Estudio desde Lima (Lima – Puerto Eten):

Esta ruta demora por lo general entre 21 y 23 horas (sin considerar la escala en Chiclayo), la ruta se encuentra asfaltada. El recorrido se puede hacer en 2 tramos, el primero de Lima a Chiclayo (11 a 12 horas) y el segundo de Chiclayo a Puerto Eten (20 a 30 minutos).

En el primer tramo de Lima a Chiclayo el transporte se realiza en ómnibus, estos parten y retornan de Lima a Chiclayo diariamente en las mañanas a las 8 am y en las noches entre las 7 pm y 9 pm. Este tramo de Lima a Chiclayo también se puede hacer directamente por vía aérea (50 min).

En el segundo tramo de Chiclayo a la ciudad de Puerto Eten el transporte se realiza en transporte público, estos parten y retornan de Chiclayo a Puerto Eten diariamente todo en día.

6.1.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS Y ALTITUD DE LA ZONA.

En condiciones normales, las escasas precipitaciones condicionan el carácter semidesértico y desértico de la angosta franja costera, por ello el clima de la zona se puede clasificar como DESÉRTICO SUBTROPICAL ÁRIDO, influenciado directamente por la corriente fría marina de Humboldt, que actúa como elemento regulador de los fenómenos meteorológicos.

La temperatura en verano fluctúa según datos de la Estación Reque entre 25.59 °C (Dic) y 28.27° C (Feb), siendo la temperatura máxima anual de 28.27 °C, mientras que la temperatura mínima anual es de 15.37°C, en el mes de Septiembre y con una temperatura media anual de 21°C.

6.1.5 EXPLORACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS.

6.1.6 EXPLORACIÓN.

Está referido a investigaciones realizadas in situ, a fin de obtener la información más exacta posible de las características físicas y mecánicas del suelo, las mismas que se llevaron a cabo mediante un programa de exploración directa en el terreno, para lo cual se han obtenido muestras de suelo, para someterlas a ensayos de laboratorio. Cabe mencionar que se ha utilizado la exploración directa (calicatas a cielo abierto) para la exploración y muestreo del suelo.

6.1.7 MUESTREO DE SUELOS.

Consiste en obtener una porción del material de suelo para su investigación, debiendo ser lo más representativa y adecuada para la investigación de los ensayos y pruebas de laboratorio que se van a ejecutar.

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de cada una de las calicatas, anotándose las principales características encontradas tales como: número de calicata, color, profundidad, tipo de suelo, entre otras.

Para el presente estudio de suelos, se han obtenido dos tipos de muestras existentes, para la ejecución de los ensayos realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, siendo las siguientes:

A) MUESTRAS ALTERADAS.

Son aquellas en las que no se conservan las condiciones naturales o la estructura misma del suelo. En el presente estudio se ha desarrollado 16 calicatas de las cuales se obtuvo muestras alteradas de las cuales fueron llevados a laboratorio de la universidad Santo Toribio de Mogrovejo, las mismas que han servido para determinar las propiedades físicas del suelo, así como su respectiva clasificación y definición de su estratigrafía.

B) MUESTRAS INALTERADAS.

Son aquellas que cuando son extraídas se les trata de conservar sus características naturales; con esta muestra se determina las propiedades mecánicas del suelo.

6.1.8 OBTENCIÓN DE MUESTRAS INALTERADAS.

Para obtener una muestra inalterada, lo más simple es cortar un trozo de suelo del tamaño deseado (generalmente de 30 x 30 x 30 cm) cubriéndolo con parafina para

evitar la pérdida de humedad y empacándolo debidamente para su envío al laboratorio.

Otra de las formas para la obtención de muestras inalteradas, es introduciendo un pedazo de tubo de PVC de 4" de diámetro y de 30 cm. de longitud (en nuestro estudio, se ha usado ésta forma de obtención). Para la obtención de una muestra inalterada, con tubo PVC de 4 pulg. de diámetro del fondo de una calicata se realizó lo siguiente:

1. Se limpió y alisó la superficie del terreno donde se desea sacar la muestra.
2. Se empezó por introducir el tubo ejerciendo presión en la parte superior y se va excavando alrededor de éste, conforme se va introduciendo la muestra dentro de la tubería.
3. Se profundiza la excavación, una vez empapada la muestra dentro de la tubería se corta con un cuchillo el fondo al ras de la parte inferior de la tubería y se retira lentamente hacia un lugar seguro.
4. La cara de la muestra extraída que corresponde al nivel de cimentación se marca con una señal para que se conozca la posición que ocupaba en el lugar de origen, luego se enrasa la parte superior e inferior del tubo, para enseguida, aplicarle 2 capas de parafina diluida, evitando así la pérdida de humedad.

6.1.9 SELECCIÓN, NÚMERO Y UBICACIÓN DE SONDAJES.

En la zona del proyecto se han realizado 15 calicatas, habiéndose obtenido un total de 45 muestras.

Tabla N° 23: Características de las Calicatas.

N° CALICATAS	PROFUNDIDAD A CIELO ABIERTO (m)
C - 01	1.50
C - 02	1.50
C - 03	1.50
C - 04	1.50
C - 05	1.50
C - 06	1.50
C - 07	1.50
C - 08	1.50
C - 09	1.50
C - 10	1.50
C - 11	1.50
C - 12	1.50
C - 13	1.50
C - 14	1.50
C - 15	1.50

Fuente: Propia.

6.1.10 SELECCIÓN DE LOS TIPOS DE SONDAJES.

La elección del tipo de sondaje se hará según la Norma Técnica NTP 339.162 (ASTM D 420) guía normalizada para caracterización de campo confines de diseño de ingeniería y construcción que lo establece el RNE en la E-050 en las técnicas de investigación de campo aplicables al uso de los Estudios de Mecánica de Suelos por medio de perforaciones, pozos o calicatas, en los cuales sea posible su ejecución.

Los sondajes se realizaron mediante el sistema de perforaciones o pozos de sondaje, con dimensiones de aproximadamente 1.50 m de largo por 1.00 m de ancho y 1.50 m de profundidad.

6.1.11 NÚMERO Y UBICACIÓN DE CALICATAS.

Los criterios para la determinación del número de puntos exploratorios y su distribución de estos en el terreno no están definidos para obras de Agua Potable y Alcantarillado en el R.N.E. por ello se deja a criterio del proyectista el determinar el número y ubicación de calicatas.

Para la ubicación de los sondeos con una distribución adecuada, se ha tenido en cuenta las características y dimensiones del terreno, características del subsuelo, así como la ubicación de las estructuras previstas. Para las perforaciones se tendrá en cuenta el diseño previo de la ampliación de la red de Agua Potable y Alcantarillado. Los sondeos se pueden visualizar en el plano respectivo de Calicatas.

6.1.12 ESTUDIOS DE LABORATORIO.

Se deben realizar los ensayos necesarios sobre las muestras obtenidas de la exploración, que sean los adecuados para caracterizar las propiedades del subsuelo.

Los ensayos para determinar dichas características se muestran a continuación, en resumen, dividiendo estos ensayos en dos tipos: Ensayos para Propiedades Físicas y ensayos para Propiedades Mecánicas.

Tabla N° 24: Ensayos de Realizados.

ENSAYO DE LABORATORIO	NORMA
Contenido de Humedad	N.T.P. 339.127
Límite Líquido, Limite Plástico y Limite de Contracción	N.T.P. 339.129 / ASTM D - 4318
Análisis Granulométrico por tamizado	N.T.P. 339.128 / ASTM D - 422
Contenido de Sales	N.T.P. 339.152 / USBR E - 8
Corte Directo	ASTM D 3080

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

6.1.13 PROPIEDADES FÍSICAS.

CONTENIDO DE HUMEDAD - NORMA APLICABLE: N.T.P. 339.127.

El contenido de humedad o la cantidad de agua de una muestra de suelo, es la relación entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra secada en estufa (110° °C), expresado en porcentaje con la siguiente expresión:

$$W\% = \left(\frac{W_H - W_S}{W_S} \right) \times 100$$

Dónde:

W % : Contenido de Humedad, expresado en porcentaje.

WH : Peso de la muestra Húmeda.

WS : Peso de la muestra Seca.

Con este ensayo se determina el porcentaje de Humedad Natural del Suelo, esta propiedad adquiere mayor importancia en los suelos finos, ya que un aumento de agua reduce drásticamente la resistencia a la compresión.

Los resultados obtenidos en este ensayo están sujetos a rangos de variación constante, ya que se ven influenciados por los cambios en las condiciones atmosféricas, y la napa freática en relación con el tiempo en el que se produjo el estudio.

LÍMITES DE CONSISTENCIA - NORMA APLICABLE: N.T.P. 339.129 ASTM D – 4318.

Los límites de Consistencia o de Atterberg dan información sobre el estado de consistencia o coherencia de las partículas de un suelo. El parámetro que regula el estado de coherencia de un suelo es el contenido de humedad y a medida que ésta disminuye el suelo puede pasar por los estados líquido, plástico, semisólido y sólido, estableciéndose entre ellos los límites líquidos, plástico y de contracción.

En la mecánica de suelos la plasticidad se puede definir como la propiedad de un material por la cual es capaz de soportar deformaciones rápidas, sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable y sin desmoronarse o agrietarse. Atterberg determinó que la plasticidad de las arcillas es una propiedad circunstancial, que depende directamente de la cantidad de agua presente en el suelo.

Es decir, un mismo suelo puede pasar de un estado sólido con plasticidad nula, hasta un estado líquido donde el suelo se encuentre en forma de suspensión. El comportamiento plástico del suelo se da entre estos dos extremos. Atterberg determinó los siguientes estados de consistencia de un suelo acuerdo al contenido decreciente de agua.

1.- **Estado Líquido.** - Tiene las propiedades y apariencia de una suspensión.

2.- **Estado semilíquido.** - Tiene las propiedades de un fluido viscoso.

3.- Estado plástico. - El suelo se comporta plásticamente.

4.- Estado semisólido. - Tiene apariencia sólida pero presenta disminuciones de temperatura durante el secado.

5.- Estado sólido. - El volumen del suelo ya no varía durante el secado.

La determinación de las fronteras entre estos estados se hace de forma convencional mediante lo que Atterberg llamo límites de consistencia.

Para nuestro estudio solo nos interesa el límite líquido, que es el límite entre los estados semilíquido, y plástico, y el límite plástico que es la frontera entre los estados plástico y semisólido. A estos dos límites se le conoce como los límites de plasticidad, y existe la siguiente relación entre ellos.

$$I_p = LL - LP$$

Dónde:

I_p : es el Índice plástico.

LL : es el límite líquido.

LP : el límite plástico.

LIMITE LÍQUIDO.

La determinación del límite líquido se hace mediante la copa de Casagrande, para la cual necesitaremos material cribado en la malla N° 40. Esta prueba consiste básicamente en depositar el material y ranurarlo, una vez ranurado se golpea la cápsula, dejándola caer desde una altura de 1cm, hasta que la ranura en el suelo se cierre en una longitud de 1.27cm. Una vez que el material se haya cerrado se determinara el contenido de humedad de la muestra.

Esta prueba se realiza tres veces, con diferentes humedades, de tal forma que obtengamos valores entre los 6 y los 35 golpes. El objeto de estas pruebas es el de determinar mediante una gráfica el número de golpes, contra contenido de agua (W%), en la gráfica se ajustan los puntos obtenidos a una recta. A partir de esta recta, se busca la ordenada correspondiente a 25 golpes. Ya en la gráfica, para la determinación del límite líquido del suelo se tomará el contenido de humedad correspondiente a 25 golpes.

El límite líquido es una medida de la resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad. Así un suelo cuyo contenido de humedad sea aproximadamente igual o mayor a su límite líquido, tendrá una resistencia al corte prácticamente nulo. Otra observación importante es que, el límite líquido aumenta a medida que el tamaño de los granos o partículas presentes en la muestra disminuyen.

LIMITE PLÁSTICO.

Consiste en el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar y destruir su estructura. El Límite

Plástico es el contenido de humedad que tiene el suelo al momento de pasar del estado plástico al semi sólido.

Las diferencias de las cantidades de agua entre el límite líquido y el límite plástico, o sea cuando el suelo permanece en estado plástico se le conoce con el nombre de Índice Plástico ($IP = LL-LP$).

Para la determinación del límite plástico se hace formando rollitos de 3mm de espesor hechos de una pasta de suelo, estos se hacen una y otra vez hasta que este, al alcanzar los 3mm, se desmorone. En ese momento se dice que llegó a su límite plástico. A continuación se muestran diversos cuadros que están vinculados al índice plástico.

Tabla N° 25: Tipo de Suelo según el Índice de Plasticidad

INDICE PLÁSTICO	TIPO DE SUELO
$IP=0$	Suelo no plástico (NP); arena.
$IP \leq 7$	Suelo de baja plasticidad.
$7 < IP < 17$	Suelo medianamente plástico.
$IP > 17$	Suelo altamente plástico.

Fuente: Libro Mecánica de Suelos, William Rodríguez Serquem.

Tabla N° 26: Esponjamiento según el Índice de Plasticidad

INDICE PLÁST.	ESPONJAMIENTO
0-15	Bajo
oct-35	Medio
20-55	Alto
55 ó mayor	Muy alto

Fuente: Libro Mecánica de Suelos, William Rodríguez Serquem

Tabla N° 27: Cohesividad según el Índice de Plasticidad según Terzaghi

IP	PLASTICIDAD	TIPO DE SUELO	COHESIVIDAD
0	No Plástico	Arena	No cohesivo
<7	Baja Plasticidad	Limos	Parcialmente cohesivo
7-17	Plasticidad Media	Arcilla Limosa o Limo arcilloso	Cohesivo
>17	Altamente Plástico	Arcillas	Cohesivo

Fuente: Libro Mecánica de Suelos, William Rodríguez Serquem

Tabla N° 28: Suelos Susceptibles a Cambios de Volumen Según Holtz y Gibs

POSIBILIDAD DE CAMBIO DE VOLUMEN CON CAMBIOS DE HUMEDAD	I.P. REGIÓN ÁRIDA	I.P. REGIÓN HÚMEDA	LÍMITE DE CONTRACCIÓN
Poca	0-15	0-30	12 a más
Poca a moderada	15-30	30-50	10-dic
Moderada a Severa	30 a más	50 a más	Menor a 10

Fuente: Libro Mecánica de Suelos, William Rodríguez Serquem

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - NORMA APLICABLE: N.T.P. 339.128 ASTM D – 422.

Es el ensayo más antiguo que se practica para la identificación de suelos, en él se determina el porcentaje de las partículas de los distintos tamaños que el suelo contiene. Obviamente, para obtener un resultado significativo, la muestra debe ser representativa.

Físicamente no es posible determinar el tamaño real de cada partícula independiente del suelo por lo que el ensayo solamente agrupa los materiales por rango de tamaño. Los tamaños de las partículas nos determinan el tipo de suelo con que estamos tratando: si es suelo grueso o fino.

El método más directo para separar un suelo en fracciones de distinto tamaño es a través de un juego de tamices. Pero como la abertura de la malla más fina que se fabrica es de 0.07 mm. (malla N°200), el uso de tamices está restringido al análisis de arenas limpias, de modo que, si un suelo contiene partículas menores de dicho tamaño, previamente debe ser separado en dos partes por lavado sobre aquel tamiz.

Para suelos finos, el análisis es por un proceso de sedimentación (análisis granulométrico por vía húmeda), pero los resultados de este método tan refinado son de interés solo en relación con investigaciones de carácter científico. La forma de medir el tamaño de las partículas del suelo grueso es mediante el cribado, consiste en pasar el material a través de una sucesión de mallas de aberturas distintas, y pesar el material retenido en cada malla, expresándolo en forma de porcentaje respecto al peso total de la muestra.

Nosotros realizamos un análisis granulométrico simplificado, al cual nos permite eliminar una serie de mallas, cuyo tamaño es apreciablemente mayor al tamaño máximo del suelo. De esta forma utilizamos las mallas #4, #10, #20, #40, #80, #100, y #200.

El procedimiento de cribado es aplicable solamente a las partículas gruesas del suelo, es decir a las mayores a 0.075mm, representada por la malla número 200. Debido a esta condición, primeramente, separamos las partículas gruesas de las finas a través de un lavado, el cual consiste en mezclar el suelo con agua,

permitiendo que las partículas finas queden suspendidas en el líquido y se filtren a través de la malla N° 200.

PORCENTAJE DE SALES - NORMA APLICABLE: NTP 339.152 / USBR E – 8.

Este ensayo se realiza con la finalidad de determinar la cantidad de sales solubles que se encuentran en el suelo. Este ensayo relaciona el peso de la sal, respecto al agua expresada en porcentaje y permite determinar la cantidad de sales solubles que se encuentran en el suelo de nuestra zona.

Para nuestro caso, lo hemos considerado necesario, ya que es de especial interés para precisar la cantidad de sales y sulfatos ya que al estar en contacto con los colectores y si se tuviera en alto porcentaje cómo se comportará ante este ataque. El US. Department of Agriculture, clasifica los suelos en clases:

Tabla N° 29: Clases de Suelos según su porcentaje de Sal

CLASE	% DE SAL
Clase 0: Libre	0.00 a 0.15
Clase 1: Ligeramente Afectada	0.15 a 0.35
Clase 2: Moderadamente Afectada	0.35 a 0.65
Clase 3: Fuertemente Afectada	Mayor a 0.65

Fuente: US. Department of Agriculture

6.1.14 PROPIEDADES MECÁNICAS.

CORTE DIRECTO - NORMA APLICABLE: ASTM D 3080.

Una masa de suelo siempre rompe por una combinación de tensiones normales y tangenciales que actúa sobre una superficie de rotura. Cuando estas tensiones son mayores que la resistencia al corte se produce la falla. Por ello, la evaluación de la resistencia al corte del suelo es necesaria en la mayoría de los problemas que se plantean en Mecánica de Suelos tales como:

- Determinación de los taludes adecuados para presas o excavaciones.
- Cálculo de la capacidad de carga que un suelo puede soportar, necesaria en el análisis de cimentaciones.
- Obtención de los empujes que produce un terreno sobre diversas estructuras.

Uno de los puntos fundamentales de la mecánica de suelos es la determinación de la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos. Es imprescindible contar con este concepto al tratar de aplicar la mecánica de suelos al análisis de estabilidad de obras civiles.

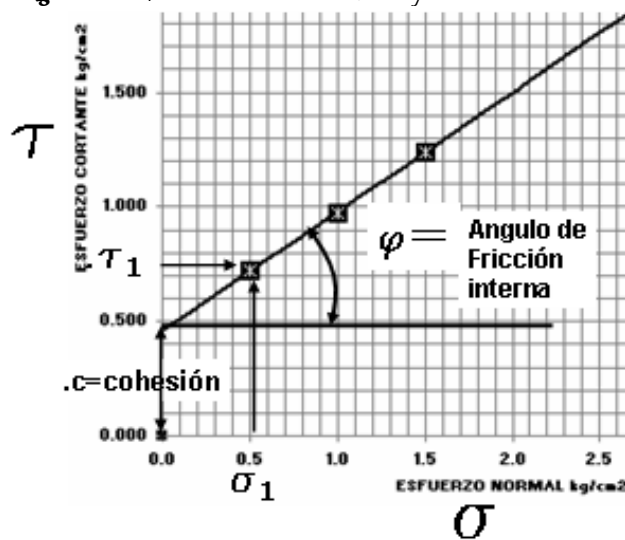
En teoría la resistencia al esfuerzo cortante en los suelos está dada por el ángulo de fricción interna ϕ en los materiales 100% granulares y por la cohesión c , en los suelos puramente cohesivos (arcillas homogéneas), la cual depende de la humedad del suelo, sin embargo, en la mayoría de los suelos la resistencia al esfuerzo cortante está dada por la combinación de ambos parámetros.

Existen principalmente dos métodos experimentales para determinar la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos, las pruebas de compresión (triaxial y simple) y de corte directo. El ensayo de corte directo consiste en aplicar esfuerzos verticales y horizontales, a tres muestras de suelo, y determinar el instante de falla a cortante.

Cuando se aplica un esfuerzo vertical fijo de 0.5 kg/cm^2 , la primera muestra falla con un esfuerzo horizontal o cortante τ_1 , la segunda muestra es sometida a un esfuerzo de 1.0 kg/cm^2 , y falla con un esfuerzo cortante τ_2 .

La tercera es sometida a un esfuerzo de compresión de 1.5 kg/cm^2 , y falla con un cortante τ_3 . Con estos tres pares ordenados se grafica el diagrama de ruptura de Mohr. También, se hace uso del análisis de regresión lineal, para obtener el ángulo de fricción interna y la cohesión del suelo.

Imagen N° 20: Grafica del Ensayo de Corte Directo



Fuente: Manual Mecánica de Suelos e Ingeniería, José Márquez

La envolvente de rotura de Mohr - Coulomb para estos suelos es semejante a la representada en la siguiente figura, en la que se observa que no existe término debido a la cohesión. Por tanto, dicha envolvente tendrá por ecuación:

$$\tau = c + \sigma (\text{tg}\phi)$$

Siendo:

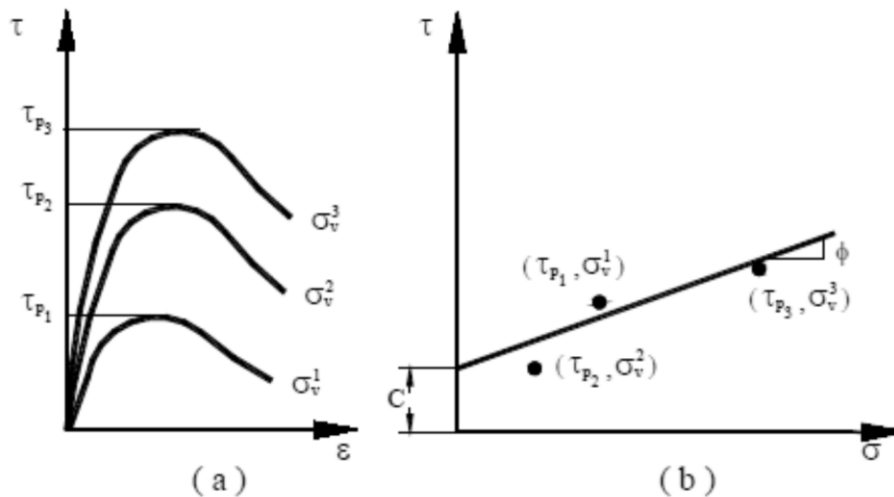
C = Cohesión

τ = Resistencia al corte máximo.

σ = Tensión normal efectiva que en estos suelos es igual a la total.

ϕ = Ángulo de rozamiento interno efectivo, igual al total. Se obtiene mediante ensayo consolidado drenado.

Imagen N° 21: Gráfica del Ensayo de Corte Directo



Fuente: Manual Mecánica de Suelos e Ingeniería, José Márquez

6.1.15 CLASIFICACIÓN DE SUELOS.

Resolver un problema de geotecnia supone conocer y determinar las propiedades del suelo, por ejemplo:

- 1) Para determinar la velocidad de circulación de un acuífero, se mide la permeabilidad del suelo, se utiliza la red de flujo y la ley de Darcy.
- 2) Para calcular los asentamientos de un edificio, se mide la compresibilidad del suelo, valor que se utiliza en las ecuaciones basadas en la teoría de la consolidación de Terzaghi.
- 3) Para calcular la estabilidad de un talud, se mide la resistencia al corte del suelo y este valor se lleva a expresiones de equilibrio estático.
- 4) Agrupar suelos por la semejanza en los comportamientos, correlacionar propiedades con los grupos de un sistema de clasificación, aunque sea un proceso empírico, permite resolver multitud de problemas sencillos.

Eso ofrece la caracterización del suelo por la granulometría y la plasticidad. Sin embargo, el ingeniero debe ser precavido al utilizar esta valiosa ayuda, ya que soluciones a problemas de flujos, asentamientos o estabilidad, soportado sólo en la clasificación, puede llevar a resultados desastrosos.

- 5) Las relaciones de fases constituyen una base esencial de la Mecánica de Suelos. El grado de compacidad relativa de una arena es seguro indicador del comportamiento de ese suelo.

La curva granulométrica y los Límites de Atterberg, de gran utilidad, implican la alteración del suelo y los resultados no revelan el comportamiento del suelo in situ.

SISTEMA UNIFICADO DE SUELOS.

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – SUCS (UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM) tiene por objetivo proveer una clasificación cualitativa de los suelos de origen mineral u orgánico-mineral con fines ingenieriles, a partir de ensayos de laboratorio que determinan sus propiedades granulométricas y de plasticidad.

Dicho sistema no clasifica cuantitativamente a los suelos, razón por la cual, no debe ser utilizado para la determinación de propiedades ingenieriles (resistencia al corte, etc.) ni para la estimación del comportamiento carga - deformación del suelo o del sistema suelo-estructura.

Este sistema fue propuesto por Arturo Casagrande como una modificación y adaptación más general a su sistema de clasificación propuesto en el año 1942 para aeropuertos.

El sistema divide los suelos en dos grupos principales, gruesos y finos, en función del pasante por el tamiz n° 200 ASTM. Los suelos de grano grueso se dividen en gravas y arenas según el pasante por el tamiz n° 4 ASTM. Estas gravas o arenas, a su vez, se clasifican dependiendo del porcentaje de finos que presentan (% del pasante por el tamiz n° 200 ASTM) en limpias y sucia.

6.1.16 SUELOS GRUESOS.

Son aquellos materiales retenidos en más de 50% en la malla N° 200. Este a su vez se sub-divide en gravas y arenas, las cuales se separan con la malla N° 4.

Grava (G): Cuando más del 50% de la fracción gruesa (retenida en la malla N° 200) no pasa la malla N° 4.

Arena (S): Cuando más del 50% de la fracción gruesa pasa por la malla N° 4.

Las gravas y las arenas se subdividen a su vez en los siguientes grupos, según la cantidad de partículas finas que contengan.

a. Cuando el suelo grueso tiene menos del 5% de finos. -

En este suelo la presencia de los finos que puede contener no produce cambios apreciables en las características de resistencia de la fracción gruesa. La calidad de gradación del suelo se define mediante los valores de coeficiente de uniformidad (Cu) y coeficiente de curvatura (Cc) de la curva granulométrica.

a.1 Grava bien gradada (GW). - Material compuesto con mezclas gravosas, limpias de finos. Cumple con las condiciones de:

$$Cu = > 4 \text{ y } 1 \leq Cc \leq 3, \text{ simultáneamente.}$$

a.2 Grava pobremente gradada (GP). - Material limpio de fino, mal graduado. Comprende las gravas uniformes que presentan predominio de un tamaño, tales

como las gravas que se depositan en los lechos de los ríos o provenientes de estratos diferentes obtenidos durante un proceso de excavación. Estos suelos no deben cumplir con la condición de una grava bien gradada.

a.3 Arena bien gradada (SW). - Estas arenas contienen pocos finos o están limpias por completo. Deben de cumplir con la condición siguiente:

$$Cu \Rightarrow 6 \text{ y } 1 \leq Cu \leq 3 \text{ simultáneamente.}$$

a.4 Arena bien gradada (SP). - A este grupo pertenecen las arenas uniformes de médanos y playa. No deben de cumplir con la condición de la arena bien gradada.

b. Cuando el suelo tiene más del 12% de finos. - Cuando los porcentajes de finos son superiores a 12% en peso; este contenido de finos afecta la característica de resistencia y esfuerzo de deformación y la capacidad de drenaje libre de la de la fracción gruesa.

b.1 Grupo GM. - Conformada por gravas limosas. Con la condición de que el límite líquido e índice plástico en la carta de plasticidad deberá interceptarse por debajo de la línea "A". También puede estar encima de la línea "A" pero con la condición de que su índice de plasticidad debe ser menor que 4.

b.2 Grupo GC. - Conformada por gravas arcillosas con la condición de que el límite líquido e índice plástico en la carta de plasticidad deberá interceptarse sobre la línea "A" teniendo además que el índice plástico sea mayor que 7.

b.3 Grupo SM. - Conformada por arenas limosas. Tienen las mismas condiciones del grupo GM, pero considerando la condición de arena.

b.4 Grupo SC. - Conformada por arenas arcillosas. Tienen las mismas condiciones de grupo GC, pero considerando la condición de arena.

c. Cuando el suelo tiene entre 5 y 12% de finos. - A estos suelos el sistema unificado los considera casos de frontera, adjudicándoles un símbolo doble donde el primer símbolo indica la gradación del suelo y el segundo símbolo indica la calidad de los finos. Por ejemplo, un suelo cuyo símbolo doble sea SP - SC indica una arena mal gradada, con un contenido de finos entre 5 y 12% (arcilloso).

Cuando un material no cae claramente dentro de un grupo deberá usarse también símbolos dobles correspondientes a casos de frontera, por ejemplo: el símbolo GW - SW, material bien gradada con menos del 5 % de finos y formada su fracción gruesa por iguales proporciones de grava y arena.

6.1.17 SUELOS FINOS.

Son aquellos materiales que pasan en más de 50% por la malla N° 200 en estos casos para definir la calidad del suelo se tendrá el límite líquido y límite plástico. El sistema unificado agrupa a los suelos finos en las siguientes divisiones:

- Limo inorgánico o arena muy fina (M)
- Arcilla inorgánica (C)
- Limos - arcillas y mezclas limo - arcillosas con alto contenido de materia orgánica (O).

Cada uno de estos grupos se sub- dividen según su límite líquido en dos grupos:

- 1) Cuando el LL es menor de 50%, es decir suelos de compresibilidad baja o media, se agrega al símbolo genérico la letra L, obteniéndose por esta combinación los suelos: ML, CL > OL.
- 2) Cuando el LL es mayor de 50%, es decir suelos de compresibilidad alta, se añade al símbolo genérico la letra H, teniéndose así los grupos MH, CH y OH.

A continuación, detallamos los grupos de los suelos finos:

- Grupos CL y CH: Están compuestos por las arcillas inorgánicas el grupo CL comprende a la zona sobre la línea "A" definida por $LL < 50\%$ e $IP > 7$. El grupo CH corresponde a la zona arriba de la línea "A" definida por $LL > 50\%$.
- Grupos ML y MH: El grupo ML comprende la zona bajo la línea "A" definida por $LL < 50\%$ y la porción sobre la línea "A" con $IP < 4$.
- El grupo MH comprende a la zona bajo la línea "A" definida por $LL > 50\%$

Se puede presentar casos de frontera, obteniéndose los suelos ML - CL dada su proximidad con dicha línea.

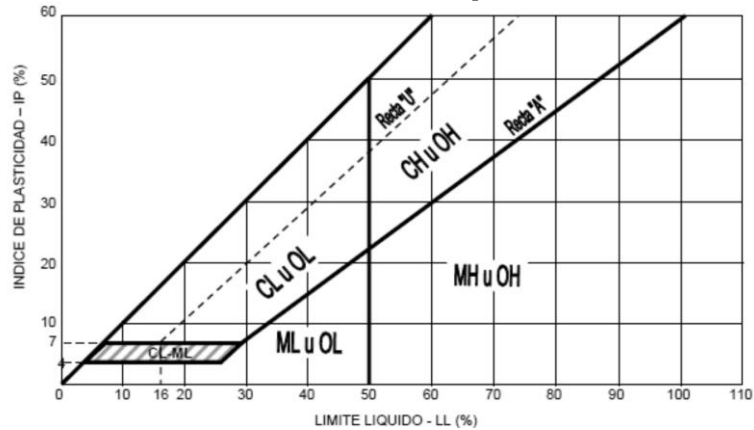
- Suelos Orgánicos. -
Son suelos constituidos por materiales orgánicos y los identifica en el lugar de los sondeos por su desagradable olor y su color turbio.

Grupos OL y OH: Las zonas correspondientes a estos grupos son las mismas que las de los grupos ML y MH respectivamente, pero las orgánicas se encuentran siempre en lugares próximos a la línea "A".

Grupos PT: En los grupos están comprendidos los suelos turbosos que después de un completo remoldeo, pueden ejecutarse en ensayos de límites. El límite líquido de estos suelos está comprendido entre 300 y 500% quedando su posición en la carta de plasticidad netamente debajo de la línea "A" el índice de la plasticidad varía entre 100 y 200%.

Teniendo en cuenta los límites de consistencia y haciendo uso de la Carta de Plasticidad podemos hacer la clasificación SUCS. Esta clasificación se encuentra detallada en las hojas de Propiedades Físicas del suelo.

Imagen N° 22: Carta de plasticidad



Fuente: Manual de Mecánica de Suelos e Ingeniería, José Márquez, 2006.

6.1.18 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE.

6.1.19 GENERALIDADES.

Según el Dr. Braja Das (1993): “El suelo recibe la carga total de una estructura, a través de la cimentación, La capacidad de carga del suelo es la carga máxima que este puede soportar por unidad de área.

Una vez rebasada la capacidad de carga el suelo sufre asentamientos o fractura, lo que implica daño a la estructura. Una cimentación bien diseñada transmite las cargas al suelo, sin llegar a solicitar la capacidad máxima del mismo”.

La Capacidad portante, es la presión máxima que puede darse a una cimentación a fin de no producir fallas en ésta, es decir representa la capacidad de carga última expresada en unidades de presión.

La Capacidad Portante del suelo es uno de los factores más importantes en todo proyecto de ingeniería, porque nos permite evaluar con gran aproximación la relación suelo-estructura.

Esta capacidad está en función de la fricción interna y la cohesión del suelo. Comúnmente se utiliza la teoría de Terzaghi, que requiere del ensayo de corte directo:

$$qd = c.Nc + \gamma.Z.Nq + 0.5.\gamma.B.N\gamma$$

Dónde:

qd = carga limite, valor de tensión que produciría el colapso del suelo de cimentación.

B = lado menor de la cimentación.

γ = peso específico del terreno bajo la cimentación.

Z = profundidad del plano de apoyo de la cimentación.

C = cohesión del terreno.

$N\gamma$, Nq y Nc = factores de capacidad de carga. Dependen del valor del ángulo de fricción interno del terreno.

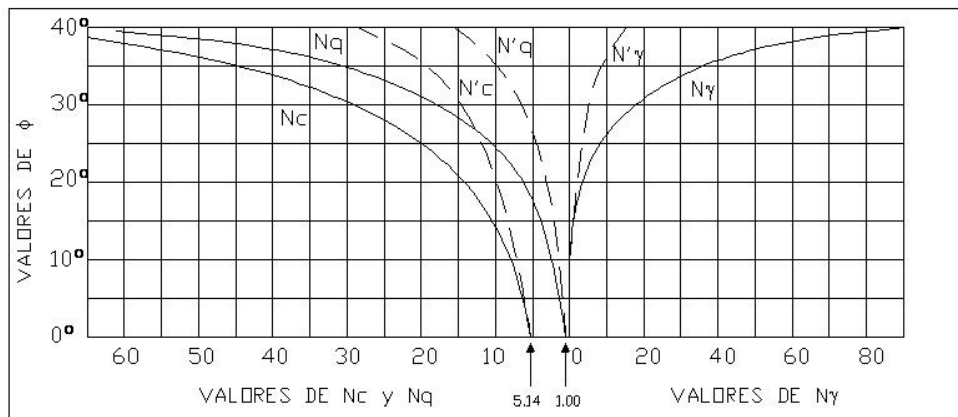
Dónde:

$$N_c = \cot g\Phi(Nq - 1)$$

$$Nq = e^{\pi g\Phi} tg^2\left(45 + \frac{\Phi}{2}\right)$$

$$N\gamma = 2tg\Phi(Nq + 1)$$

Imagen N° 23: Intervalo de Asentamientos de placas bajo Carga Última.



Fuente: Libro Principios Ing. de Cimentaciones, Braja M.

6.1.20 CAPACIDADES DE CARGA.

Capacidad de Carga Límite (q_d)

Es la máxima expresión que se puede aplicar a la cimentación sin que esta penetre en el suelo.

Esfuerzo Máximo de Carga Admisible (q_{adm})

Es la carga límite dividida entre el factor de seguridad (FS). Por lo cual:

$$q_{adm} = \frac{q_d}{FS}$$

Factor de Seguridad (FS)

Es un valor que reduce el resultado obtenido en los ensayos a fin de conservar un margen denominado "Seguridad", que permite a la estructura trabajar sin problemas en las condiciones más desfavorables.

Según el R.N.E., NORMA E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES en el Capítulo 3: Análisis de las Condiciones de Cimentación, Artículo 16.- Factor de Seguridad Frente a una Falla por Corte, se menciona lo siguiente:

a) Para cargas estáticas: 3,0.

b) Para sollicitación máxima de sismo o viento (la que sea más desfavorable): 2,5.

De acuerdo con la aplicación el factor de seguridad mínimo que se tendrá en cuenta para cargas estáticas será de 3.

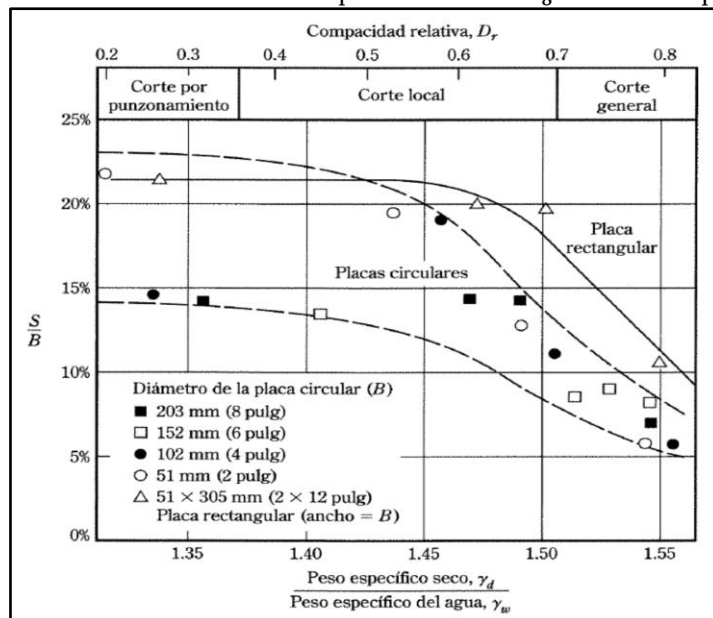
6.1.21 FALLAS DE LOS SUELOS.

El problema consiste en encontrar el esfuerzo que produce la falla del suelo, por experimentos y observaciones, se ha determinado que la falla por capacidad de carga ocurre como producto de una rotura por cortante del suelo. Son tres los tipos de falla de los suelos, bajo las cimentaciones:

- Falla por corte general
- Falla por punzonamiento.
- Falla por corte local

Según Terzaghi, el tipo de falla puede determinarse conociendo el valor del Peso Específico Volumétrico Seco (relación γ_d / γ_w), según la siguiente tabla

Imagen N° 24: Intervalos de Tipos de Falla según Peso Específico.



Fuente: Libro Principios de Cimentaciones, Braja M. Das

6.1.4 CAPACIDAD DE CARGA LÍMITE SEGÚN EL TIPO DE FALLA.

En nuestro caso, por contar con estructuras circulares, la Capacidad de Carga Límite para los distintos tipos de falla es:

- Para Zapata Circular y Falla es por Corte General:

$$q_d = 1.3 cN_c + \gamma ZN_q + 0.6\gamma RN_\gamma$$

- Para Zapata Circular y la Falla es por Corte Local o Punzonamiento:

$$q_d = 1.3 c N'_c + \gamma Z N'_q + 0.6 \gamma R N'_\gamma$$

Dónde:

q_d = Capacidad de carga límite, T /m² o Kg /cm²

C = Cohesión del suelo en (T /m²) ó (Kg /cm²)

Z = Profundidad de desplante en metros.

$\gamma = \gamma_d (1 + \%W)$

$Tg \varnothing' = 2/3 Tag \varnothing$

$\varnothing' = ArcTg (2/3 x Tag \varnothing)$

Dónde:

$C' = 2/3 C$

\varnothing = Angulo de Fricción Interna

γ = Peso unitario (volumétrico) en (T /m²) ó (Kg /cm²)

γ_d = Densidad seca promedio del ensayo de corte directo.

$\%W$ = Contenido de humedad del ensayo de corte.

R = Radio de la zapata.

Para falla por Corte General usaremos los factores de capacidad de carga de Terzaghi. Usaremos la siguiente tabla (Libro Principios Ing. de Cimentaciones - Braja M. Das):

Imagen N° 25: Factores de Capacidad de Carga de Terzaghi.

ϕ	N_q	N_c	N_γ
0	1.00	5.71	0.00
2	1.22	6.30	0.20
4	1.49	6.97	0.40
6	1.81	7.73	0.60
8	2.21	8.60	0.90
10	2.69	9.60	1.20
12	3.29	10.76	1.70
14	4.02	12.11	2.30
16	4.92	13.68	3.00
18	6.04	15.52	3.90
20	7.44	17.69	4.90
22	9.19	20.27	5.80
24	11.40	23.36	7.80
26	14.21	27.09	11.70
28	17.81	31.61	15.70
30	22.46	37.16	19.70
32	28.52	44.04	27.90
34	36.50	52.64	36.00
35	41.44	57.75	42.40
36	47.16	63.53	52.00
38	61.55	77.50	80.00
40	108.75	119.67	180.00
42	147.74	151.95	257.00
44	173.29	172.29	297.50
46	204.19	196.22	420.00
48	287.85	258.29	780.10
50	415.15	347.51	1153.20

Fuente: Libro Principios Ing. de Cimentaciones, Braja M.

Para falla por Corte local usaremos los factores modificados de capacidad de carga de Terzaghi. Usaremos la siguiente tabla:

Imagen N° 26: Factores Modificados de Capacidad de Carga de Terzaghi

ϕ'	N'_c	N'_q	N'_γ	ϕ'	N'_c	N'_q	N'_γ
0	5.70	1.00	0.00	26	15.53	6.05	2.59
1	5.90	1.07	0.005	27	16.30	6.54	2.88
2	6.10	1.14	0.02	28	17.13	7.07	3.29
3	6.30	1.22	0.04	29	18.03	7.66	3.76
4	6.51	1.30	0.055	30	18.99	8.31	4.39
5	6.74	1.39	0.074	31	20.03	9.03	4.83
6	6.97	1.49	0.10	32	21.16	9.82	5.51
7	7.22	1.59	0.128	33	22.39	10.69	6.32
8	7.47	1.70	0.16	34	23.72	11.67	7.22
9	7.74	1.82	0.20	35	25.18	12.75	8.35
10	8.02	1.94	0.24	36	26.77	13.97	9.41
11	8.32	2.08	0.30	37	28.51	15.32	10.90
12	8.63	2.22	0.35	38	30.43	16.85	12.75
13	8.96	2.38	0.42	39	32.53	18.56	14.71
14	9.31	2.55	0.48	40	34.87	20.50	17.22
15	9.67	2.73	0.57	41	37.45	22.70	19.75
16	10.06	2.92	0.67	42	40.33	25.21	22.50
17	10.47	3.13	0.76	43	43.54	28.06	26.25
18	10.90	3.36	0.88	44	47.13	31.34	30.40
19	11.36	3.61	1.03	45	51.17	35.11	36.00
20	11.85	3.88	1.12	46	55.73	39.48	41.70
21	12.37	4.17	1.35	47	60.91	44.45	49.30
22	12.92	4.48	1.55	48	66.80	50.46	59.25
23	13.51	4.82	1.74	49	73.55	57.41	71.45
24	14.14	5.20	1.97	50	81.31	65.60	85.75
25	14.80	5.60	2.25				

Fuente: Libro Principios de Ing. de Cimentaciones, Braja M.

6.1.5 CAPACIDAD DE CARGA EN EL PROYECTO.

Para el proyecto se determinará la capacidad portante del buzón más desfavorable.

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Según la evaluación geológica se determina que el área seleccionada la cual, la capacidad de carga de cimentaciones aproximadamente a una altura de desplante de 1.50 m. varía de 0.76 a 0.82 kg/cm² para el cálculo de la capacidad portante se consideró tomar la siguiente fórmula:

$$q_d = \frac{2}{3}(C \cdot N'_c) + \gamma \cdot D_f \cdot N'_q + \frac{1}{2}(\gamma \cdot B \cdot N'_\gamma)$$

Dónde:

C = Cohesión.

D_f = Profundidad de cimentación

B = Ancho de la cimentación

γ = Peso específico del suelo

N'_c, N'_q, N'_γ = Factores de capacidad de carga

Factores de Capacidad de Carga:

$$N'_c = \cot(\phi) \cdot (N_q - 1)$$

$$N'_q = e^{\pi \cdot \tan \phi} \cdot \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$N'_\gamma = 2 \tan \phi (N_q + 1)$$

Cálculo de la capacidad admisible:

$$Q_{adm} = \frac{qd}{FS}$$

Factor de seguridad (FS):

$$FS = 3$$

Calicata C-01

Reemplazando valores:

$$C = 0.175 \text{ Kg/cm}^2$$

$$D_f = 1.50 \text{ m}$$

$$\gamma = 2.50 \text{ gr/cm}^3$$

$$B = 1.00 \text{ m}$$

$$\Phi = 15.4^\circ$$

$$N_c = 9.83$$

$$N_q = 2.80$$

$$N_\gamma = 0.61$$

Con un Factor de Seguridad de $FS = 3$, la Capacidad Portante Admisible será de:

$$q_{ad} = 0.76 \text{ Kg/cm}^2$$

Calicata C-02

Reemplazando valores:

$$C = 0.205 \text{ Kg/cm}^2$$

$$D_f = 1.50 \text{ m}$$

$$\gamma = 2.50 \text{ gr/cm}^3$$

$$B = 1.00 \text{ m}$$

$$\Phi = 15.9^\circ$$

$$N_c = 10.02$$

$$N_q = 2.90$$

$$N_\gamma = 0.66$$

$$FS = 3$$

$$q_{ad} = 0.85 \text{ Kg/cm}^2$$

Calicata C-03

Reemplazando valores:

$$C = 0.188 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Df = 1.50 \text{ m}$$

$$\gamma = 2.50 \text{ gr/cm}^3$$

$$B = 1.00 \text{ m}$$

$$\Phi = 16.1^\circ$$

$$Nc = 10.10$$

$$Nq = 2.94$$

$$N\gamma = 0.67$$

$$FS = 3$$

$$q_{ad} = 0.82 \text{ Kg/cm}^2$$

NAPA FREÁTICA

De las calicatas realizadas para el Estudio de Suelos, Este valor es muy importante para poder estimar los efectos posibles que las aguas puedan ocasionar a la estructura, y prever los materiales a utilizar en las obras a realizar.

6.1.6 CONCLUSIONES.

- El programa de exploración de campo para determinar las propiedades físicas del suelo consistió en la ejecución de 15 sondajes mediante el sistema de calicatas con una profundidad de 1.50 m.
- Los tres primeros puntos de exploración (C - 01, C - 02 y C - 03) están conformados por un suelo arenoso y desde la calicata C - 04 hasta la calicata C - 15 el suelo está conformado por un suelo gravoso arenoso con limos, de colores variados, con partículas finas y redondeadas de tamaños variables en baja porcentaje.
- En el proceso de perforación de algunas calicatas, se observaron problemas de estabilidad en las paredes por la misma presencia de estratos arenosos.
- En algunas de las perforaciones se encontró Napa Freática variable entre 1.00 m y 1.50 m.
- La profundidad de cimentación deberá encontrarse como mínimo a 1.50 m. y a 2.00 m. en la PTAR.
- Para el proceso constructivo de excavaciones se podrá realizar manualmente y/o empleo de equipo mecánico.
- Los resultados del análisis físico - químico efectuado con las muestras representativas tomadas del subsuelo, dieron los resultados que se anexan en el anexo I de los resultados de los ensayos de laboratorio.

Dichos valores se encuentran dentro de los rangos permisibles de agresividad al concreto, pero sin embargo, se recomienda emplear Cemento Pórtland tipo MS en la elaboración del concreto.

VII. DATOS BÁSICOS DE DISEÑO.

7.1.1 PARÁMETROS DE DISEÑO.

7.1.2 PERIODO DE DISEÑO.

El período de diseño de un proyecto es el tiempo para el cual se espera el sistema funcione de manera eficiente; en obras de saneamiento esto se refiere tanto a su capacidad en la conducción del caudal deseado como a la resistencia física de las instalaciones.

En la determinación del Periodo de Diseño, básicamente se estima un tiempo, el que a su vez está supeditado a diversos factores que se nombrarán a continuación, en el cual se preverá la eficiencia de dicho sistema, tanto por la capacidad de conducción del gasto deseado, así como por la resistencia física de sus instalaciones y la eficiencia al total de una población futura.

Dicho tiempo estimado generalmente es de 20 años, el cual ha sido asumido para el diseño del proyecto. Así se tienen ciertos factores que son tomados en cuenta para estimar el periodo de diseño:

- Durabilidad o Vida útil de las instalaciones:

En el período de diseño, este factor implica la vida probable de los equipos y/o material a utilizarse en el sistema que se va a proyectar.

- Costos de construcción, ampliación o sustitución:

La fijación de un período de diseño está ligada a factores económicos y estará siempre supeditado por la dificultad o facilidad de su construcción (costo) que inducirá a mayores o menores períodos de inversiones nuevas, que servirán para atender las demandas que el crecimiento poblacional obliga.

- Tendencia de crecimiento de la población:

El crecimiento poblacional está en función de factores económicos y sociales, por lo tanto, es conveniente elegir un período de diseño más largo para el crecimiento lento o viceversa.

Según el artículo 1.2 "Periodo de diseño", de la norma OS.100 del R.N.E. se tiene:

"Para proyectos de poblaciones o ciudades, así como para proyectos de mejoramiento y/o ampliación de servicios en asentamientos existentes, el período de diseño será fijado por el proyectista utilizando un procedimiento que garantice los periodos óptimos para cada componente de los sistemas".

Ello indica que se debe adoptar un tiempo de vida útil durante el cual no se espere deterioro ni falla del sistema y que al término de éste le sirva a la población en su máxima capacidad.

A. PERÍODOS RECOMENDABLES DE LAS ETAPAS CONSTRUCTIVAS

- a) Para poblaciones de 2000 hasta 20,000 habitantes, se considera 15 a 20 años.
- b) Para poblaciones de 20,000 a más habitantes, se considera 10 años.
- c) Poblaciones menores de 2000 habitantes, de acuerdo a la Norma Técnica del Ministerio de Salud, los plazos se justifican de acuerdo con la realidad económica de la localidad.

La Norma Técnica del Ministerio de Salud “Abastecimiento de Agua y Saneamiento para Poblaciones Rurales y Urbano - Marginales”, indica que para el diseño se tomarán en cuenta los siguientes valores:

Obras de captación	20 a 30 años
Pozos	20 a 30 años
Planta de tratamiento, reservorios	20 a 30 años
Tuberías de conducción y de distribución	20 a 30 años
Equipo de bombeo	5 a 10 años

Para la instalación de la red de alcantarillado los periodos de diseño recomendables son:

Colectores secundarios	10 a 15 años
Colectores principales, emisores	25 a más años
Planta de tratamiento	40 a 50 años

Para las obras de arte, demás equipos y accesorios que podrían conformar el sistema, se le asigna un periodo de diseño acorde a su función y ubicación respecto a los componentes del sistema que los contiene; cabe mencionar que el presente proyecto no contendrá obras de arte.

B. JUSTIFICACIÓN DEL PERÍODO DE DISEÑO DEL PROYECTO

Considerando las características del distrito de Puerto Eten y basándonos en el R.N.E. (Saneamiento y Alcantarillado) y la Norma Técnica del Ministerio de Salud, se ha adoptado por considerar un periodo de diseño de 20 años.

7.1.3 POBLACIÓN DE DISEÑO.

Para el cálculo de la población futura se utilizó el “Método Aritmético” y el “Método Geométrico”, ya que estos se emplean mayormente cuando la población se encuentra en pleno crecimiento y expansión, para esto se tuvo en cuenta el patrón de pobladores que viven en ese distrito, así como también, la tasa de crecimiento, datos que fueron proporcionados por la municipalidad de Puerto Eten, obtenidos según datos del INEI.

Tasa de Crecimiento. - En el departamento de Lambayeque la tasa de crecimiento poblacional es de 1.3%, según fuente INEI.

Para nuestro caso, el distrito de Puerto Eten cuenta con una población estimada al 2016 de 2694 hab.

Tabla N° 30: Población estimada al 2007.

Año	1993	2005	2007
Población (hab.)	2238.00	2395.00	2472.00

Fuente: INEI Perú

7.1.4 CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA.

El cálculo de la población futura se puede realizar por distintos métodos, tales como: Método Comparativo, Método Racional, Método de Extrapolación Gráfica, Método Aritmético, Método de Interés Simple, Método Geométrico y Método Parabólico.

Método Comparativo: Consiste en calcular la población de una localidad con respecto a otras que tengan características similares y crecimientos superiores. Este método es un procedimiento gráfico ya que se compararán gráficas de crecimiento poblacional.

Método Racional: Es un método que depende principalmente del proyectista ya que se debe realizar un estudio socio económico del lugar para el cual se debe tomar en cuenta el crecimiento vegetativo el cual a su vez está en función de los nacimientos, defunciones, inmigraciones, emigraciones y población flotante (personas que están por un periodo de tiempo corto).

Extrapolación Gráfica: Para el cálculo de la población futura por este método se debe representar, gráficamente, todos los valores de los últimos censos locales con el fin de proyectar o extrapolar la curva que represente la Población Futura vs. Tiempo.

Método Aritmético: Este método se emplea cuando la población se encuentra en franco crecimiento, es decir, en su etapa de expansión.

Método Geométrico: Este método se emplea cuando la población se encuentra en su fase de inicio o periodo de saturación, más no cuando se encuentra en su periodo de franco crecimiento.

Método Parabólico: Este método se usa preferentemente en localidades que se encuentran en el periodo de asentamiento o inicio en el que se toman en cuenta los 3 últimos censos.

En el presente proyecto se calculó la población futura por el método aritmético, geométrico, de interés simple y parabólico, de estos se escogió el valor obtenido por el método de interés simple, los cálculos se muestran en los anexos.

7.1.5 DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN.

La dotación podemos definirla como la cantidad de agua promedio correspondiente a un habitante por día, para cubrir sus múltiples necesidades y que está expresada en litros por habitante por día (lt/hab/día).

La determinación de este parámetro de diseño es importante para asegurar un servicio eficiente para la población, teniendo en cuenta ciertos factores que afectan el consumo y el uso del agua, así como también las consideraciones del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Consideraciones según el RNE - OS.100, artículo 1.4 Dotación de Agua:

- La dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas.
- Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificará su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 l/hab/d, en clima frío y de 220 l/hab/d en clima templado y cálido.
- Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m², las dotaciones serán de 120 l/hab/d en clima frío y de 150 l/hab/d en clima templado y cálido.

7.1.6 DOTACIÓN DE DISEÑO.

Todo lo anteriormente mencionado por el RNE es aplicable para localidades que cuentan con un servicio de agua potable continuo, es decir, las 24 horas; sin embargo, nuestra localidad (Puerto Eten) no cuenta con un servicio de agua potable continuo, sino más bien, por horas, siendo este periodo de servicio de 12 horas.

Para este tipo de situaciones lo que se propone hacer para obtener la dotación de diseño, es estimar la demanda de agua que necesita un poblador de dicha localidad, esto se logra mediante un estudio previo de la zona, teniendo en cuenta, además, el número de conexiones domiciliarias que se proyectan al final del periodo de diseño, en nuestro caso, al año 2036.

El procedimiento para el cálculo de la demanda o dotación de diseño se muestra en los anexos.

7.1.7 VARIACIÓN DE CONSUMO.

7.1.8 COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIA (K1).

El coeficiente de variación diaria (K1), es la relación del máximo consumo diario entre el promedio anual de la demanda. Éste es el porcentaje que afecta al consumo en día de Máxima Variación Diaria.

$$K_1 = \frac{\text{Gasto del día de máx. consumo}}{\text{Gasto promedio anual}}$$

Según el R.N.E. Título II, Obras de Saneamiento, OS 100, artículo 1.5 "Variaciones de consumo", se tiene: "Se podrá considerar el siguiente coeficiente Máximo anual de la demanda diaria: 1.3"

∴ Se considera $K_1 = 1.3$.

7.1.9 COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA (K2).

Estas variaciones de consumo dependen de las distintas actividades de la población durante las diferentes horas del día.

$$K_2 = \frac{\text{Gasto de la hora de máx. consumo}}{\text{Gasto promedio anual}}$$

Según el artículo 1.5 "Variaciones de consumo", de la norma OS.100 del R.N.E.: "Se podrá considerar el siguiente coeficiente Máximo anual de la demanda horaria: 1.8 a 2.5". En el presente proyecto se hará uso de un coeficiente medio.

∴ Se considera $K_2 = 2.5$

7.1.10 CAUDALES DE DISEÑO.

7.1.11 GASTO PROMEDIO DIARIO ANUAL.

Es el promedio de los consumos diarios durante todo un año, en general se expresa en lps.

$$Q_{\text{prom}} = 11.89 \text{ lt/seg.}$$

7.1.12 CAUDAL MÁXIMO DIARIO (QMD).

$$Q_{\text{md}} = 15.46 \text{ lt/seg.}$$

7.1.13 CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH).

$$Q_{\text{mh}} = 29.72 \text{ lt/seg.}$$

VIII. ABASTECIMIENTO DE AGUA.

8.1.1 INTRODUCCIÓN.

Un sistema de abastecimiento de agua, es el conjunto de estructuras, encargadas de suministrar el líquido elemento a una población, respetando los criterios de diseño necesarios. Es importante tener conocimiento, de los diferentes factores que influyen en su diseño, como el comportamiento de los materiales bajo el punto de vista de su resistencia física a los esfuerzos y también desde el punto de vista funcional.

8.1.2 COMPONENTES DEL SISTEMA.

8.1.3 LÍNEA DE ADUCCIÓN.

- Esta Línea comprende desde el tanque elevado hacia la Red de distribución.
- Sera diseñada por gravedad.

8.1.4 LÍNEA DE IMPULSIÓN.

- Está Línea comprende desde la fuente de abastecimiento hasta el tanque elevado.
- Será diseñado a presión, considerando el diámetro económico y el golpe de ariete.

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

El volumen de almacenamiento del reservorio actual es de 500 m³, mientras que el volumen de almacenamiento del reservorio necesario es de 0.022 lt/s/lotes y se obtuvo de la siguiente manera:

$$V_R = V_{reg} + V_{aci} + V_{res}$$

Siendo:

V_R = Volumen del reservorio.

V_{reg} = Volumen de regulación.

V_{aci} = Volumen de agua contra incendios.

V_{res} = Volumen de reserva.

Volumen de regulación: El volumen de regulación es igual al 25% del volumen diario, este último equivalente al caudal promedio (Q_{prom}) multiplicado por 86.4 para obtener su valor en m³.

Volumen de Reserva: El volumen de reserva es igual al 25% del volumen total, siendo este a su vez igual a 4/3 del volumen de regulación.

Volumen de Agua contra Incendios: Anteriormente se justificó el no considerar un volumen de agua contra incendios ya que nuestra población futura es menor a 10.000 habitantes.

Observación: Se puede observar que el volumen de reservorio calculado con los parámetros de diseño a futuro es menor al volumen de reservorio actual, por lo cual se puede afirmar que no se necesitará construir un nuevo reservorio dentro de 20 años.

8.1.5 RED DE DISTRIBUCIÓN.

El suministro de agua desde los depósitos (elementos de regulación y suministro), hasta los puntos de consumo de la ciudad, se efectúa por medio de una red de distribución, cuyo fin es garantizar, que en todos los puntos exista el caudal preciso, la presión conveniente, y la calidad del agua requerida, evitando cualquier posible contaminación, desde su recogida en el depósito hasta el punto de consumo. La distribución debe asegurar dos aspectos importantes:

- El servicio continuo, entregando los caudales solicitados en el momento deseado y en cualquier punto de la ciudad.
- La protección de las aguas conducidas, sin que éstas se mezclen con otras.

Las redes de distribución, se clasifica en:

A) CIRCUITO ABIERTO

Consiste en un conducto principal, que recorre por la calle principal de la población; el cual va disminuyendo de diámetro a medida que avanza y que alimenta a conductos laterales, que se desprenden de él.

Es adecuado para poblaciones pequeñas de trazo longitudinal y tiene el gran inconveniente de no dar buenas distribuciones de presiones y requerir mayores diámetros porque todo el flujo es a través de un conducto principal.

B) CIRCUITO CERRADO

Consiste en un sistema de conductos principales, que rodean a un grupo de manzanas, de los cuales parten tuberías de menor diámetro, que están unidas en sus extremos al eje. Se emplea en cuadras donde las tuberías se encuentran interconectadas. Este es el más usado, porque presenta las siguientes ventajas:

- Mayor seguridad en caso de desperfectos y no afecta a toda la red.
- La alimentación puede ser abastecida por dos tuberías y en consecuencia, se tiene menos pérdida de carga.
- Mayor distribución de presiones.
- Mayor seguridad en caso de incendios, se puede cerrar válvulas convenientes para conducir agua al lugar del siniestro.
- Se acondicionan mejor para futuras ampliaciones.

Para el presente proyecto se ha adoptado el sistema de circuito mixto (abierto y cerrado); ya que se adapta mejor a las condiciones urbanísticas y topográficas.

8.1.6 PARÁMETROS DE DISEÑO Y SELECCIÓN DE TUBERÍAS.

a) SELECCIÓN DEL DIÁMETRO.

Para determinar los diámetros, se ha tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Conseguir un gasto máximo, sin tener necesidad de usar diámetros muy grandes, ya que encarecerían el sistema.
- La experiencia demuestra que, cuando se usan diámetros demasiado pequeños y se tiene altas presiones, el agua sale a gran presión pero en pequeña cantidad.

Según el artículo 4.6 “Diámetro mínimo”, de la norma OS.050 del R.N.E.:

“El diámetro mínimo será de 75 mm para uso de vivienda y de 150 mm de diámetro para uso industrial. En casos excepcionales, debidamente fundamentados, podrá aceptarse tramos de tuberías de 50 mm de diámetro, con una longitud máxima de 100 m si son alimentados por un solo extremo ó de 200 m si son alimentados por los dos extremos, siempre que la tubería de alimentación sea de diámetro mayor y dichos tramos se localicen en los límites inferiores de las zonas de presión”.

b) VELOCIDADES DE FLUJO

Según el artículo 4.7 “Velocidad”, de la norma OS.050 del R.N.E.:

La velocidad máxima será de 3 m/s. En casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s.

Según el artículo 5.1.2. “Tuberías”, de la norma OS. 0.10 del R.N.E.:

La velocidad mínima no debe producir depósitos ni erosiones, en ningún caso será menor de 0.60 m/s.

c) PRESIONES EN LA RED

Según el artículo 4.8 “Presiones”, de la norma OS.050 del R.N.E.:

La presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m. En caso de abastecimiento de agua por piletas, la presión mínima será 3,50 m a la salida de la pileta.

Tabla N° 31: Características de las tuberías según el material.

CARACTERÍSTICAS	F°F°	PVC	CONCRETO
Valor de C en $\sqrt{\text{pie/s}}$	100	150	110
Variación de C con el tiempo	Si	No	Si
Disponibilidad en el mercado	Si	Si	Difícil
Facilidad de instalación a la conexión domiciliaria.	No	Si	No

Fuente: Propia

Como se puede apreciar, existen diferentes características para los distintos tipos de materiales con los que se elaboran las tuberías, sin embargo, debe considerarse, además, el costo e instalación de cada una de ellas para poder decidir por algún material en especial.

Por ello, para nuestro proyecto se ha decidido trabajar con tuberías de PVC. Estas a su vez se clasifican de acuerdo a la presión con la que trabajan, las cuales se muestran a continuación:

Tabla N° 32: Presión de Trabajo por Clase de Tubería.

CLASE	PRESIÓN DE TRABAJO	PRESIÓN EN METROS DE AGUA
A - 5	5.00 kg/cm ²	52.50 m.c.a.
A - 7.5	7.50 kg/cm ²	73.50 m.c.a.
A - 10	10.00 kg/cm ²	105.00 m.c.a.
A - 15	15.00 kg/cm ²	150.00 m.c.a.

Fuente: Propia

8.1.7 UBICACIÓN Y RECUBRIMIENTOS DE TUBERÍAS.

Según el artículo 4.9 "Ubicación y recubrimiento de tuberías", de la norma OS.050 del R.N.E.:

- Se fijarán las secciones transversales de las calles del proyecto, siendo necesario analizar el trazo de las tuberías nuevas con respecto a otros servicios existente y/o proyectos.
- En todos los casos las tuberías de agua potable se ubicarán, respecto a las redes eléctricas, de telefonía, conductos de gas u otros, en forma tal que se garantice una instalación segura.
- En las calles de 20m de ancho o menos, las tuberías principales se proyectarán a un lado de la calzada como mínimo a 1.20m del límite de propiedad y de ser posible en el lado de mayor altura, a menos que se justifique la instalación de 2 líneas paralelas.

- En las calles y avenidas de más de 20m de ancho se proyectarán una línea a cada lado de la calzada cuando no se consideren ramales de distribución.
- El ramal distribuidor de agua se ubicará en la vereda, paralelo al lote, a una distancia máxima de 1.20 m desde el límite de propiedad hasta el eje del ramal distribuidor.
- La distancia mínima entre los planos verticales tangentes más próximos de una tubería principal de agua potable u una tubería principal de agua residuales, instaladas paralelamente, será de 2m, medio horizontalmente.
- En las vías peatonales, pueden reducirse las distancias entre tuberías principales y entre éstas y el límite de propiedad, así como los recubrimientos siempre y cuando:
 - Se diseñe protección especial a las tuberías para evitar su fisuramiento o ruptura.
 - Si las vías peatonales presentan elementos (bancas, jardines, etc.) que impidan el paso de los vehículos.
 - La mínima distancia libre horizontal medida entre ramales distribuidores y ramales colectores, entre ramal distribuidor y tubería principal de agua o alcantarillado, ubicados paralelamente, será de 0.20m. Dicha distancia debe medirse entre los planos tangentes más próximos de las tuberías.
 - En vías vehiculares, las tuberías principales de agua potable deben proyectarse con un recubrimiento mínimo de 1m sobre la clave del tubo. Recubrimientos menores, se deben justificar.
 - En zonas sin acceso vehicular el recubrimiento mínimo será de 0.30m. El recubrimiento mínimo medido a partir de la clave del tubo para un ramal distribuidor de agua será de 0.30m.

8.1.8 CAUDALES DE DISEÑO.

Según el artículo 4.1 "Caudal de diseño", de la norma OS.050 del R.N.E.:

La red de distribución se calculará con la cifra que resulte mayor al comparar el gasto máximo horario con la suma del gasto máximo diario más el gasto contra incendios para el caso de habilitaciones en que se considere demanda contra incendio.

Pero en este proyecto la red del servicio de agua se diseñará para atender un gasto igual al Caudal Máximo Horario, ya que no existe caudal contra incendio.

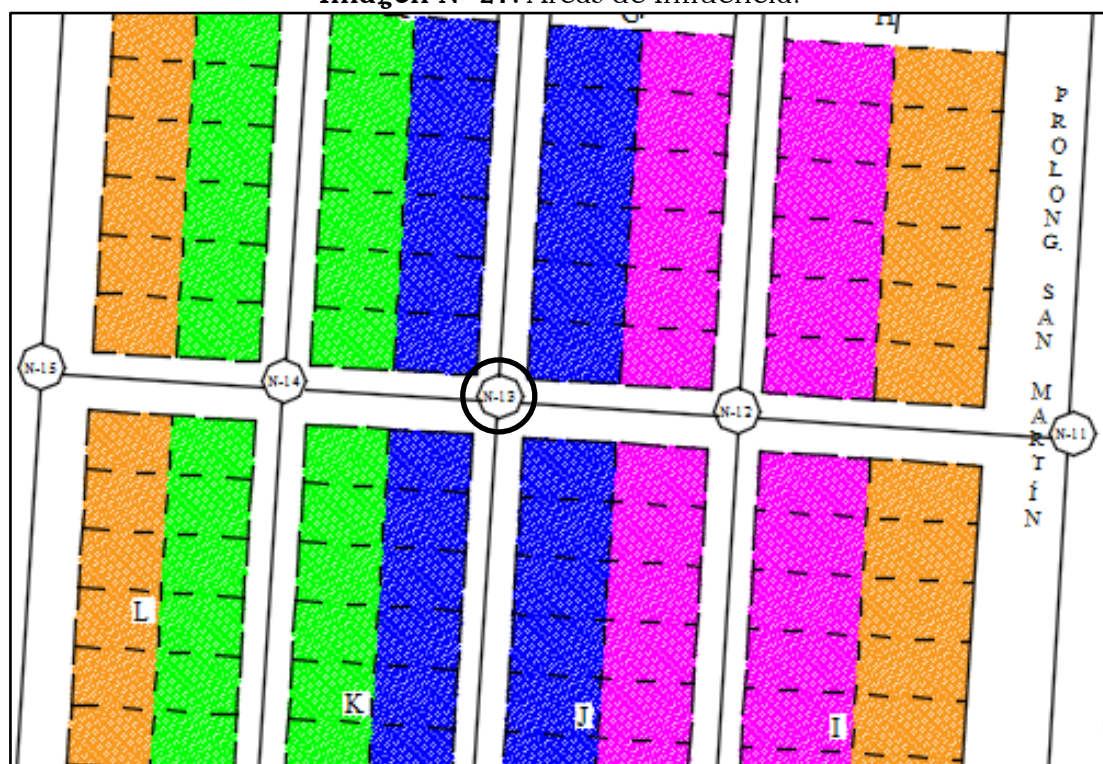
8.1.9 CÁLCULOS HIDRÁULICOS.

Este análisis se realizará utilizando el software WATERCAD V8i, el cual nos permitirá analizar, diseñar y optimizar los sistemas de distribución de redes de agua. Este procedimiento se mostrará más adelante.

8.1.10 DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA O TRIBUTARIA.

El área de influencia se determina demarcando entre dos nudos adyacentes, el punto medio de la distancia entre los dos, encerrando por un polígono el sector que ha sido definido, repitiendo el mismo procedimiento con los nudos adyacentes, este es el caso del nudo N-13. A continuación se muestra una sección del plano de áreas de influencia.

Imagen N° 27: Áreas de Influencia.



Fuente: Propia.

En la figura anterior se puede apreciar el área de influencia o el área tributaria del nudo N-13, la cual nos servirá para calcular el caudal que se aporta a ese nudo.

Si bien recordamos que el área tributaria de un nudo se calcula demarcando el punto medio tanto para las calles como para las avenidas entonces el procedimiento es el siguiente:

Hacemos un conteo del número de casas que se encuentran tanto en la calle como en la avenida y de esto tomamos la mitad de las casas que se encuentran en cada cuadra a ambos lados, para nuestro caso, en la figura anterior observamos las casas que pertenecen al área tributaria del nudo N-13, que son las que están pintadas de color azul.

Si contamos el número de casas que posee dicho nudo, obtenemos un número de 24 casas que conforman el área tributaria o área de influencia de ese nudo.

Este mismo procedimiento se realiza para cada uno de los nudos que conforman la red, para luego ser utilizados en el cálculo del caudal que tendrá cada nudo, que es el siguiente paso para el diseño.

8.1.1.1. CÁLCULO DE CONSUMOS EN LOS NUDOS DE LA RED.

Como se mencionó anteriormente, para el diseño de la red de distribución se utilizará el software WATERCAD V8i.

Para la utilización de este software es necesario conocer u obtener una serie de datos que nos servirán propiamente para el diseño de la red.

Es importante mencionar que antes de introducirle los datos al software WATERCAD V8i, es necesario conocer los caudales en cada uno de los nudos, para ello utilizaremos el siguiente procedimiento:

- a. Según el plano de Lotización, la cantidad de lotes (actuales y proyectados) que posee el sistema es de
- b. El caudal que vamos a distribuir en cada uno de los nudos es el Caudal Máximo Horario.
- c. Con estos datos procedemos a obtener el Factor de Salida (K) que no es más que la relación entre el Qmh y el Número de casas o lotes.

$$k = \frac{Q_{mh}}{N^{\circ} \text{ de casas}}$$

- d. Después que hemos obtenido el Factor de Salida (K), se procede al cálculo del Caudal en cada uno de los nudos con la siguiente formula:

$$Q_{\text{de nudo}} = k * N^{\circ} \text{ de casas}$$

Los cálculos de todos los nudos se muestran en los anexos. Cuando se ha realizado todo el proceso descrito anteriormente se está listo para utilizar el software WATERCAD V8i, a continuación, se presentan los pasos a seguir para introducir los datos correspondientes al software.

8.1.11 VÁLVULAS Y ACCESORIOS.

8.1.12 VÁLVULAS.

Según el artículo 4.10 "Válvulas", de la norma OS.050 del R.N.E.:

La red de distribución estará provista de válvulas de interrupción que permitan aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud.

Se proyectarán válvulas de interrupción en todas las derivaciones para ampliaciones. Las válvulas deberán ubicarse, en principio, a 4 m de la esquina o su proyección entre los límites de la calzada y la vereda.

Las válvulas utilizadas tipo reductoras de presión, aire y otras, deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento. Toda válvula de interrupción deberá ser instalada en un alojamiento para su aislamiento, protección y operación.

Deberá evitarse los “puntos muertos” en la red, de no ser posible, en aquellos de cotas más bajas de la red de distribución, se deberá considerar un sistema de purga. El ramal distribuidor de agua deberá contar con válvula de interrupción después del empalme a la tubería principal.

8.1.13 HIDRATANTES CONTRA INCENDIOS.

Según el artículo 4.11 “Hidrantes contra incendio”, de la norma OS.050 del R.N.E.: Los hidrantes contra incendio se ubicarán en tal forma que la distancia entre dos de ellos no sea mayor de 300 m. Los hidrantes se proyectarán en derivaciones de las tuberías de 100 mm de diámetro o mayores y llevarán una válvula de interrupción.

8.1.14 ANCLAJES Y EMPALMES.

Según el artículo 4.9 “Anclajes”, de la norma OS.050 del R.N.E.:

Deberá diseñarse anclajes de concreto simple, concreto armado o de otro tipo en todo accesorio de tubería, válvula e hidrantes contra incendio, considerando el diámetro, la presión de prueba y el tipo de terreno donde se instalarán. El empalme del ramal distribuido de agua con la tubería principal se realizará con tubería de diámetro mínimo igual a 63mm.

8.1.15 CONEXIONES DOMICILIARIAS.

Las instalaciones domiciliarias, comprenderán de los siguientes accesorios:

- Abrazaderas: Se inician en la salida de la tubería.
- Válvula Macho: Va a continuación de la abrazadera.
- Válvula Globo: Está antes de la entrega al medidor.
- Medidor.
- Niple con su tapón.

La tubería de conducción será de PVC de $\varnothing 1/2$ ” va desde la abrazadera hasta llegar al nivel de la vereda, llegando a la caja del medidor de cada lote o vivienda. Para el presente proyecto se realizarán conexiones domiciliarias.

IX. ALCANTARILLADO.

9.1.1 INTRODUCCIÓN.

El recojo y transporte del agua residual o agua servida desde los diversos puntos en que se originan, constituye la primera gestión efectiva del saneamiento de una población. Los conductos que realizan esta función se denominan alcantarillas y el conjunto de los mismos forman la red de alcantarillado. La red de alcantarillado tiene la misión de recoger las aguas residuales de las zonas habitadas y conducir las a un punto donde se evacúan.

Desde que el agua residual se recoge, se transforma en un peligro para la ciudad, por lo que esta fase del problema de saneamiento de las poblaciones, exige el cuidadoso estudio del curso del agua. La determinación de las dimensiones necesarias de las tuberías, la inclinación o gradiente de las alcantarillas.

9.1.2 ESTUDIO DE CONTRIBUCIONES.

9.1.3 ESTUDIO DE CONTRIBUCIONES Y CAUDALES DE DISEÑO.

Antes de diseñar un sistema de alcantarillado, se debe estudiar la comunidad o área que se va a servir, para estimar el tipo y cantidad de flujo que se va a manejar.

El diseño debe basarse en el flujo estimado para una época futura o cuando se termine el desarrollo urbano. Se debe conocer también por anticipado, las normativas sobre la conveniencia de construir alcantarillas separadas o combinadas.

En el diseño, se debe estimar el caudal y sus variaciones en el área del proyecto. Para determinar el caudal de aguas residuales que se utilizará en el diseño de los sistemas de alcantarillado, se debe considerar los siguientes factores:

FACTOR DE RETORNO (C)

La cantidad de aguas residuales generada por una comunidad es menor a la cantidad de agua potable que se le suministra, debido a que existen pérdidas a través del riego de jardines, abrevado de animales, limpieza de viviendas y otros usos externos.

El porcentaje de agua distribuida que se pierde y no ingresa a las redes de alcantarillado, depende de diversos factores, entre los cuales están: los hábitos y valores de la población, las características de la comunidad, la dotación de agua, y las variaciones del consumo según las estaciones climáticas de la población.

Según R.N.E. Título II, Obras de Saneamiento, OS 100. 1.8 Caudal de contribución de alcantarillado, establece: Se considerará que el 80% del caudal de agua potable consumida ingresa al sistema de alcantarillado.

Para este proyecto se considerará como factor de retorno el 80% del Q_{mh} .

CAUDAL DE INFILTRACIÓN (Qi)

El caudal de infiltración incluye el agua del subsuelo que penetra las redes de alcantarillado, a través de las paredes de tuberías defectuosas, uniones de tuberías, conexiones, y las estructuras de los pozos de visita, cajas de paso, terminales de limpieza, etc. El caudal de infiltración se determinará considerando los siguientes aspectos:

- Altura del nivel freático sobre el fondo del colector.
- Permeabilidad del suelo y cantidad de precipitación anual.
- Dimensiones, estado y tipo de alcantarillas, y cuidado en la construcción de cámaras de inspección.
- Material de la tubería y tipo de unión.

Según R.N.E. Título II, Obras de Saneamiento, OS 100. 1.9 Agua de Infiltración y Entradas Ilícitas, establece:

Asimismo, deberá considerarse como contribución al alcantarillado, el agua de infiltración, asumiendo un caudal debidamente justificado en base a la permeabilidad del suelo en terrenos saturados de agua freática y al tipo de tubería a emplearse, así como el agua de lluvia que pueda incorporarse por las cámaras de inspección y conexiones domiciliarias.

Las infiltraciones son difíciles de predecir ya que no hay parámetros exactos para la obtención de este caudal, sin embargo, se puede afirmar que una alteración o error de estimación no afectaría considerablemente las condiciones de diseño, ya que, comparado con el resto de contribuciones, éste no es muy significativo. Por lo tanto, su variación está dentro de rangos bastantes amplios, existiendo diversos estudios de carácter práctico.

En nuestro proyecto el nivel freático, se encuentra en una profundidad mayor de los 1.50 m. y el material de tubería propuesto para la red es de PVC, según las especificaciones del material, este alcanza una absorción de 4.00 mg/cm². Esto no implica una influencia significativa sobre la contribución total. Sin embargo, se tomará en cuenta la infiltración por algún proceso defectuoso de construcción.

Según Vierendel: “El gasto de infiltración se encuentra entre los rangos de 0.0002 lt/seg/ m y 0.0008 lt/seg/m”.

Para este proyecto no se considerará el caudal de infiltración debido a que el material a utilizar será de PVC.

CAUDAL POR CONEXIONES ERRADAS (Qe)

Se deben considerar los caudales provenientes de malas conexiones o conexiones erradas, así como las conexiones clandestinas de patios domiciliarios que incorporan al sistema aguas pluviales. El caudal por conexiones erradas puede ser del 5% al 10% del caudal máximo horario de aguas residuales.

Para este proyecto se considerará el caudal por conexiones erradas como el 10% del caudal máximo horario de aguas residuales.

CAUDALES CONCENTRADOS (Qc)

Son contribuciones debido a instalaciones no habitacionales que presentan un consumo bastante superior al doméstico, son caudales sobretodo correspondiente a descargas de industrias pequeñas o de establecimientos comerciales.

Para este proyecto se considerará los caudales concentrados ya que presenta un consumo bastante superior al doméstico.

9.1.4 CAUDAL DE DISEÑO.

Los caudales que discurrirán a través de las redes de alcantarilla para el inicio y fin del proyecto se calculan de la siguiente manera, partiendo en este caso el caudal de Diseño de Agua Potable, antes calculado.

$$Qd = Qmh * C + Qi + Qe + Qc$$

Dónde:

Qd = Caudal de diseño (l/s)

Qmh = Caudal máximo horario

C = Factor de Retorno

Qi = Caudal por infiltración

Qe = Caudal por conexiones erradas

Qc = Caudales concentrados.

9.1.5 CAUDAL POR TRAMOS EN LA RED.

Existen varios métodos para el cálculo del caudal en los tramos de la Red, tales como el método de áreas, de línea, de población, etc.

Para este proyecto se ha considerado contar el caudal en marcha por tramos, es decir contar cuantas viviendas alimentarían cada tramo de red, por las características físicas del lugar y la poca población.

9.1.6 SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

9.1.7 CONEXIONES DOMICILIARIAS.

Se hará un total de 2258 conexiones domiciliarias (proyectadas).

9.1.8 DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO.

El diseño de un sistema de alcantarillado por gravedad se realiza considerando que durante su funcionamiento se debe cumplir la condición de auto limpieza para limitar la sedimentación de arena y otras sustancias sedimentables (heces y otros productos de desecho) en los colectores. Los criterios de diseño empleados en los sistemas de alcantarillado que han sido estudiados, se mostraran para optar por el óptimo para las condiciones del proyecto.

FÓRMULA PARA EL DISEÑO

Considerando que el flujo en las tuberías de alcantarillado será uniforme y permanente, donde el caudal y la velocidad media permanecen constantes en una determinada longitud de conducto. La fórmula empírica de Manning es la más práctica para el diseño de canales abiertos, actualmente se utiliza para conductos cerrados y tiene la siguiente expresión:

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Dónde:

$$\begin{aligned} V &= \text{Velocidad (m/s)} \\ n &= \text{Coeficiente de rugosidad (adimensional)} \\ R &= \text{Radio hidráulico (m)} \\ S &= \text{Pendiente (m/m)} \end{aligned}$$

El Radio hidráulico se define como:

$$R = \frac{A_m}{P_m}$$

Dónde:

$$\begin{aligned} A_m &= \text{Área de la sección Mojada (m}^2\text{)} \\ P_m &= \text{Perímetro de la sección Mojada (m)} \end{aligned}$$

Para tuberías con sección llena, el radio hidráulico es:

$$R = \frac{D}{4}$$

Dónde:

$$\begin{aligned} D &= \text{Diámetro (m)} \\ R &= \text{Radio hidráulico} \end{aligned}$$

Sustituyendo el valor de (R), la fórmula de Manning para tuberías a sección llena es:

$$v = \frac{0.397}{n} D^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

La cual puede expresarse en función del caudal:

$$Q = VA$$

Dónde:

Q = Caudal (m³/s)

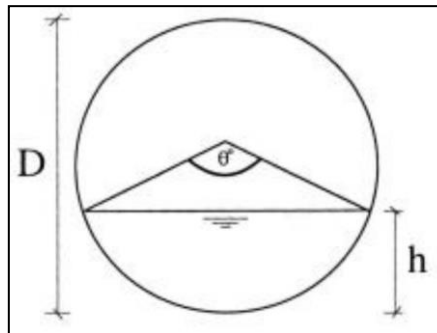
A = Área de la sección circular (m²)

Siendo:

$$A = \frac{0.312}{n} D^{\frac{8}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Para tuberías parcialmente llenas:

Imagen N° 28: Sección Hidráulica de la tubería.



Fuente: Propia.

El ángulo central θ° (en grado sexagesimal):

$$\theta^\circ = 2 \arccos \left[1 - \frac{2h}{D} \right]$$

El Radio Hidráulico quedaría expresado de la siguiente forma:

$$R = \frac{D}{4} \left[1 - \frac{360}{2\pi\theta^\circ} \right]$$

Sustituyendo el valor de (R), la fórmula de Manning para tuberías con sección parcialmente llena es:

$$V = \frac{0.397 D^{\frac{2}{3}}}{n} \left[1 - \frac{360 \operatorname{sen} \theta^\circ}{2\pi\theta^\circ} \right]^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

En función del caudal:

$$Q = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{7257.15 n (2\pi\theta^\circ)^{\frac{3}{2}}} \left[2\pi\theta^\circ - 360 \operatorname{sen} \theta^\circ \right]^{\frac{5}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

9.1.9 PROPIEDADES HIDRÁULICAS DE LOS CONDUCTOS CIRCULARES.

FLUJO EN TUBERÍAS CON SECCIÓN LLENA

En el diseño de conductos circulares, se utilizan tablas, nomogramas o programas de computadora, los mismos están basados en la fórmula de Manning y relacionan la pendiente, diámetro, caudal (capacidad hidráulica) y velocidad, para condiciones de flujo a sección llena.

FLUJO EN TUBERÍAS CON SECCIÓN PARCIALMENTE LLENA

El flujo a sección llena se presenta en condiciones especiales. Se debe destacar que la condición normal de flujo en conductos circulares de alcantarillado, es a sección parcialmente llena, con una superficie de agua libre y en contacto con el aire.

Durante el diseño, es necesario determinar el caudal, velocidad, tirante y radio hidráulico, cuando el conducto fluye a sección parcialmente llena (condiciones reales).

Para el cálculo es necesario utilizar las propiedades hidráulicas de la sección circular que relacionan las características de flujo a sección llena y parcialmente llena.

FLUJO MÍNIMO EN LAS REDES

Los cálculos de diseño de alcantarillas convencionales asumen condiciones de estado constante.

En la práctica los flujos en los tramos iniciales de las redes de alcantarillado son muy variables, dependiendo en cualquier momento, de la cantidad de ramales que descargan y los sanitarios que son evacuados.

De lejos, los flujos máximos ocurren ante la descarga de los inodoros sanitarios, los cuales se extienden como ondas a través de las redes, siendo amortiguados por la fricción en las paredes internas de los colectores y por su paso por las cámaras de inspección, a mayor recorrido por las redes el amortiguamiento es mayor.

Es recomendable emplear un “flujo mínimo” en el diseño de alcantarillas, especialmente en las que se encuentran en los tramos iniciales de la red o donde no se disponga información para los cálculos.

Es decir, se debe emplear la ecuación general de Manning, para calcular el caudal máximo horario (flujo pico), pero sujeto a un mínimo valor especificado.

El flujo pico mínimo aplicado en el diseño de alcantarillas, representa el flujo pico que resulta de la descarga de un inodoro sanitario. Si el flujo pico en el tramo del colector en consideración es menor que Q_{min} , entonces este último se utiliza en el diseño.

Según R.N.E. Título II, Obras de Saneamiento, OS 070 Redes de aguas residuales, 4.6 Dimensionamiento Hidráulico, establece:

En todos los tramos de la red deben ser calculados los caudales inicial y final (Q_i y Q_f). El valor mínimo del caudal a considerar, será de 1.50 l/s.

Para este proyecto se considerará el caudal mínimo de 1.50 l/s.

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

Para el diseño de alcantarillas nuevas y en la comprobación de la capacidad de alcantarillas existentes bien construidas, se recomienda emplear un coeficiente de rugosidad de Manning y Kutter-Ganguillet (n) de 0,01.

Deberán utilizarse valores superiores de n en alcantarillas ya construidas, en las cuales se realice alguna de las siguientes observaciones: desgaste considerable, desviaciones en las alineaciones y pendientes, variaciones de las dimensiones interiores, existencia de sedimentos y construcción de baja calidad.

Según R.N.E. Título II, Obras de Saneamiento, OS 070 Redes de aguas residuales, establece, los siguientes valores para “ n ”:

Tabla N° 33: Valores del Coeficiente de Manning.

TIPO DE TUBERÍA	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE
Asbesto - Cemento	0.010
Hierro Fundido	0.010
Cloruro de Polivinilo (PVC)	0.010
Concreto Armado (liso)	0.013
Arcilla Vitrificada	0.010
Concreto Armado (rugoso)	0.015

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

9.1.10 CRITERIOS DE DISEÑO.

Durante el funcionamiento del sistema de alcantarillado, se debe cumplir la condición de auto limpieza para limitar la sedimentación de arena y otras sustancias sedimentables (heces y otros productos de desecho) en los colectores. La eliminación continua de sedimentos es costosa y en caso de falta de mantenimiento se pueden generar problemas de obstrucción y taponamiento.

En el caso de flujo en canales abiertos la condición de auto limpieza está determinada por la pendiente del conducto. Para tuberías de alcantarillado, la pendiente mínima puede ser calculada utilizando el criterio de velocidad mínima o el criterio de la tensión tractiva.

A continuación, se realiza un análisis comparativo de ambos criterios.

CRITERIO DE VELOCIDAD MÍNIMA

La práctica usual, es calcular la pendiente mínima, con el criterio de la velocidad mínima y para condiciones de flujo a sección llena. Bajo este criterio las tuberías de alcantarillado se proyectan con pendientes que aseguren una velocidad mínima.

Ahora, la determinación de la velocidad mínima, seguirá no solo los criterios técnicos sino las experiencias conocidas, logrando una velocidad capaz de lograr la auto limpieza de las alcantarillas en las horas, cuando el caudal de aguas residuales es mínimo y el potencial de deposición de sólidos en la red es máximo.

A su vez, la velocidad mínima de auto limpieza es fundamental para conducir a la minimización de las pendientes de las redes colectoras, principalmente en áreas planas, haciendo posible economizar la excavación y reducir los costos.

El criterio de velocidad mínima se emplea desde hace más de un siglo. En el año 1880, George Waring Jr. diseñó el primer sistema separativo de Estados Unidos, considerando una velocidad mínima de 0,60 m/s para los caudales máximos.

Waring, argumentó que si esa velocidad se alcanzaba por lo menos una vez al día, el sistema podría funcionar sin problemas.

Según Vierendel: “La velocidad mínima es de 0.6m/seg y la Velocidad máxima de 3m/seg para tuberías de PVC.

La práctica normal es proyectar el alcantarillado con una pendiente que asegure una velocidad mínima de 0,60 m/s, cuando el flujo de diseño se produce a sección llena (75% del diámetro de la tubería) o semi llena (50% del diámetro de la tubería).

En el primer caso, cuando el tirante sea menor al máximo (75% D), las velocidades serán menores de 0,60 m/s. En el segundo caso, cuando el tirante es menor a la mitad del diámetro de la tubería, la velocidad será menor de 0,60 m/s, mientras que, para tirantes mayores a la mitad del diámetro, la velocidad estará ligeramente superior de 0,60 m/s.

Macedo (1962), en base a la experiencia brasileña, comentaba que: “obedeciendo el límite mínimo de velocidad de 0,15 m/s en las horas de mínimo consumo, la auto limpieza estará garantizada si durante la ocurrencia del caudal máximo, ocurre por lo menos una de 0,6 m/s, simultáneamente con el tirante mojado mínimo necesario. En estas condiciones se removerán los sedimentos dejados por los caudales mínimos”.

Según Metcalf y Eddy (1995): “La velocidad en la zona próxima a la solera de la alcantarilla tiene gran influencia sobre la velocidad global de circulación y que una velocidad media de 0,3 m/s es suficiente para evitar depósitos importantes de sólidos”.

Estos mismos investigadores han dejado entrever que la calidad esperada para la construcción de las alcantarillas influye en la selección de la velocidad mínima, si se espera una construcción con mano de obra no especializada y con materiales de relativa calidad se tendría que fijar un valor conservador de velocidad y viceversa si se espera una alta calidad de construcción, la velocidad que se selecciona para el diseño podría ser menor.

Con el desarrollo del alcantarillado simplificado, surgieron nuevos criterios de velocidad para asegurar la condición de auto limpieza en las tuberías. A continuación, se mencionan estos criterios, los cuales también pueden aplicarse para el diseño de colectores convencionales.

Según Azevedo-Netto (1992): “No es la mejor opción considerar la velocidad del flujo en la sección total o en la mitad de la sección, porque estas velocidades se producen en situaciones específicas que no corresponden a casos prácticos.

Es más exacto controlar las velocidades que corresponden a los flujos estimados. Para la velocidad mínima se deberá considerar el caudal máximo en la etapa inicial del proyecto y la velocidad máxima se calcula para el flujo máximo al final del periodo de diseño”.

La velocidad mínima no debe ser menor de 0,45 ó 0,50 m/s. Es mejor aceptar un valor inferior para el flujo “real”, que fijar un valor mayor para un flujo hipotético (sección llena o semi llena).

De la fórmula de Manning, la pendiente tiene la siguiente expresión:

$$S = \left[\frac{v_n}{0.397 D^{2/3}} \right]^2 \text{ mm}$$

Para este proyecto se considerará una velocidad mínima de 0.60 m/seg, con el fin de evitar la sedimentación y una velocidad máxima de 3 m/seg para evitar la erosión de las alcantarillas.

CRITERIO DE TENSIÓN TRACTIVA

La tensión tractiva o fuerza de arrastre (τ), es la fuerza tangencial por unidad de área mojada ejercida por el flujo de aguas residuales sobre un colector y en consecuencia sobre el material depositado.

Como se muestra en la figura, en la masa de aguas residuales de un tramo de colector de longitud “L”, con área de sección transversal “A” y perímetro mojado “P”, la tracción tractiva estará dada por el componente del peso (W) en dirección del flujo dividido por el área mojada:

$$\tau = \frac{W \text{ sen } \phi}{P L}$$

Dónde:

- τ = Tensión tractiva (N/m², Pa)
- P = Perímetro mojado (m).
- L = Longitud (m)
- W = Peso (Newton)

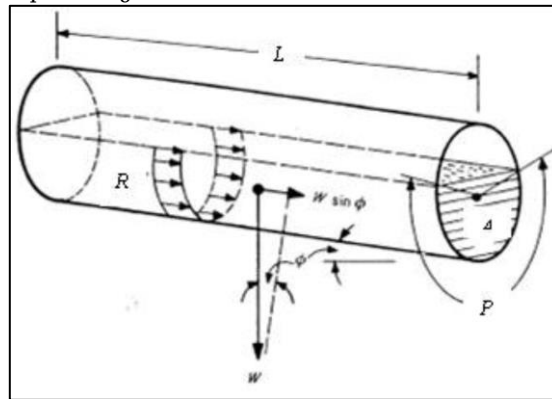
El peso (W) está dado por:

$$W = \rho \cdot g \cdot A \cdot L$$

Dónde:

- ρ = Densidad de aguas residuales (kg/m³)
- g = Aceleración de la gravedad (m/s²).
- A = Área de la sección transversal (m²).
- L = Longitud (m).

Imagen N° 29: Descripción grafica de la tensión tractiva en un colector circular.



Fuente: Propia.

Si se considera que A/P es el radio hidráulico, R:

Cuando ϕ es pequeño, $\sin(\phi) = \tan(\phi)$, y como la $\tan \phi$ es la gradiente del colector, S (m/m), la ecuación de tensión tractiva puede ser escrita de la siguiente forma:

$$\tau = \rho \cdot g \cdot R \cdot S$$

La pendiente del colector será calculada con el criterio de la tensión tractiva, según la ecuación anterior; el objetivo es calcular la pendiente mínima del tramo, capaz de provocar la tensión suficiente para arrastrar el material que se deposita en el fondo.

La pendiente mínima de la tubería, puede ser calculada con el criterio de la tensión tractiva, considerando que el transporte de sedimentos es proporcional a la tensión tractiva. De la ecuación anterior, obtenemos la pendiente de la tubería a sección llena:

$$s = \frac{\tau}{\rho \cdot g \cdot R}$$

Y la pendiente para tuberías para sección parcialmente llena:

$$S = \frac{\tau}{\rho g \frac{D}{4} \left[1 - \frac{360 \text{sen} \theta^\circ}{2\pi \theta^\circ} \right]}$$

TENSIÓN TRACTIVA MÍNIMA

La tensión tractiva mínima para los sistemas de alcantarillado deberá tener como valor mínimo:

$$\tau_{\text{min}} = 1 \text{ Pa}$$

Según R.N.E. Título II, Obras de Saneamiento, OS 070 Redes de aguas residuales, 3.1 Dimensionamiento Hidráulico, establece:

Cada tramo debe ser verificado por el criterio de Tensión Tractiva Media (σ) con un valor mínimo $\sigma = 1,0 \text{ Pa}$, calculada para el caudal inicial (Q_i), valor correspondiente para un coeficiente de Manning $n = 0,013$.

Para este proyecto se considerará una tensión tractiva mínima de 1 Pa.

PENDIENTE MÍNIMA

Según el R.N.E.:

Cada tramo de colector debe ser verificado por el criterio de la tensión tractiva media con un valor mínimo de $0,10 \text{ kg/m}^2 = 0,98 \text{ Pa}$, para el caudal inicial, con un coeficiente de Manning $n = 0,013$. La pendiente mínima que satisface esta condición puede ser determinada por la siguiente expresión:

$$S_{o \text{ min}} = 0.0055 Q_i^{-0.47}$$

Dónde:

$$S_{o \text{ min}} = \text{Pendiente mínima (m/m)}$$

$$Q_i = \text{Caudal inicial (L/s)}$$

Para coeficientes de Manning diferentes de 0,013, los valores de Tensión Tractiva Media y pendiente mínima a adoptar deben ser justificados. Los valores de diámetros y velocidad mínima podrán ser calculados con las fórmulas de Ganguillet – Kutter”.

Sustituyendo en la ecuación anterior un caudal inicial de 1,5 l/s (arranque), se obtiene una pendiente de 4,55 o/oo, mayor a la pendiente obtenida según el criterio de tensión tractiva antes mencionada, debido principalmente al coeficiente de rugosidad.

Según Vierendel “Los 300 m iniciales (aproximadamente) de las líneas de alcantarillas, según el R.N.E, se diseñarán con una pendiente de 10 ‰. Las pendientes recomendadas para tuberías de alcantarillado se muestran en siguiente cuadro:

Tabla N° 34: Pendientes mínimas y Máximas.

DIÁMETRO - (Ø)		MANNING - S (%)	
in	m	Mínimo	Máximo
8"	0.203	3.30	82.50
10"	0.254	2.50	61.30
12"	0.304	1.90	48.00
14"	0.356	1.60	39.10

Fuente: RNE.

Para este proyecto se respetará las pendientes mínimas según el caudal mínimo y lo establecido por Vierendel.

DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD MÁXIMA

Según R.N.E. Título II, Obras de Saneamiento, OS 070 Redes de aguas residuales, 3.1 Dimensionamiento Hidráulico, establece:

Por tanto, es recomendable calcular la máxima pendiente admisible para una velocidad final de:

$$V_f = 5 \text{ m/s.}$$

Por otro lado, cuando la velocidad final (V_f) sea superior a la velocidad crítica (V_c), la altura máxima de lámina líquida admisible debe ser 0,5 del diámetro del colector, asegurando la ventilación del tramo.

La velocidad crítica es definida por:

$$V_c = 6\sqrt{g \cdot R}$$

Dónde:

$$g = \text{Aceleración de la gravedad (m/s}^2\text{)}$$
$$R = \text{Radio hidráulico (m)}$$

La altura de la lámina de agua debe ser siempre calculada admitiendo un régimen de flujo uniforme y permanente, siendo el valor máximo para el caudal final (Q_f), igual o inferior a 75% del diámetro del colector.

9.1.11 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

CONEXIONES DOMICILIARIAS

Son aquellas tuberías que conducen las aguas residuales de las viviendas o edificios hasta el colector que pasa por la calle. Este tramo de tubería tiene un diámetro de acuerdo al gasto correspondiente de la edificación. La conexión domiciliaria deberá tener los siguientes componentes y características, según el R.N.E. y la Guía para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado:

- El elemento de conducción conformado por una tubería con una pendiente mínima de 15 por mil (acometida).

- El elemento de empalme o empotramiento constituido por un accesorio de empalme que permita libre descarga sobre la clave del tubo colector.
- Se deberá ubicar a una distancia entre 1,20 a 2,00 m de la línea de propiedad, izquierda o derecha.
- El diámetro mínimo de la conexión será 100 mm.

TUBERÍAS: UBICACIÓN Y RECUBRIMIENTOS

Para efectuar el diseño del trazo definitivo de las tuberías, previamente se fijarán las secciones transversales de todas las calles del proyecto, con la ubicación acotada y a escala de todos los servicios públicos de electricidad, teléfonos, agua, desagüe, canales de regadío, etc., tanto existente como proyectado.

A continuación, se describen los criterios más importantes para la ubicación de las tuberías:

- En las calles de 20 m de ancho o menos se proyectará una línea de alcantarillado de preferencia en el eje de la calle.
- En las calles o avenidas de más de 20 m. de ancho, se proyectarán dos líneas de alcantarillado, una a cada lado de la vía.
- La distancia entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente más cercano de la tubería principal debe ser como mínimo 1,5 m.
- La distancia mínima entre los planos verticales tangentes más próximos de una tubería principal de agua y una tubería principal de aguas residuales, instaladas paralelamente, será de 2 m, medido horizontalmente.
- La mínima distancia libre horizontal medida entre ramales distribuidores y ramales colectores, entre ramal distribuidor y tubería principal de agua o alcantarillado, entre ramal colector y tubería principal de agua o alcantarillado, ubicados paralelamente, será de 0,20 m. Dicha distancia debe medirse entre los planos tangentes más próximos de las tuberías.
- El ramal colector de aguas residuales debe ubicarse en las veredas y paralelo frente al lote. El eje de dichos ramales se ubicará de preferencia sobre el eje de vereda, o en su defecto, a una distancia de 0,50 m a partir del límite de propiedad.
- El recubrimiento sobre las tuberías no debe ser menor de 1,0 m en las vías vehiculares y de 0,30 m en las vías peatonales y/o en zonas rocosas, debiéndose verificar para cualquier profundidad adoptada, la deformación (deflexión) de la tubería generada por cargas externas. Para toda profundidad de enterramiento de tubería el proyectista planteará y sustentará técnicamente la protección empleada.

- Excepcionalmente el recubrimiento mínimo medido a partir de la clave del tubo será de 0.20 m. cuando se utilicen ramales colectores y el tipo de suelo sea rocoso. Si existiera desnivel en el trazo de un ramal colector de alcantarillado, se implementará la solución adecuada a través de una caja de inspección, no se podrá utilizar curvas para este fin, en todos los casos la solución a aplicar contará con la protección conveniente. El proyectista planteará y sustentará técnicamente la solución empleada.
- En todos los casos, el proyectista tiene libertad para ubicar las tuberías principales, los ramales colectores de alcantarillado y los elementos que forman parte de la conexión domiciliaria de agua potable y alcantarillado, de forma conveniente, respetando los rangos establecidos y adecuándose a las condiciones del terreno; el mismo criterio se aplica a las protecciones que considere implementar. Los casos en que la ubicación de tuberías no respete los rangos y valores mínimos establecidos, deberán ser debidamente sustentados.
- En las vías peatonales, pueden reducirse las distancias entre las tuberías y entre éstas y el límite de propiedad, así como, los recubrimientos siempre y cuando:
 - Se diseñe protección especial a las tuberías para evitar su fisuramiento o rotura.
 - Si las vías peatonales presentan elementos (bancas, jardineras, etc.) que impidan el paso de vehículos.
- En caso de posibles interferencias con otros servicios públicos, se deberá coordinar con las entidades afectadas con el fin de diseñar con ellas, la protección adecuada. La solución que adopte debe contar con la aprobación de la entidad respectiva.
- En los puntos de cruce de tuberías principales de alcantarillado con tuberías principales de agua de consumo humano, el diseño debe contemplar el cruce de éstas por encima de las tuberías de alcantarillado, con una distancia mínima de 0,25 m medida entre los planos horizontales tangentes más cercanos.
- En el diseño se debe verificar que el punto de cruce evite la cercanía a las uniones de las tuberías de agua para minimizar el riesgo de contaminación del sistema de agua de consumo humano.
- Si por razones de niveles disponibles no es posible proyectar el cruce de la forma descrita en el ítem anterior, será preciso diseñar una protección de concreto en el colector, en una longitud de 3 m a cada lado del punto de cruce.
- La red de aguas residuales no debe ser profundizada para atender predios con cota de solera por debajo del nivel de vía.

- En los casos en que se considere necesario brindar el servicio para estas condiciones, se debe realizar un análisis de la conveniencia de la profundización considerando sus efectos en los tramos subsiguientes y comparándolo con otras soluciones.
- Las tuberías principales y los ramales colectores se proyectarán en tramos rectos entre cajas de inspección o entre buzones. En casos excepcionales debidamente sustentados, se podrá utilizar una curva en un ramal colector, con la finalidad de garantizar la profundidad mínima de enterramiento.

PROFUNDIDAD MÍNIMA

Los colectores se proyectarán a una profundidad tal, que asegure satisfacer la más desfavorable de las siguientes condiciones:

- La profundidad requerida para prever el drenaje de todas las áreas vecinas.
- La profundidad necesaria para no interferir con otros servicios públicos existentes y/o proyectados, ubicados principalmente en las calles transversales a la línea del colector.
- Un recubrimiento mínimo de 1 m. sobre la clave del colector en relación con el nivel de la calzada; salvo vías peatonales en que el recubrimiento podrá ser menor.
- Asegurar el drenaje de todos los lotes que den frente a la calle en la que estará ubicado el colector, considerando que por lo menos las dos terceras (2/3) partes de cada lote, en profundidad, pueda descargar por gravedad, partiendo la instalación anterior con 0,30 m. por debajo del nivel del terreno y con una pendiente mínima de quince por mil (15‰).
- En vías peatonales pueden reducirse la distancia entre las tuberías, y entre estas y los límites de propiedad, así como los recubrimientos, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:
 - Se diseñe protección especial a las tuberías para evitar su fisuramiento o ruptura.
 - Se utilicen tuberías de calidad que garantice que no se producirán filtraciones.
 - Las vías peatonales diseñadas presenten elementos (bancas, jardines, etc.), que impidan el paso de vehículos.

PROFUNDIDAD MÁXIMA

La profundidad máxima será aquella que no ofrezca dificultades constructivas, de acuerdo al tipo de suelo y que no obligue al tendido de alcantarillas auxiliares. La profundidad máxima admisible recomendada, será de 5,00 m.

Tabla N° 35: Profundidades por Diámetros.

DIMENSIONES INTERIORES (m)	DIÁMETRO MÁXIMO (mm)	PROFUNDIDAD MÁXIMA (m)
0.25*0.50	100	0.60
0.30*0.60	150	0.80
0.45*0.60	200	1.00
0.60*0.60	250	1.20

Fuente: Guía para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado (Organización Panamericana de la Salud)

CÁMARAS DE INSPECCIÓN – BUZONES

Las cámaras de inspección serán ubicadas en la línea de alcantarillado para facilitar la limpieza y mantenimiento de las redes y evitar que se obstruyan debido a una acumulación excesiva de sedimentos.

UBICACIÓN

Se proyectarán cámaras de inspección en los siguientes casos:

- En el inicio de todo colector.
- En todos los empalmes de los colectores.
- En los cambios de dirección.
- En los cambios de pendiente.
- En los cambios de diámetro, con un diseño tal que las tuberías coincidan en la clave cuando el cambio sea de menor a mayor diámetro, y en el fondo cuando el cambio sea de mayor a menor diámetro.
- En los cambios de material.
- En los puntos donde se diseñan caídas en los colectores.
- En todo lugar que sea necesario por razones de inspección y limpieza.
- En cada cámara de inspección se admite solamente una salida de colector.

SEPARACIÓN MÁXIMA

La separación máxima entre las cámaras de inspección será:

Tabla N° 36: Distancia Máxima entre Cámaras de Inspección.

DIÁMETRO NOMINAL DE LA TUBERÍA (mm)	DISTANCIA MÁXIMA (m)
100	60
150	60
200	80
250 a 300	100
Mayores a 300	150

Fuente: R.N.E. OS.070 – Redes de Aguas Residuales.

CARACTERÍSTICAS DE LOS BUZONES

Se deberán emplear cuando la profundidad sea tal que permita recubrimiento mínimo de 1 m. sobre la clave del tubo.

El diámetro interior de los buzones será 1.20 m. para tuberías de hasta de 800 mm de diámetro y de 1,50 m. para tuberías hasta de 1200 mm de diámetro.

Los buzones podrán ser prefabricados o construidos en obra. El techo será una losa removible de concreto armado y llevará una abertura de acceso de 0,60 m de diámetro.

- CANALETAS MEDIA CAÑA

En el fondo de las cámaras de inspección, se deberá diseñar media caña en dirección del flujo, y una pendiente del 25% entre el borde de la media caña y las paredes laterales de la cámara

- CÁMARAS CON CAÍDA

En las cámaras de inspección en que las tuberías no lleguen a un mismo nivel, se deberá proyectar caídas especiales cuando la descarga o altura de caída, con respecto al fondo de la cámara, sea mayor de 1 m.

- CONTROL DE REMANSO

Para evitar la formación de remansos, el fondo de la cámara de inspección deberá tener una pendiente similar a la pendiente mayor de los conductos que llegan a ella.

DISEÑO DE BUZONES

Para el diseño de las cámaras de inspección, se tendrá en cuenta su profundidad, así tenemos que:

Tabla N° 37: Distancia entre Buzones.

BUZÓN	DISTANCIA (m)
Tipo A	1.00 - 2.40
Tipo B	2.50 - 3.40
Tipo C	> 3.50

Fuente: R.N.E. OS.070 – Redes de Aguas Residuales.

Buzones Tipo A: Para el presente proyecto se emplearán buzones standard con las siguientes características:

- Diámetro interior de 1.20 m y espesor de menos de 0.15 m
- Concreto en muros y fondo $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
- Losa de Techo de Concreto Armado $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ de 0.20 m de espesor, contará con una tapa de concreto armado o fierro fundido de 0.60 m de diámetro.
- Losa de fondo, será de 0.20 m de espesor.
- El fondo y las paredes serán impermeabilizados.
- Los buzones serán de concreto simple, llevará uno o más conductos, según los colectores que lleguen al buzón, presentará en el fondo canaletas o medias cañas a partir de sus costados, elevaciones con pendiente del 25 % que permita evacuar con facilidad, los sólidos o líquidos traídos por los colectores.

Buzones Tipo B y C: Tendrán las mismas consideraciones que los buzones Tipo A, tanto en las losas como en las paredes, salvo que estas van reforzadas en dos sentidos.

El análisis de un buzón es similar al análisis de un tanque circular enterrado, trabajando principalmente a compresión.

En el caso de los buzones las dimensiones están definidas, quedando por determinar el espesor, refuerzo y verificar que la carga que transmiten al terreno no sobrepase su capacidad portante.

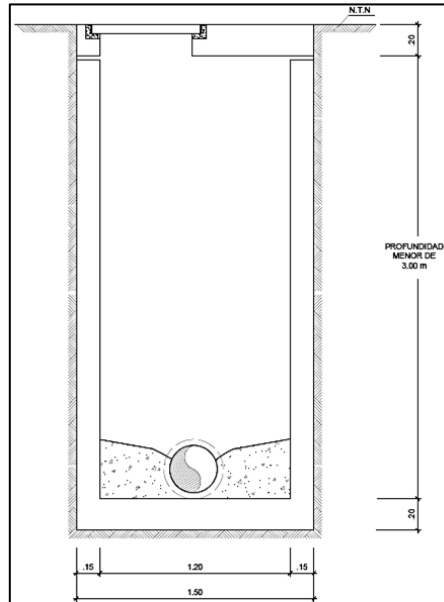
La condición de carga crítica para el diseño se presenta cuando el buzón está vacío. También se analizará cuando el buzón está lleno, sin relleno alrededor, como en muchos casos sucede durante los procesos construcción.

Es decir, se ha considerado en el diseño los efectos de ocurrencia más probable, además de los efectos más críticos esperados.

Se tomarán las recomendaciones del ACI-350, para estructuras hidráulicas, buscando garantizar su hermetismo. Para el recubrimiento del refuerzo, en estructuras retenedoras de líquidos, el ACI, sugiere:

- Para losas, expuestas a la intemperie, aguas servidas.....4.00 cm.
- Para muros con superficies expuestas al terreno, aguas servidas...5.00 cm.

Imagen N° 30: Dimensiones de Buzón Típico.



Fuente: Propia.

A.- Análisis de Cargas:

Se tendrá en cuentas tres tipos de cargas principales:

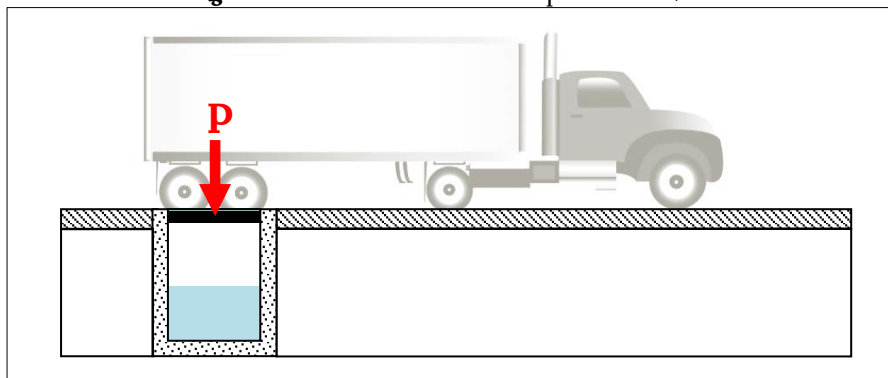
1.- Las cargas permanentes, o denominada Carga Muerta, que están formada por todos los componentes de la estructura y accesorios estructurales.

2.- La posibilidad considerada es la permanencia de una rueda sobre el buzón, para lo cual se tendrá en cuenta el tipo de vehículo a transitar por la zona.

Para cuantificar este peso, se tiene en cuenta que, sobre la losa superior o techo, se encuentra actuando medio eje de un tren de cargas tipo T2-S2.

Siendo la longitud de la tapa del buzón más pequeña que las distancias entre ejes de carga del Vehículo de Diseño, la carga que generará el momento máximo será la mitad de uno de los ejes posteriores del camión de diseño, actuando en el centro de la losa de techo.

Imagen N° 31: Presión en Tapa de Buzón.



Fuente: Propia.

Para el caso de los muros, la sobrecarga se asumirá como una altura de carga de presión (altura equivalente), esto es anticipando el hecho de existir cargas vehiculares actuando sobre la superficie de relleno.

Según el siguiente cuadro del libro de Puentes del Ing. Arturo Rodríguez Serquén, la altura equivalente dependerá de la profundidad, de la siguiente manera:

Tabla N° 38: Altura Equivalente de Sobrecarga.

H DE BUZÓN (m)	H EQUIV (m)
1.50	1.20
3.00	0.90
> 6.0	0.60

Fuente: Libro de Puentes, del Ing. Arturo Rodríguez Serquén.

3.- Además se considerará la carga del fluido (aguas servidas), cuando el buzón está lleno. El peso específico tomado para las aguas servidas es:

$$\gamma = 1.00 \text{Tn} / \text{m}^3$$

B.- Análisis de Presiones

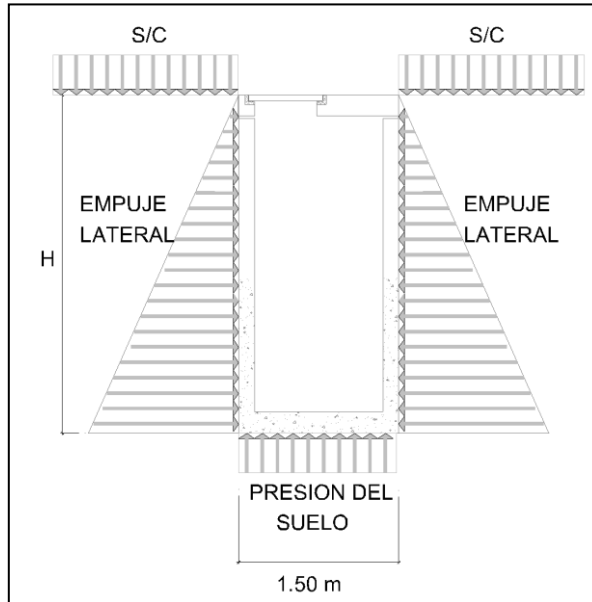
Se determinará el momento más desfavorable del buzón, considerando dos estados de carga:

- El primer estado de carga considera el buzón vacío, siendo la presión exterior del suelo la que genere el primer estado de cargas.
- El segundo estado de cargas, será cuando el buzón este en servicio, con lo cual adicionalmente a la presión de cargas exteriores del suelo, se tendrán las presiones hidrostáticas ocasionadas por el líquido de las excretas en el interior.

De lo anterior deducimos que, en el segundo caso, al ser las dos fuerzas actuantes opuesta, la resultante sería mucho menor que si solo tuviésemos una carga actuando.

La carga de presión exterior del suelo será mayor actuando sola, que la del líquido actuando por dentro, debido a que su Peso Específico es mucho mayor. Con lo cual analizaremos el primer estado de cargas para el análisis de los buzones.

Imagen N° 32: Esfuerzos Actuantes en el Buzón.



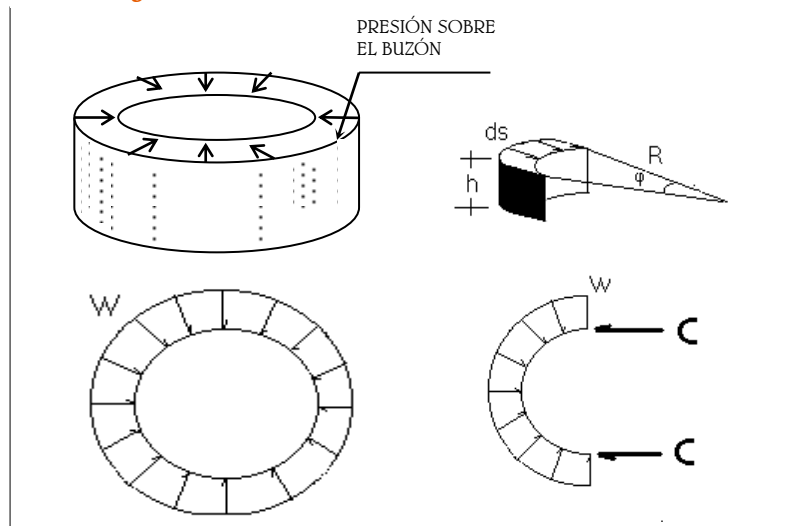
Fuente: Libro de Puentes, del Ing. Arturo Rodriguez Serquén.

CÁLCULO DE LA FUERZA DE COMPRESIÓN

El concreto es un buen material absorbiendo esfuerzos de compresión, al ser circular los buzones, el anillo absorberá estos esfuerzos.

A continuación, se muestra la expresión que determina la fuerza de compresión en anillos circulares:

Imagen N° 33: Análisis de Presiones en el Buzón

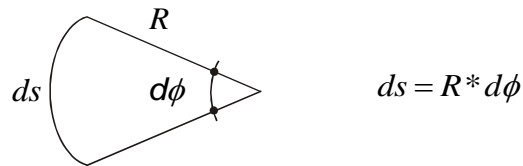


Fuente: Libro de Puentes, del Ing. Arturo Rodriguez Serquén.

Siendo:

$$C = \int h \cdot W \cdot \text{Sen} \theta \cdot ds$$

De la figura anterior tenemos:



Reemplazando lo anterior en la primera ecuación:

$$C = h * W * \int \text{Sen } \phi * R * d\phi$$

$$C = h * W * R \int_0^{\pi/2} \text{Sen } \phi * ds$$

$$C = h * W * R * (-\cos \phi)_0^{\pi/2}$$

Donde:

$$C = h * W * R$$

Siendo:

- C = Fuerza actuante horizontal.
- W = Presión total sobre el buzón.
- R = Radio del buzón.
- h = Altura de análisis.

C.- Análisis del Fuste

La condición más desfavorable, es que el buzón se encuentre vacío, donde la carga principal será el Empuje del Suelo: Empuje horizontal del suelo, Sobrecarga del suelo, Sobrecarga viva, Fricción negativa. El empuje del suelo se deberá considerar en función de los siguientes factores: tipo y densidad del suelo, contenido de agua, características de fluencia lenta del suelo, grado de compactación, ubicación del nivel freático, etc.

EMPUJE LATERAL DEL SUELO

El empuje lateral del suelo se determina a partir de la siguiente expresión:

$$E = K * \gamma_s * Z$$

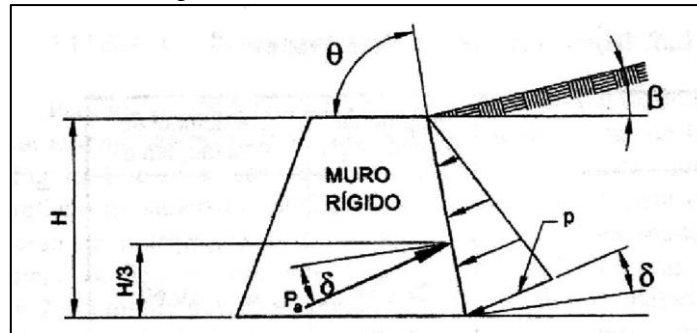
Dónde:

- E = Empuje lateral del suelo.
- K = Coeficiente de empuje lateral.
- γ_s = Densidad del suelo (kg/m³).
- Z = Profundidad del suelo debajo de la superficie (m).

El valor del coeficiente de empuje lateral (K) puede ser tomado como “K_o” para muros que no se deforman ni se mueven, “K_a” para muros que se deforman o mueven lo suficiente para alcanzar la condición mínima activa, o “K_p” para muros que se deforman o mueven lo suficiente para alcanzar una condición pasiva.

COEFICIENTE DE EMPUJE LATERAL ACTIVO (KA)

Imagen N° 34: Estado de Presiones.



Fuente: Libro de Puentes, del Ing. Arturo Rodríguez Serquén.

Siendo:

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\theta + \phi'_f)}{r(\text{sen}^2\theta \cdot \text{sen}(\theta - \delta))}$$

Dónde:

$$r = \left(1 + \frac{\text{sen}(\phi'_f + \delta) \cdot \text{sen}(\phi'_f - \beta)}{\text{sen}(\theta - \delta) \cdot \text{sen}(\theta + \beta)}\right)^2$$

Siendo:

δ = ángulo de fricción entre relleno y pared del fuste.

β = ángulo que forma la superficie del relleno respecto de la horizontal.

θ = ángulo que forma el respaldo del muro respecto de la horizontal.

ϕ'_f = ángulo efectivo de fricción del suelo.

Notar que para $\delta = \beta = 0$, $\theta = 90^\circ$, el valor "Ka" de las expresiones anteriores (teoría de Coulomb) es:

$$K_a = \text{tg}^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

Que es el coeficiente de empuje activo tomada de la teoría de Rankine. Se asumirá que la carga del suelo lateral resultante debida al peso del relleno actúa a una altura igual a H/3 desde la base del muro, siendo H la altura total del muro.

EMPUJE LATERAL EN EL FUSTE

El Coeficiente de empuje activo (Ka) tomada de la teoría de Rankine, para rellenos horizontales, para las cinco calicatas analizadas será:

Tabla N° 39: Coeficiente de Empuje Activo.

CALICATA	ϕ'_f	Ka
C-01	15.4	0.471
C-02	15.9	0.383
C-03	16.1	0.469

Fuente: Propia.

Con lo cual se obtiene un Empuje Lateral (E) para una profundidad de buzón de 3.00 m igual a:

Tabla N° 40: Empuje lateral.

CALICATA	Ka	γ (ton/m ³)	E (ton/m ²)
C-01	0.471	1.809	2.556
C-02	0.383	1.827	2.099
C-03	0.469	1.810	2.547

Fuente: Propia.

PRESIÓN POR SOBRECARGA

La altura equivalente por sobrecarga, para 3.00 m (ver Cuadro N° 8.5) será igual a: $h = 0.90$ m, con lo cual se obtienen las siguientes presiones por sobrecarga (Ps/c):

Tabla N° 41: Presión por Sobrecarga.

CALICATA	Ka	γ (ton/m ³)	Ps/c (ton/m ²)
C-01	0.471	1.809	0.767
C-02	0.383	1.827	0.630
C-03	0.469	1.810	0.764

Fuente: Propia.

PRESIÓN EN LA PARED DEL BUZÓN

Ahora analizando el espesor de la pared, la presión en el fondo será:

Tabla N° 42: Presión en la Pared del Buzón.

CALICATA	Ps/c + E (ton/m ²)
C-01	3.323
C-02	2.729
C-03	3.311

Fuente: Propia.

FUERZA ACTUANTE

Para el cálculo de la máxima fuerza horizontal en la cara del buzón, se utilizará la siguiente expresión:

$$P = W * R * H$$

Siendo:

$$R = 0.75 \text{ m}$$

$$H = 1.00 \text{ m}$$

$$W = Ps/c + E$$

Con lo cual se obtiene:

Tabla N° 43: Presión Actuante.

CALICATA	P (ton)
C-01	2.492
C-02	2.047
C-03	2.483

Fuente: Propia.

FUERZA ABSORBIDA POR EL CONCRETO

Para determinar la fuerza que será absorbida por el concreto se usará la siguiente expresión:

$$V_u = 0.53 * b * d * \sqrt{f'_c}$$

Dónde:

V_u = Fuerza que absorbe el concreto (ton).

f'_c = Resistencia del concreto (kg/cm²).

b = Ancho de diseño (cm).

d = Peralte efectivo (cm).

Teniendo como datos:

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$e = 15.00 \text{ cm (espesor de concreto)}$$

$$\varnothing = 1/2" \text{ (varilla de refuerzo)}$$

$$r = 5.00 \text{ cm (recubrimiento)}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 9.37 \text{ cm}$$

Con lo cual se obtiene:

$$V_u = 7.19 \text{ ton} > P \text{ (C-01)}$$

$$V_u = 7.19 \text{ ton} > P \text{ (C-02)}$$

$$V_u = 7.19 \text{ ton} > P \text{ (C-03)}$$

$$V_u = 7.19 \text{ ton} > P \text{ (C-04)}$$

$$V_u = 7.19 \text{ ton} > P \text{ (C-05)}$$

∴ Podemos afirmar que las fuerzas horizontales aplicadas sobre los buzones serán absorbidas por el concreto.

CÁLCULO DEL ACERO DE REFUERZO PARA EL FUSTE.

Como se pudo comprobar, en el procedimiento anterior, el espesor de la pared de concreto del buzón es suficientemente resistente a las sollicitaciones externas originadas por el empuje del terreno, no siendo necesaria la colocación de acero de refuerzo, sin embargo, de acuerdo con el ACI 350 para estructuras hidráulicas es necesario la colocación de acero mínimo tanto vertical como horizontal.

Para el Acero Vertical:

$$A_s \text{ min} = \rho_{\text{mín}} * b * d$$

$$A_s \text{ mín.} = 0.0028 * 100 \text{ cm} * 9.37 \text{ cm}$$

$$A_s \text{ mín.} = 2.62 \text{ cm}^2$$

La separación será:

$$S = 100 \text{ cm} \cdot 0.71 \text{ cm}^2 / 2.62 \text{ cm}^2$$
$$S = 25 \text{ cm}$$

Luego el acero vertical a usar es:

$$\varnothing 3/8" @ 25 \text{ cm}$$

Para el Acero Horizontal:

$$A_s \text{ mín} = \rho_{\text{mín}} \cdot b \cdot d$$
$$A_s \text{ mín} = 0.0030 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 9.37 \text{ cm}$$
$$A_s \text{ mín} = 2.81 \text{ cm}^2$$

La separación será:

$$S = 100 \text{ cm} \cdot 0.71 / 2.81 \text{ cm}^2$$
$$S = 25 \text{ cm}$$

El acero horizontal a usar es:

$$\varnothing 3/8" @ 25 \text{ cm}$$

D.- Diseño de la Losa de Fondo

El diseño de la losa de fondo se calculará para la situación más desfavorable, la cual se presentará cuando sobre éste exista una carga puntual del camión de diseño antes mencionado. A continuación, calcularemos las cargas que actuarán sobre la losa de fondo:

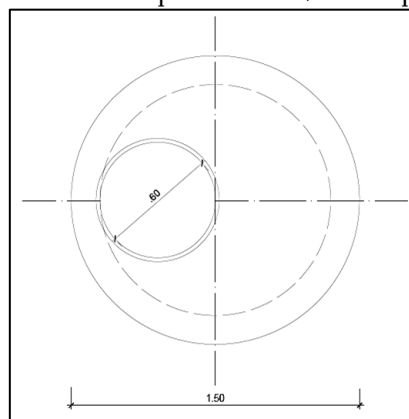
METRADO DE CARGAS

- Carga muerta

Peso de la losa superior (P1):

Para el cálculo del peso de la losa superior, hecha de concreto armado, se tomará como base el siguiente tipo de tapa, con diámetro mayor (D), diámetro menor (d) y altura (h).

Imagen N° 35: Vista en planta de Losa Superior (típica).



Fuente: Propia.

Para nuestro caso, tenemos:

$$\begin{aligned}D &= 1.50 \text{ m} \\d &= 0.60 \text{ m} \\h &= 0.20 \text{ m} \\\gamma &= 2400 \text{ kg/m}^3 \text{ (Concreto } 210 \text{ kg/cm}^2\text{)}\end{aligned}$$

El peso de la losa superior se calculará con la siguiente expresión:

$$P_1 = (\pi/4).h.\gamma.(D^2 - d^2)$$

Reemplazando valores, obtenemos:

$$P_1 = 0.71 \text{ ton.}$$

Peso de marco y tapa de F^oG^o (P₂):

El peso del marco y tapa de fierro galvanizado se puede obtener de cualquier catálogo de materiales para la construcción de buzones, este por lo general tiene un peso promedio igual a 125 kg (0.125 ton.).

$$P_2 = 0.125 \text{ ton.}$$

Peso del buzón (P₃):

El peso del buzón abarca, principalmente, el cálculo del peso de las paredes de concreto armado, siendo determinados con la siguiente expresión:

$$P_3 = (\pi/4).h.\gamma.[D^2 - (D-2e)^2]$$

Dónde:

$$\begin{aligned}D &= 1.50 \text{ m} \\e &= 0.15 \text{ m (espesor de las paredes)} \\h &= 3.00 \text{ m (altura del buzón)} \\\gamma &= 2400 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Reemplazando valores, obtenemos:

$$P_3 = 4.58 \text{ ton.}$$

Peso de la losa de fondo (P₄):

De igual manera como se calculó el peso de la losa superior, considerando que ya no existe un diámetro menor, se procede a calcular el peso de la losa inferior o de fondo con la siguiente expresión:

$$P_4 = (\pi/4).h.\gamma.D^2$$

Dónde:

$$\begin{aligned}D &= 1.50 \text{ m (diámetro)} \\h &= 0.20 \text{ m (altura de fondo)} \\ \gamma &= 2400 \text{ kg/m}^3 \text{ (concreto } 210 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Reemplazando valores, obtenemos:

$$P4 = 0.85 \text{ ton.}$$

Peso de Aguas Negras (P5):

El cálculo del peso aportado por las aguas negras (AN) se puede estimar con la siguiente expresión:

$$P5 = (\pi/4).di^2.h.\gamma$$

Dónde:

$$\begin{aligned}di &= 1.20 \text{ m (diámetro interior)} \\h &= 1.00 \text{ m (altura de AN)} \\ \gamma &= 1100 \text{ kg/m}^3 \text{ (Peso esp. de aguas negras)}\end{aligned}$$

Resolviendo, se tiene:

$$P5 = 1.24 \text{ ton.}$$

- Carga viva

Peso por sobrecarga (P6):

Para cuantificar este peso, se tiene en cuenta que, sobre la losa superior o techo, se encuentra actuando medio eje de un Vehículo de Diseño, es decir, 8 ton.

$$P6 = 8 \text{ ton.}$$

Luego entonces se tiene el resumen de carga: muerta y viva, con las que se harán las combinaciones de carga que estipula el R.N.E. y las normas A.C.I. En resumen, se tiene:

$$\begin{aligned}CM \text{ (total)} &= 7.51 \text{ ton.} \\ CV \text{ (total)} &= 8 \text{ ton.}\end{aligned}$$

ESFUERZO ACTUANTES SOBRE EL TERRENO

El esfuerzo actuante sobre el terreno se puede calcular con la siguiente expresión:

$$\sigma = P/A$$

Dónde:

$$\begin{aligned}\sigma &= \text{Esfuerzo actuante sobre el terreno (kg/cm}^2\text{)} \\ A &= \text{Área del fondo (cm}^2\text{)}. \\ P &= \text{Fuerza actuante (kg)}.\end{aligned}$$

Siendo:

$$A = 17671.50 \text{ cm}^2$$
$$P = 15510.27 \text{ kg.}$$

Reemplazando valores en la expresión anterior, se obtiene:

$$\sigma = 0.88 \text{ kg/cm}^2$$

Del estudio de Mecánica de Suelos se obtuvo un esfuerzo el terreno igual a:

$$\sigma_t = 1.39 \text{ kg/cm}^2$$

Podemos observar que la capacidad portante del terreno (σ_t) es mayor que el esfuerzo actuante (σ), con lo cual podemos afirmar que el suelo de cimentación podrá soportar las cargas actuantes por cargas muertas (peso propio del buzón) y por cargas vivas (vehículo de diseño).

Carga última:

$$P_u = 1.4CM + 1.7CV$$
$$P_u = 24.11 \text{ ton.}$$

Esfuerzo último:

$$\sigma_u = P_u / A$$

Dónde:

$$A = 17671.50 \text{ cm}^2$$
$$\sigma_u = 1.36 \text{ kg/cm}^2$$

Reacción del suelo:

$$q_u = 13.65 \text{ ton/m}^2 * 1.0 \text{ m}$$
$$q_u = 13.65 \text{ ton/m}$$

Luego el momento actuante se considera en una franja de 1 metro lineal:

$$M_u = q_u * L^2 / 8$$
$$M_u = 13.65 \text{ ton/m} * (1.50 \text{ m}^2) / 8$$
$$M_u = 3.84 \text{ ton-m}$$

Por simetría del elemento se tiene el 50% del momento último en cada lado, así se tiene un M_u' (en cada lado) que será igual a 1.92 ton-m, sin embargo, por facilidades de cálculo, este valor se redondeará a su máximo próximo, es decir:

$$M_u' = 2 \text{ ton-m}$$

Ahora calculamos el acero requerido para estas sollicitaciones.

$$A_s = M_u / [\phi f_y (d - a/2)] \quad ; \quad a = A_s * f_y / (0.85 * f'_c * b)$$

Dónde:

$$\begin{aligned}\varnothing &= 0.9 \\ f_y &= 4200 \text{ kg/cm}^2 \\ d &= 12.5 \text{ cm} \\ b &= 100 \text{ cm} \\ r &= 7.5 \text{ cm}\end{aligned}$$

Resolviendo las dos ecuaciones anteriores, obtenemos:

$$A_s = 4.418 \text{ cm}^2$$

Luego, de acuerdo con el ACI 350, el acero mínimo será:

$$\begin{aligned}A_{s\text{mín}} &= 0.0028 * 100 \text{ cm} * 12.5 \text{ cm} \\ A_{s\text{mín}} &= 4.30 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Se observa que el $A_s > A_{s\text{mín}}$, por lo tanto, se adoptará $A_s = 4.418 \text{ cm}^2$.

La separación será:

$$\begin{aligned}S &= 100 \text{ cm} * 1.21 \text{ cm}^2 / 4.418 \text{ cm}^2 \\ S &= 25 \text{ cm}\end{aligned}$$

USAR: 1 \varnothing 1/2" @ 0.25 m. en cada sentido.

E.- Diseño de la Losa de techo

La losa tendrá una abertura circular y será cubierta por una tapa de fierro removible que servirá para ingresar al interior de la cámara de inspección para realizar operaciones de limpieza y mantenimiento.

a) Metrado de Cargas

- CARGA MUERTA (C.M.)

$$\begin{aligned}\text{Peso Propio} &= (\pi/4) * e * \gamma_{ca} * (D_c^2 - D_t^2) \\ P_p &= (\pi/4) * 0.2 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 * (1.50^2 - 0.60^2) \\ P_p &= 712.5 \text{ kg.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Marco/tapa } f^{\circ}f^{\circ} &= (\pi/4) * D_t^2 * P_{ff} \\ \text{Marco/tapa } f^{\circ}f^{\circ} &= 125 \text{ Kg/m}^2 * \pi/4 * 0.6^2 \\ \text{Marco/tapa } f^{\circ}f^{\circ} &= 35.3 \text{ kg.}\end{aligned}$$

$$C.M. = 747.86 \text{ kg.}$$

- CARGA VIVA (C.V.)

Considerando solo un eje del Vehículo de Diseño de:

$$C.V. = 8000 \text{ kg.}$$

Por combinación de cargas se tiene:

$$P_u = 1.4 C.M. + 1.7 C.V.$$
$$P_u = 14\,647 \text{ kg.}$$

b) Cálculo de Acero

• Cálculo del Acero Positivo

El momento máximo será:

$$M_u = P * L / 4$$
$$M_u = 14.647 \text{ ton} * 1.5 \text{ m} / 4$$
$$M_u = 5.493 \text{ ton-m.}$$

Para el cálculo del refuerzo, cada dirección asumirá media carga, es decir:

$$M_u = 2.746 \text{ ton-m.}$$

De igual manera que el caso anterior calculamos el acero requerido para estas solicitaciones. Para un peralte efectivo "d" igual a 12.5 cm y un recubrimiento de 7.5 cm.

$$A_s = M_u / [\phi f_y (d - a/2)] \quad ; \quad a = A_s * f_y / (0.85 * f_c * b)$$

Dónde:

$$\phi = 0.9$$
$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$
$$d = 12.5 \text{ cm}$$
$$b = 100 \text{ cm}$$
$$r = 7.5 \text{ cm}$$

$$A_s = 6.169 \text{ cm}^2$$

El Acero Mínimo (Según el ACI 350):

$$A_{s\text{mín}} = 0.0028 * 100 \text{ cm} * 12.5 \text{ cm}$$
$$A_{s\text{mín}} = 4.30 \text{ cm}^2$$

Se observa que el $A_s > A_{s\text{mín}}$, por lo tanto, se adoptará $A_s = 6.169 \text{ cm}^2$.

La separación será:

$$S = 100 \text{ cm} * 1.27 \text{ cm}^2 / 6.169 \text{ cm}^2$$
$$S = 20 \text{ cm}$$

USAR: 1 ϕ 1/2" @ 0.20 m. en cada sentido.

Cálculo del Acero por Temperatura:

Según el R.N.E. la cuantía por temperatura está dada por:

$$\rho_t = 0.0018$$

Con lo cual se tiene:

$$A_{st} = \rho_t \cdot b \cdot d$$

$$A_{st} = 0.0018 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 12.5 \text{ cm}$$

$$A_{st} = 3.06 \text{ cm}^2$$

La separación será:

$$S = 100 \text{ cm} \cdot 0.71 \text{ cm}^2 / 3.06 \text{ cm}^2$$

$$S = 20 \text{ cm}$$

USAR: $\varnothing 3/8'' @ 0.20 \text{ m}$

9.1.12 DISEÑO DEFINITIVO DE LA RED.

CONEXIONES DOMICILIARIAS

Se instalarán 2258 conexiones domiciliarias y estarán sujetas a las especificaciones indicadas en los planos.

DISEÑO DE CONEXIONES DOMICILIARIAS

Obtenido del diseño, como diámetros, pendientes, cajas, etc.

RED DE COLECTORES

Obtenido del diseño, especificando diámetros y pendientes.

DISEÑO DEFINITIVO DE LA RED

El dimensionamiento del sistema de alcantarillado, se hará para los caudales máximos, que tengan una altura de flujo del 75% de diámetro de la tubería además de lo que se estipule en el R.N.E.

X. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

10.1.1 SISTEMA DE AGUA POTABLE Y CONEXIONES DOMICILIARIAS.

01.01. TRABAJOS PRELIMINARES

01.01.01. CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE OBRA DE 3.60X2.40m

a) Descripción.

Esta partida comprende la confección y colocación de un cartel de obra con fines de identificación en el cual se indicará: el nombre de la obra, monto de inversión, nombre de la entidad, plazo de ejecución, etc., de acuerdo al modelo establecido por la entidad.

b) Proceso Constructivo.

Se confeccionará un cartel de 3.60m x 2.40m. Sobre marcos de madera de 3" x 3" y parantes de 4" x 4" en un lugar visible, de acuerdo al modelo proporcionado por la entidad. El trabajo incluye la gigantografía del texto y logos.

c) Método de Medida:

El trabajo será medido en forma global por unidad de cartel de obra.

d) Forma de Pago.

El pago se hará por el costo global del cartel de obra, según el Precio establecido en el presupuesto aprobado.

01.01.02. CASETA DE GUARDIANIA Y ALMACEN GENERAL

Descripción de los Trabajos

El contratista será responsable de instalar un almacén provisional de 40m² como mínimo, para el almacenamiento de materiales, equipo y demás, que se usen en la obra.

Todos los materiales, equipos y artículos en el sitio, deberán ser guardados adecuadamente por el responsable de la Obra contra deterioros o daños. Todos los gastos incurridos por falta de protección, corren por cuenta del contratista o responsable de la obra, durante el tiempo de duración de la Obra.

Método de Medición

El área se medirá por metros cuadrados, de la cara exterior de tabique a tabique en los sentidos longitud y transversal.

Forma de Pago: m²

01.01.03. TRASLADO DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS

Descripción de los Trabajos

Comprende esta partida el traslado de todos los equipos y herramientas que intervienen en la obra hasta el lugar de la misma.

Método de Medición

Para el metrado de esta partida deberá considerarse de acuerdo con las condiciones operativas de los equipos.

Forma de Pago: Glb.

01.02. RED DE IMPULSIÓN

01.02.01. TRABAJOS PRELIMINARES

01.02.01.01. TRAZO Y REPLANTEO

Descripción:

Bajo esta partida se considera toda la mano de obra que incluye los beneficios sociales, materiales y equipo necesario para la realización de los trabajos topográficos indispensables para el trazo y replanteo de las redes de agua, tales como: ubicación y fijación de ejes y líneas de referencia por medio de puntos en elementos inamovibles

Forma de Pago:

El pago para el Trazo, Nivelación y Replanteo del proyecto será realizado a precios unitarios y su unidad de medida será el Metro Cuadrado (M²).

Para esta partida el pago se hará de acuerdo al avance de obra ejecutado.

01.02.02. MOVIMIENTO DE TIERRAS

01.02.02.01. EXCAVACIÓN ZANJAS A MAQ. P/TUB. Ø=110mm a=0.80m, h=1.20m

Descripción

Bajo esta partida se considera toda la mano de obra que incluye los beneficios sociales, materiales y equipo necesario para la realización de los trabajos para excavación de zanjas en corte abierto y será ejecutada con maquinaria (cargador retroexcavadora 90hp 1y3), a trazos, con un ancho de 0.80m y a una profundidad de 1.20m, de acuerdo a lo indicado en los planos y/o presentes especificaciones.

A continuación, se definen los siguientes términos:

A.1 Excavación de zanja para instalación de tubería

La realización de la zanja y su relleno depende de los siguientes parámetros: Características de la tubería (Unión Flexible y Ø4" clase 7.5). Naturaleza de terreno (sin agua). Profundidad de colocación (1.50mt.)

No se procederá a cavar las zanjas con demasiada anticipación al trabajo de colocación de la Tubería. A menudo se obtendrán ventajas evitándose tramos demasiados largos de zanja abierta, por ejemplo: Se evita la rotura del talud de la zanja.

Reducir en lo posible la necesidad de entibar los taludes de la zanja. Reducción de peligros para tránsito y trabajadores.

Para el caso de un sistema de agua potable (Redes de tuberías para agua potable), se tendrá en cuenta que la dirección de la instalación debe ser precisa y estar de acuerdo con los planos del proyecto, teniendo en cuenta la rigurosidad necesaria que se debe tener en el alineamiento y la nivelación.

A.2 Anchura de la zanja

El ancho de la zanja será uniforme en toda la longitud de la excavación de acuerdo a lo especificado en los planos, para la instalación de tubería de PVC de DN (diámetro nominal) Ø4" (110mm) para un terreno normal. El ancho de la zanja a nivel del tubo exterior tendrá aproximadamente + 0,25 m para la facilidad de instalación de la tubería (tendido y compactación).

Tabla N° 44: Ancho de Zanja.

DIAMETRO NOMINAL	ANCHO DE ZANJA		
	Mm	Mínimo (cm)	Máximo (cm)
100-200		45.00	70.00
250-300		45.00	75.00
350-400		50.00	80.00
450-630		55.00	85.00

Fuente: R.N.E. OS.070 – Redes de Aguas Residuales.

A.3 Profundidad de la zanja

En los planos se dan las recomendaciones de acuerdo al tipo de terreno. Las zanjas se realizan en cada punto con la profundidad indicada en el perfil longitudinal.

Como se trata de un terreno normal y por tratarse de una zona donde no existe tráfico corriente se está considerando una profundidad mínima de relleno sobre la clave de la tubería de 0.8 m, con una cama de apoyo de $e = 0.10$ m y relleno de arena o material fino selecto compactado manualmente hasta por lo menos 0.30 m sobre la clave del tubo. La profundidad total de la zanja será de 1.20m.

A.4 Ubicación del material excavado

Todo el material excavado deberá ser ubicado a una distancia aproximada de 0,40 m del borde de la zanja, de tal manera que no obstaculice el trabajo posterior de instalación de la tubería.

Forma de Pago:

Bajo esta partida se considera toda la mano de obra que incluye los beneficios sociales, materiales y equipo necesario para la realización de los trabajos. El pago para la excavación de terreno normal será realizado a precios unitarios y su unidad de medida será el Metro lineal (MI). Para esta partida el pago se hará de acuerdo al avance de excavación ejecutado.

01.02.03. REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJAS

01.02.03.01. REFINE Y NIVELACIÓN DE FONDO DE ZANJAS P/TUB. Ø=110mm

Descripción de los Trabajos

El fondo de la zanja debe ser totalmente plano, regular y uniforme, libre de materiales duros y cortantes, considerando la pendiente prevista en el proyecto, exento de protuberancias o cangrejas, las cuales deben ser rellenas con material como aquí se especifica.

Método de Medición

Se computará en metros lineal (ml), de zanja suficientemente ancha y fondo regular y uniforme, libre de materiales sueltos según los planos y estas especificaciones.

Forma De Pago

El pago se hará por metro lineal (ml) según precio unitario pactado en el contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, materiales, equipos, etc. y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

01.02.04. CAMA DE APOYO PARA TUBERÍAS.

01.02.04.01. CAMA DE APOYO P/TUB. Ø=110mm ARENILLA e=0.10m

Descripción:

Bajo esta partida se considera toda la mano de obra que incluye los beneficios sociales, materiales y equipo necesarios para la preparación de la cama de apoyo de 0.10m de espesor en forma manual. Dicha partida incluye los volúmenes de esponjamiento correspondientes.

A continuación, se anexa cuadro de volúmenes de arena de acuerdo a las dimensiones de las zanjas.

Tabla N° 45: Volúmenes de Acuerdo a las Dimensiones de Zanjas.

ANCHO ZANJA S/ENTIBADO $B=D+2A$ (M)	ALTURA CAMA DE APOYO (M)	VOLUMEN DE CAMA DE APOYO/ML (M3) S/ENTIBADO <3M PROF.
0.50	0.10	0.07
0.50	0.10	0.07
0.55	0.10	0.07
0.60	0.10	0.08
0.65	0.10	0.08
0.70	0.10	0.09
0.75	0.10	0.10
0.80	0.10	0.10
0.85	0.10	0.11
0.90	0.10	0.12
0.95	0.10	0.12
1.00	0.10	0.13

Fuente: R.N.E. OS.070 – Redes de Aguas Residuales.

Forma de Pago:

El pago para la partida cama de apoyo manual $e = 0.10\text{m}$ en zanja para tubería será realizado a precios unitarios y su unidad de medida será Metro Lineal (ML). Para esta partida el pago se hará de acuerdo al avance de obra ejecutado.

01.02.05. RELLENO, APISONADO Y COMPACTACIÓN DE ZANJAS.

01.02.05.01. RELLENO LATERAL P/TUB. $\varnothing = 110\text{mm}$ C/ARENILLA $e=0.11\text{m}$

01.02.05.02. RELLENO Y APISONADO ZANJAS P/TUB. $\varnothing = 110\text{mm}$ C/ARENILLA 0.30m S/CLAVE

Descripción

Bajo esta partida se considera toda la mano de obra que incluye los beneficios sociales, materiales y equipo necesarios para la ejecución del relleno compactado en zanja terreno normal.

La realización de la partida se ejecuta en dos etapas: el primer relleno y el segundo relleno, a continuación, se describe ambas etapas.

Primer relleno compactado: Comprende a partir de la cama de apoyo de la tubería, hasta 0.30 m por encima de la clave del tubo, será de material selecto. Este relleno se colocará en capas de 0,10 m de espesor terminado desde la cama de apoyo compactándolo íntegramente con pisones manuales de peso apropiado, teniendo cuidado de no dañar la tubería.

Forma de Pago

El pago para la partida relleno compactado para zanja en terreno normal será realizado a precios unitarios y su unidad de medida será Metro Lineal (ML). Para esta partida el pago se hará de acuerdo al avance de obra ejecutado.

01.02.05.03. RELLENO Y COMPACTACIÓN ZANJAS P/TUB. Ø=110mm C/MAT PROPIO SELECC.

Descripción:

Bajo esta partida se considera toda la mano de obra que incluye los beneficios sociales, materiales y equipo necesarios para la ejecución del relleno compactado en zanja terreno normal. La realización de la partida se ejecuta en lo que corresponde a la segunda etapa del relleno compactado.

Segundo relleno compactado: El segundo relleno compactado se ubica, entre el primer relleno y la sub-base de ser el caso, se harán por capas no mayores de 0,15 de espesor, compactándolo con pisón manual. Tanto el primer relleno (material selecto) como el segundo relleno (material seleccionado) se considera como material proveniente de la excavación, es decir material propio que cumple con las características físicas y químicas indicadas en las especificaciones técnicas generales. También se incluye en esta partida el costo del agua necesaria para la compactación adecuada.

Forma de Pago:

El pago para la partida relleno compactado para zanja en terreno semi rocoso será realizado a precios unitarios y su unidad de medida será Metro Lineal (ML). Para esta partida el pago se hará de acuerdo al avance de obra ejecutado, valorizando los metros de zanjas rellenas y compactadas.

01.02.06. ACARREO Y ELIMINACIÓN MATERIAL EXCEDENTE

01.02.06.01. ACARREO ELIMINACION MATERIAL EXCED. Distancia min. = 5.0 Km

Descripción:

Bajo esta partida se considera toda la mano de obra que incluye los beneficios sociales, materiales y equipo necesarios para la ejecución de la eliminación de material excedente de la obra considerando el esponjamiento del suelo, producto de la excavación de zanjas específicamente.

Forma de Pago:

El pago para la partida de eliminación de material será realizado a precios unitarios y su unidad de medida será Metro Cúbico (M3). Para esta partida el pago se hará de acuerdo al volumen de material eliminado.

01.02.07. TUBERÍA

01.02.07.01. SUMINISTRO E INSTAL. TUB. Ø=100mm PVC UF CL-10, Prof.=1.20 c/3% desp.

Descripción

El suministro de tuberías a presión se sujetará a la Norma ITINTEC NTP ISO 4435, tubos y conexiones de Policloruro de Vinilo No Plastificado (PVC -U) para abastecimiento de agua potable.

La característica de la tubería será de empalme tipo KM, unión flexible Clase A 7.5.

Transporte

El transporte y traslado de PVC DN Ø4" a obra se deberá realizar estableciéndose las precauciones necesarias para evitar daños o causar alteración en la calidad de la tubería a usarse (realizar examen exhaustivo a cada tubo a utilizarse).

Manipuleo y descarga

El reducido peso de la tubería PVC, facilita su manipuleo evitándose dejar caer la tubería y accesorios para no causar daños al material, disminuir su resistencia.

El descargo se deberá realizar en paquetes que faciliten el traslado al almacén por el personal ejecutor de la obra. La tubería puede ser descargada a mano individualmente.

El reducido peso de la tubería PVC, facilita su manipuleo, en todo caso los tubos y accesorios no deben ser dejados caer al suelo para no causar daños en el material que puedan disminuir su resistencia.

Almacenaje

La ubicación del almacén de Tubería PVC, deberá estar situado lo más cerca posible al sitio de la obra, el traslado al lugar de utilización deberá apilarse en forma horizontal sobre maderas de 0.10 m., aproximadamente a una distancia máxima de 1.50 m. de manera que las campanas de los mismos queden alternas y sobresalientes, dejándolos libres de presión exterior alguna.

Se apilarán en grupos a una altura máxima de 1.50 m.

La tubería deberá de protegerse de la incidencia de los rayos solares, ubicándolos y protegiéndolos mediante tinglados; si se emplearan lonas o fibras plásticas de color negro se ha de dejar una ventilación adecuada en la parte superior de la pila, recomendándose almacenar la tubería separando diámetros y clases facilitándose su ubicación para su uso.

01.02.08 ACCESORIOS

01.02.08.01. SUMINISTRO E INSTALACIÓN CODO 110mm x 90° PVC ISO

01.02.08.02. INSTALACIÓN DE VÁLVULA COMPUERTA 4"

Descripción de los Trabajos

Montaje de accesorios y anclajes

Los accesorios necesarios complementos de toda instalación de tubería PVC se instalan de forma similar a los tubos.

Los accesorios son de PVC y sus extremos están diseñados para su instalación en forma directa al tubo como cualquier sistema conocido o a través de transiciones que facilitan su empleo.

Anclaje de accesorios

Las líneas de tuberías de presión están sometidas a constantes esfuerzos o empujes que tienden a desacoplarlas; este empuje es necesario distribuirlo sobre las paredes de la zanja a fin de evitar el desensamble de las uniones. Para contrarrestar estos empujes o esfuerzos es necesario proyectar bloques de anclaje en todos los accesorios, sus dimensiones y forma dependen de la presión de la línea, el diámetro del tubo, clase de terreno y tipo de accesorio.

Los cálculos de los bloques de anclaje es un trabajo que debe hacer el Ingeniero Responsable de Obra. Es necesario que los accesorios de PVC tengan mayor parte de su pared externa en contacto con el concreto del bloque, para que no sólo transmita el empuje sino sirva también de restricción al movimiento del accesorio.

El concreto no debe envolver totalmente al accesorio de PVC con los cambios de presión interna ocurren variaciones en el diámetro que no se deben impedir, pues causarían esfuerzos cortantes innecesarios en la pared del tubo. Es recomendable colocar un filtro asfáltico o un polietileno grueso entre la tubería o accesorio y el concreto para impedir la abrasión.

Cálculo de los bloques de anclajes

Es necesario calcular el empuje (P) debido a la presión del agua sobre un tapón ubicado al extremo de una línea de tubería de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$P / (\pi * D^2 / 4) = P_i$$

Dónde:

P = empuje en Kg.

D = diámetro exterior del tubo en cm.

P_i = Presión interna máxima en la tubería (Kg. /cm²)

El valor de Pi debe considerar las presiones máximas a que puede someterse la instalación debido a eventuales golpes de ariete o presiones de prueba. El empuje N que se produce en los otros accesorios tales como codos o curvas, se obtienen con la siguiente fórmula:

$$N = 2 P. \text{sen } (\alpha/2)$$

Dónde:

P = empuje en kg obtenido con la fórmula anterior.

N = empuje en el codo en kg

α = Angulo del codo que se emplea.

La tabla siguiente indica los valores aproximados de los empujes que se generan en los accesorios de una línea de tubería por efectos de la presión hidráulica interna.

Tabla N° 46: Valor aproximado de empuje en accesorios en una línea de tubos PVC por cada kg/cm² de presión hidráulica.

DIAMETRO NOMINAL mm (pulg.)	CODO 90°	CODO 45°	CODO 22.5°	TEE Y TAPONES
	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
40 (1 ½")	26	14	7	18
50 (2")	40	22	11	28
65 (2 ½")	59	32	16	42
75 (3")	87	47	24	62
100 (4")	144	78	40	102
150 (6")	314	170	87	222
200 (8")	533	288	147	377
250 (10")	829	448	228	585
300 (12")	1159	627	320	819

Fuente: Propia.

Área de los bloques de anclaje

El área o superficie de contacto del bloque deberá dimensionarse de modo que el esfuerzo o carga unitaria que se trasmite al terreno no supere la carga de resistencia admisible del tipo de terreno donde se efectúa la instalación.

El área de contacto del bloque de anclaje con el terreno se determina con la siguiente relación:

$$A = P/RT$$

Dónde:

A = Área de contacto (cm²)

P = Empuje en kg según tabla N°1

RT = Resistencia admisible del terreno (Tabla N°2)

Tabla N° 47: Valores de resistencia admisible de diversos tipos de terreno.

TIPO DE TERRENO	RESISTENCIA ADMISIBLE (kg/cm 2)
Suelo fangoso	0
Arcilla blanda	0.5
Arena	1.0
Arena y grava	1.5
Arena y grava cimentada con arcilla	2.0
Suelo duro (esquisto pizarra roca)	5.0

Fuente: Propia.

Construcción de los bloques de anclaje

Serán de concreto y se localizan entre el accesorio y la parte firme de la pared de la zanja.

El Ingeniero Inspector especificará la proporción de la mezcla, siendo una mezcla típica la de 1 parte de cemento, 2 de arena y 4 de piedra.

En diámetros de tubería pequeños los bloques de anclaje no requieren encofrado especial. Tener en cuenta que los extremos del accesorio deben quedar descubiertos.

Localización de los anclajes dependerá de la dirección del empuje y del tipo de accesorio. Se usarán en los siguientes casos:

D = Diámetro del tubo en milímetros

P = Presión de prueba en m. de agua

01.05. REDES DE DISTRIBUCIÓN

01.05.01. TRABAJOS PRELIMINARES

01.05.01.01. TRAZO Y REPLANTEO INICIAL

Descripción de los Trabajos

Comprende el trazo de las tuberías a instalar en la infraestructura urbana, incluye la limpieza y despeje del terreno y el replanteo de las obras existentes con las cuales se va a empalmar, insertar y/o remover.

Incluye el trazo mediante el uso de cordel, yeso, wincha y equipo de topografía.

Los trazos deben quedar asentados en el cuaderno de obra y referidos a los límites de propiedad e intersección de los límites de propiedad o accidentes geográficos notables.

Método de Medición

Se ha considerado como unidad de medida el metro lineal (ml) de ejecución, incluyendo el personal, equipo y herramientas que sean necesarios para la realización del trabajo.

Forma De Pago

El pago se hará por metro lineal (ml) según precio unitario pactado en el contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, materiales, equipos, etc., y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

01.05.02. MOVIMIENTO DE TIERRAS

01.05.02.01. EXCAVACIÓN DE ZANJAS A MAQ. P/TUB. Ø110mm; h= 1.20m

Descripción de los Trabajos

La profundidad mínima de la excavación para la colocación de las tuberías será tal que se tendrá un enterramiento de 1,00 m. sobre la campana de unión.

El ancho de la zanja en el fondo debe ser tal que exista un juego de 15 cm. como mínimo y 30 cm. como máximo entre la cara exterior de las campanas y la pared de la zanja.

Método de Medición

Se computará en metros lineal (ml), a los anchos y profundidades estipuladas en los planos y en estas especificaciones.

Forma De Pago

El pago se hará por metro lineal (ml) al precio unitario pactado en el contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, materiales, equipos, etc., y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

01.05.03 REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJAS

01.05.03.01. REFINE Y NIVELACIÓN DE FONDO DE ZANJAS P/TUB. Ø= 110mm

Descripción de los Trabajos

El fondo de la zanja debe ser totalmente plano, regular y uniforme, libre de materiales duros y cortantes, considerando la pendiente prevista en el proyecto, exento de protuberancias o cangrejeras, las cuales deben ser rellenas con material como aquí se especifica.

Método de Medición

Se computará en metros lineal (ml), de zanja suficientemente ancha y fondo regular y uniforme, libre de materiales sueltos según los planos y estas especificaciones.

Forma De Pago

El pago se hará por metro lineal (ml) según precio unitario pactado en el contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, materiales, equipos, etc. y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

01.05.04 CAMA DE APOYO PARA TUBERÍAS

01.05.04.01. CAMA DE APOYO P/TUB. Ø= 110mm ARENILLA e=0.10m

Descripción de los Trabajos

La cama de apoyo está constituida por material granular (grava, gravilla, confitillo, arena gruesa, o arenilla), conforme se indican en los planos y/o como lo apruebe en campo el supervisor.

Antes de colocar cualquier tubería en una zanja abierta, el fondo será cuidadosamente nivelado a una profundidad de 10 centímetros mayor que el nivel indicado en los planos para la parte inferior exterior de la tubería.

El fondo de la zanja será entonces rellenado a la gradiente apropiada con material selecto de relleno, y será bien apisonado con pisones mecánicos de peso aprobado para proveer un lecho uniforme a la tubería.

El costo de la cama de apoyo de la tubería está incluido en los costos unitarios de las tuberías de agua.

El relleno bajo y alrededor de la tubería se efectuará con material granular (grava, gravilla, confitillo, arena gruesa o arenilla) conforme se indican en los planos y/o como lo apruebe en campo el Supervisor, en capas de 0,10 m. de espesor compactadas al 95% de su Máxima Densidad Seca (M.D.S), pudiéndose aceptar valores de hasta 93%, para evitar desplazamientos laterales de la tubería.

Cama De Estabilización

La cama de estabilización, se prevé que se trabajará en terreno arcilloso y arenoso bajo agua y teniendo en cuenta que debe conseguirse la conformación y estabilización del fondo de la zanja.

En este caso se sobre excavará hasta 0.40 m. bajo la cama de apoyo hasta obtener un terreno firme, sobre el cual asentará la cama de apoyo.

Método de Medición

Se computará en metros lineal (ml), de acuerdo a las dimensiones estipuladas en los planos, y en estas especificaciones.

Forma De Pago

El pago se hará por metro lineal (ml) al precio unitario pactado en el contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, materiales, equipos, etc. y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

01.05.05. RELLENO Y APISONADO

01.05.05.01. RELLENO LATERAL P/TUB. Ø= 110mm C/ARENILLA e=0.11m

01.05.05.02. RELLENO Y APISONADO DE ZANJAS P/TUB. Ø=110mm. C/ARENILLA 0.30 m S/CLAVE.

01.05.05.03. RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJAS P/TUB. Ø=110mm. C/MATERIAL PROPIO SELECCIONADO.

El relleno podrá realizarse con el material de la excavación, siempre y cuando cumpla con las características establecidas en las definiciones del material seleccionado o selecto.

Si el material de la excavación no fuera apropiado, se reemplazará con el de préstamo, previamente aprobado por la empresa, con relación a características y procedencia. Todo el material de relleno deberá tener la humedad óptima para ser colocado en la zanja.

Definiciones

Material seleccionado: Es todo material propio de la excavación, libre de desperdicios, materia orgánica objetable, basura y otros materiales fangosos, raíces, madera o inapropiados.

Descripción de los Trabajos

Las zanjas y excavaciones serán rellenas a la superficie original del terreno o a tales elevaciones como puedan haberse mostrado u ordenado y en armonía a los requerimientos particulares aquí especificados utilizando material seleccionado adecuado provenientes de excavaciones y/o canteras.

El relleno se comenzará previa aprobación del Supervisor, una vez comprobado el correcto resultado de las pruebas. En todos los rellenos, toda la basura y materia compresible o destructible que pueda causar posteriores asentamientos y toda la madera y arriostamiento serán extraídas del espacio de la excavación antes de que le relleno comience.

El relleno, a menos que se haya especificado de otra manera, será hecho de material Selecto de Relleno, libre de desperdicios, materia orgánica objetable, basura y otros materiales fangosos o inapropiados.

Relleno de la Cama de Apoyo

El relleno bajo y alrededor de la tubería se efectuará con material granular (grava, gravilla, confitillo, arena gruesa o arenilla) conforme se indican en los planos y/o como lo apruebe en campo el Supervisor, en capas de 0,15 m. de espesor compactadas al 95% de su Máxima Densidad Seca (M.D.S), pudiéndose aceptar valores de hasta 93%, para evitar desplazamientos laterales de la tubería.

Todo el relleno será hecho de tal manera que no perturbe o dañe la tubería. El relleno colocado a una distancia de 30 centímetros de la tubería, no contendrá piedras con diámetros mayores de 2.5 centímetros.

Relleno con Material Granular

El relleno hasta 0,30 m. encima de la parte superior de las tuberías se efectuará con material granular (arenilla) y se deberá compactar por capas de 0,25 m. de espesor al 93% de su M.D.S., pudiéndose aceptar valores de hasta 90%, en capas de 0.20 m. de espesor como máximo.

Relleno con material seleccionado, propio de la excavación

Se completará el relleno de la zanja con material propio seleccionado propio de la excavación. El relleno del material seleccionado se realizará a humedad óptima en capas de 0.10m de espesor máximo, al 93% de su máxima densidad seca, pudiendo aceptar valores de hasta 90%.

Se emplearán rodillos, aplanadoras y apisonadoras, tipo rana, u otras máquinas apropiadas, de acuerdo con el material y condiciones que se dispongan, se debe obtener una densidad de relleno no menor del 95% de la máxima obtenida mediante el ensayo ASTM D-698 ó AASHTO T - 180.

Cuando la excavación de zanjas incluya la rotura y reposición de pavimentos de concreto o asfalto, el relleno compactado de zanjas incluye suministro y compactación de una capa mínima de 0.30 m de afirmado.

Material de relleno, medidas especiales

Cuando en opinión del Supervisor no se puede obtener suficiente material adecuado de las excavaciones para el relleno de las zanjas, podrá ordenar el Contratista cualquiera de lo siguiente:

- Efectuar el trabajo necesario para tamizar y obtener el material apropiado.
- Transportar material adecuado desde otras excavaciones.
- Traer material de canteras de préstamo adecuadas al tramo de zanja a ser rellena.

Restablecimiento de la Superficie en terrenos Abiertos

El contratista trabajará la superficie del área afectada hasta la profundidad de 300mm como mínimo y reemplazará todo el material retirado incluyendo tierra de cultivo.

El mismo que será distribuido y nivelado uniformemente en todo lo largo y ancho del área afectada, las zonas que hayan tenido vegetación serán resembradas o se transportará vegetación de simular calidad y serán cuidadas hasta que estén establecidas.

Método de Medición

La partida se mide como zanja rellena y compactada (pruebas de compactación aceptadas por el supervisor) hasta los niveles de la rasante en la vía según los planos y estas especificaciones en ml

Forma De Pago

El pago se hará por valorización de la partida, al precio pactado en el contrato, en ml.

01.05.06. ACARREO Y ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE

01.05.06.01. ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Distancia min. = 5.0 Km

Generalidades

Todo material excedente de la excavación, tuberías, demoliciones de bloques de anclaje bajo tierra, construcciones temporales, desmonte, etc. serán retirados por el Contratista, quién dejará el sitio de trabajo completamente limpio y a nivel tal como fue encontrado originalmente, a satisfacción del Ingeniero Supervisor.

Todo material excedente que se tenga que eliminar como producto de la excavación para la construcción de las estructuras se eliminará hasta una distancia mínima de 5km.

Descripción de los Trabajos

Comprende la eliminación de todo material excedente de la excavación, tuberías, demoliciones de bloques de anclaje bajo tierra, construcciones temporales, desmonte, etc. serán retirados por el Contratista, quien dejará el sitio de trabajo completamente limpio y a nivel tal como fue encontrado originalmente.

El material proveniente de las excavaciones deberá ser retirado a una distancia no menor de 2 m de los bordes de la zanja para seguridad de la misma, facilidad y limpieza del trabajo. En ningún caso se permitirá ocupar las veredas con material provenientes de las excavaciones u otros materiales de trabajo.

El acarreo del material de desecho será llevado a botaderos debidamente autorizados

Todos los materiales que debe reponer el contratista por insuficiencia o deficiencia de los que han sido extraídos de las calzadas o aceras, deben ser de igual naturaleza, clase, composición, color y dimensiones que los que han sido extraídos a fin de que no resulten diferencias con el terminado no removido de las superficies inmediatas.

Si el pavimento existente a los lados de la zanja ha sufrido, se ha roto o agrietado o se han formado cangrejas por debajo de él, deberá romperse o reconstruirse las partes dañadas.

El contratista tomará en cuenta esta notación para la presentación de sus propuestas pues él representa un porcentaje que se agrega a la reposición de pavimentos.

El carguío de los materiales excedentes de obra se realizará con equipo mecánico (cargador frontal) o manualmente hacia los volquetes que van a realizar tal labor y se eliminará a una distancia no menor de 5 Km. de la zona de trabajos.

Se cuidará que durante dicha operación no se deteriore ningún bien público, tales como: veredas, Hidrantes, piletas públicas, etc., cuya reposición será de exclusiva responsabilidad del contratista.

De otro lado, deberá prevenirse a los elementos contaminantes que contienen los materiales de desecho no penetren a sus moradas.

Método de Medición

El volumen de material excedente de excavaciones será igual al coeficiente de esponjamiento del material multiplicado por la diferencia entre el volumen de material disponible compactado menos el volumen de material necesario para el relleno compactado, siendo su Método de Medición volumen en m³.

Forma De Pago

El pago se hará por eliminación de metro cúbico (m³) de material excedente según precio unitario pactado en el contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá

Compensación total por toda la mano de obra, materiales, equipos, etc., y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

01.05.07. TUBERÍAS

01.05.07.01. SUMINISTRO E INSTAL. TUB. Ø=110mm PVC UF CL-7.5 Prof. =1.45m c/3% desp.

Generalidades

Las tuberías y accesorios para las redes de distribución cumplirán con la norma:

Norma – Descripción

NTP ISO 4422 Tubos y accesorios de poli cloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) para abastecimiento de agua

En las tuberías y accesorios para las redes de distribución se emplearán unión flexible con anillo de caucho, los anillos cumplirán con la siguiente norma:

Norma – Descripción

NTP ISO 4633 Sellos de caucho, anillos de junta para tubería de abastecimiento de agua, drenaje y alcantarillado.

Carga Y Transporte, Recepción Manipuleo Y Descarga

Todas las actividades previas a la puesta en obra de las tuberías no obrarán en perjuicio de la obra. Sea que el proveedor asuma o no responsabilidad, si una pieza no es encontrada conforme tanto en su estado, calidad, tipo de unión, clase, dimensionamientos, etc., podrá ser objeto de rechazo por el Ingeniero Supervisor.

En tal sentido se recomienda al Contratista que asegure sus controles administrativos en los procedimientos de recepción de los materiales y que se sigan las recomendaciones del fabricante en todo lo concerniente a la carga y transporte, recepción, manipuleo y descarga de las tuberías y accesorios.

Almacenaje

El almacén de la tubería de PVC-U debe estar situado lo más cerca posible a la obra. El almacenaje de larga duración a un costado de la zanja no es aconsejable. Los tubos deben ser traídos desde el almacén al sitio de utilización, a medida que se los necesite.

Los tubos deben aplicarse en forma horizontal, sobre maderas de 10cm de ancho aproximadamente, distanciados como máximo 1.50cm de manera tal que las campanas de los mismos queden alternadas y sobresalientes, libres de toda presión exterior. Los tubos deben ser almacenados protegidos del sol, para lo cual es conveniente usar tinglados, si en cambio se emplearán lonas o fibras plásticas de color negro, se ha de dejar una ventilación adecuada en la parte superior de la pila. De preferencia almacene los tubos por diámetros y clases.

Descripción de los Trabajos

Instalación

Antes de proceder al descenso del tubo al fondo, de la zanja es necesario asegurarse:

- Que en el interior de la tubería, no exista tierra, grava o piedras.
- Que no se presenten muestras de golpe o rajaduras.

El descenso de los tubos de PVC-U a la zanja puede ser efectuado manualmente.

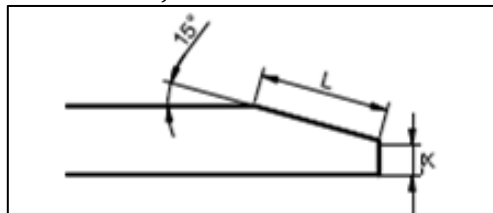
Montaje De Tubos Con Anillos De Caucho

Verificar la existencia del chaflán en el extremo espiga del tubo, este debe ser de 15° con la horizontal y es indicado para una buena y fácil inserción. En casos de tubos sin chaflán, por corte de ajuste o aprovechamiento de longitudes cortas, este puede efectuarse siguiendo el proceso.

- Corte de tubo a la longitud deseada en un plano perpendicular al eje del tubo.
- Prepare el chaflán según el esquema indicado con una escofina de grano fino a un ángulo de 15° con la horizontal.

El valor de X en el esquema siempre va a ser del 50% del espesor de la tubería

Imagen N° 36: Montaje de Tubos con Anillos de Caucho.



Fuente: Propia.

Afine la superficie del chaflán con una lija fina, para que la longitud del chaflán tenga la longitud especificada según norma ISO 4422 que se muestra en el cuadro.

Tabla N° 48: Longitud De Chaflán.

Ømm	C-5	C-7.5	C-10	C-15
63	3.70	3.80	6.00	8.80
75	4.30	5.60	7.20	10.60
90	4.90	6.60	8.60	12.60
110	5.90	8.00	10.60	15.40
140	6.90	9.40	12.00	17.80
160	8.30	11.60	15.40	22.40
200	10.30	14.60	19.20	28.00
250	12.70	18.20	23.80	35.00

Fuente: Norma ISO 4422.

Ensamble

El ensamble de un tubo a otro se efectúa insertando el extremo achaflanado a la campana con anillo de caucho.

Colocación del Anillo

Limpie cuidadosamente la cavidad de alojamiento del anillo de caucho.

Limpie el anillo de caucho, forme una U invertida con el mismo anillo e introdúzcalo con la parte más gruesa hacia el interior del tubo. Asegúrese que quede en contacto con todo el canal de alojamiento de la campana.

Montaje del tubo

Es conveniente marcar en la espiga de los tubos, la profundidad de inserción. Esta marca debe hacerse en tal forma que la espiga penetre hasta dejar una luz de aprox. 10mm del fondo de la campana.

Profundidad De Inserción (Unión Flexible) - Para Largo De Tubo 6:00m

Antes de acoplar el tubo, debe limpiarse el interior de la campana y el exterior de la espiga a insertar. Enseguida se procede a la aplicación del lubricante en el anillo y el chaflán y por lo menos la mitad de la espiga a insertar.

Inserte el extremo achaflanado en la campana que contiene el anillo, mientras que otra procede a empujar el tubo hasta el fondo retirando luego 10mm para que la unión opere también como junta de dilatación.

Si la profundidad de inserción se ha marcado previamente, el tubo se introduce hasta la marca.

Los tubos menores de 110mm (4") pueden instalarse empleando fuerza manual; tubos de mayor diámetro pueden requerir ayuda mecánica. Es importante observar que el tubo se inserte en una forma recta, el buen alineamiento de la tubería es esencial para facilitar el ensamble. No utilice lubricantes no aprobados por el fabricante.

Sujeción de codos, derivaciones, etc.

Los cambios de dirección, reducciones, cruces, tees, codos, puntos muertos, etc., deben sujetarse por medio de bloques de concreto, dejando libres las uniones, para su fácil descubrimiento en caso de necesidad. Así mismo, las válvulas y grifos contra incendio deben quedar perfectamente ancladas.

Los bloques de anclaje de concreto se localizan entre el accesorio y la parte firme de la pared de la zanja. El concreto a emplearse será por 140 Kg/cm² salvo especificación especial del Ingeniero de la obra. La dosificación del agua es la suficiente para que sea trabajable.

El diseño y cálculo de los bloques de anclaje es un trabajo que debe hacer el Ingeniero responsable de la obra.

El concreto no debe envolver totalmente el accesorio de PVC, con los cambios de presión interna ocurren variaciones en el diámetro que no se deben impedir, pues causarían esfuerzos cortantes innecesarios en la pared del tubo.

En caso de utilizar accesorios de PVC se debe de colocar un filtro asfáltico o un polietileno grueso entre la tubería o el accesorio y el concreto para impedir la abrasión.

Deflexión De Tubería

La flexibilidad de los tubos de PVC-U permite en algunos casos efectuar algunos cambios de dirección en la tubería. No obstante, no se recomienda hacer curvaturas mayores a 3° y siempre ubicarlas en las partes lisas del tubo y no sobre las campanas. La tabla siguiente indica los valores de flecha máximos admisibles a 20° C para tubos de 6m de largo.

Tabla N° 49: FLECHA MÁXIMA ADMISIBLE A 20° C PARA TUBOS DE 6ml

DN		Flecha máxima (h)
ISO (mm)	ITINTEC (pulg)	(cm)
40	1 ½	13
63	2	13
75	2 ½	12
90	3	11
110	4	10
140	5 ½	8
160	6	6
200	8	4
250	10	3
315	12	2
355	14	1
400	16	0.6

Fuente: R.N.E. OS.070 – Redes de Aguas Residuales.

Método de Medición

El suministro e instalación de tuberías, se medirá en metros lineales (ml), de acuerdo a las indicaciones y medidas señaladas en los planos uniformemente lineadas y asentadas en el fondo de zanja, después de haber realizado la prueba hidráulica a zanja abierta y como se estipula en las presentes especificaciones.

Forma De Pago

El pago se hará por metro lineal (ml) según precio unitario pactado en el contrato.

01.05.08. ACCESORIOS

01.05.08.01. SUMINISTRO E INSTAL. CRUZ 110mm x 110mm PVC ISO.

01.05.08.02. SUMINISTRO E INSTAL.TEE 110mm x 110mm PVC ISO.

01.05.08.03. SUMINISTRO E INSTAL. CODO 110mm x 90° PVC ISO.

01.05.08.04. SUMINISTRO E INSTAL. TAPON PVC Ø=110mm.

01.05.08.05. INSTALACION DE VALVULA COMPUERTA 4"

01.05.08.06. INSTALACION DE GRIFO CONTRA INCENDIO 2BOCAS

Generalidades

En las tuberías y accesorios para las redes de distribución se emplearán unión flexible con anillo de caucho, los anillos cumplirán con la siguiente norma: NTP ISO 4633 Sellos de caucho, anillos de junta para tubería de abastecimiento de agua, drenaje y alcantarillado.

El Contratista coordinará directamente con la oficina Zonal Chiclayo de la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento por lo menos con 5 días de anticipación, para obtener la autorización y el corte del servicio de agua potable en la zona a empalmar.

Carga Y Transporte, Recepción Manipuleo Y Descarga

Todas las actividades previas a la puesta en obra de los accesorios no obrarán en perjuicio de la obra.

Sea que el proveedor asuma o no responsabilidad, si una pieza no es encontrada conforme tanto en su estado, calidad, tipo de unión, clase, dimensionamientos, etc., podrá ser objeto de rechazo por el Ingeniero Supervisor.

En tal sentido se recomienda al Contratista que asegure sus controles administrativos en los procedimientos de recepción de los materiales y que se sigan las recomendaciones del fabricante en todo lo concerniente a la carga y transporte, recepción, manipuleo y descarga de las tuberías y accesorios.

Almacenaje

Los accesorios y o piezas de PVC-U, que son complemento de la tubería, en general se despachan a granel, debiendo almacenarse en bodegas frescas o bajo techo hasta el momento de su utilización. Los anillos de caucho no deben almacenarse al aire libre, debiéndoseles proteger de los rayos solares. Apártelos de los aceites, grasas y del calor excesivo. Si el almacenamiento ha de ser muy prolongado, este debe hacerse además en un lugar fresco.

Descripción de los Trabajos

Instalación

Antes de proceder al descenso del tubo al fondo, de la zanja es necesario asegurarse:

- Que en el interior del accesorio y la tubería, no exista tierra, grava o piedras.
- Que no se presenten muestras de golpe o rajaduras.

El descenso de los accesorios de PVC-U a la zanja será efectuado manualmente.

Ensamble

El ensamble de un tubo a otro se efectúa insertando el extremo achaflanado a la campana con anillo de caucho.

El trabajo debe ser hecho por obreros competentes, especializados en el ramo requerido.

Colocación del Anillo

Limpie cuidadosamente la cavidad de alojamiento del anillo de caucho.

Limpie el anillo de caucho, forme una U invertida con el mismo anillo e introdúzcalo con la parte más gruesa hacia el interior del accesorio.

Asegúrese que quede en contacto con todo el canal de alojamiento de la campana.

Antes de acoplar el tubo, debe limpiarse el interior de la campana y el exterior de la espiga a insertar. Enseguida se procede a la aplicación del lubricante en el anillo y el chafalán y por lo menos la mitad de la espiga a insertar.

Inserte el extremo achaflanado en la campana que contiene el anillo, mientras que otra procede a empujar el tubo hasta el fondo retirando luego 10mm para que la unión opere también como junta de dilatación. Si la profundidad de inserción se ha marcado previamente, el tubo se introduce hasta la marca.

Los tubos menores de 110mm (4") pueden instalarse empleando fuerza manual; tubos de mayor diámetro pueden requerir ayuda mecánica.

Es importante observar que el tubo se inserte en una forma recta, el buen alineamiento de la tubería es esencial para facilitar el ensamble. No utilice lubricantes no aprobados por el fabricante.

Método de Medición

Esta partida se mide por inserción de accesorio realizado, después de haber realizado la prueba hidráulica a zanja abierta, por unidad (Unid.).

Forma De Pago

El pago se hará cuantificando la inserción de accesorios realizados al precio pactado en el contrato, por unidad.

01.05.09. VÁLVULAS

01.05.09.01. SUMINISTRO E INSTAL. VÁLVULA Ø= 100mm

Generalidades

Las válvulas de compuerta de hierro fundido para las redes cumplirán con las siguientes normas.

Tabla N° 50: Normas para Válvulas de Compuerta.

NORMAS	DESCRIPCIÓN
NTP ISO / 7259	Válvulas de compuerta de hierro fundido predominante operadas con Llave, para uso subterráneo.
NTP ISO 2531	Fundido dúctil para conducciones a presión.
ISO DIS 4422-4	Tubos y accesorios de policloruro de vinilo no plastificado PVC-U para distribución de agua Especificaciones – Parte 4: para Válvulas y equipo auxiliar.

Fuente: R.N.E. OS.070 – Redes de Aguas Residuales.

Dimensiones

Las válvulas cumplirán con las dimensiones especificadas en la Norma NTP ISO 7259.

Tabla N° 51: Dimensiones de Válvulas.

DN	50	65	80	100	125	150	200	250	300
Diámetro externo (mm)	66	82	98	118	144	170	222	274	326

Fuente: Norma NTP ISO 7259.

Presión Nominal

Las válvulas que se proveerán estarán diseñadas para las presiones máximas permitidas de trabajo e temperaturas ambientales de acuerdo a la norma: 1 MPa (10 Bar).

Tipo De Embone

Las válvulas a proveer serán con embone espiga y campana de dos tipos como lo especifica el proyecto:

Con embone directo a tubería PVC-U ISO 4422, clase 7,5.

Sellado Del Vástago

Sellado por medio de anillos toroidales.

Materiales Del Cuerpo Y Cabezal

Los materiales del cuerpo y cabezal pueden ser Fierro fundido esferoidal con grados 370-17, 400-12 ó 500-07.

Revestimiento

Todos los componentes deberán estar limpios y revestidos externamente para protegerlos contra la corrosión, con recubrimiento epóxico exterior e interior al horno con 150 micras mínimo de espesor.

Número De Vueltas Locas

Número máximo de vueltas locas iguales a 2.

Materiales De Los Accesorios De La Válvula

Los materiales de los componentes de la válvula serán de categoría A.

Compuerta: De Fierro Fundido Encapsuladas en Elastómero.

Soporte del Asiento u Obturados: Herméticos con Material Elástico.

Vástago: De acero inoxidable con un mínimo de 11.5% de Cromo.

Tuerca del Vástago: De acero inoxidable.

Pernos: De acero inoxidable.

Operación

Las válvulas serán operadas por una llave T (tipo A), con cierre en el sentido horario.

Repuestos

Con las válvulas se deberá proveer además un stock de 2 juegos de anillos tóricos para el vástago, por cada válvula. Estos repuestos deberán entregarse directamente al supervisor.

Descripción de los Trabajos

Para realizar la inserción de una válvula de compuerta se debe descubrir el tubo existente sobre el cual hacer la inserción, por lo que la inserción de 1 válvula incluye:

- La excavación y relleno compactado de 5 ml de zanjas
- El suministro de la válvula de compuerta de hierro fundido.

Método de Medición

Esta partida se mide por inserción de válvula realizada, correctamente instalada, con el encajamiento y anclaje de la válvula, la construcción de la base de la caja de válvula y después de haberse realizado la prueba hidráulica a zanja tapada, por unidad (Und).

Forma De Pago

El pago se hará cuantificando la inserción de válvulas realizadas al precio pactado en el contrato, por unidad.

01.05.10. GRIFOS CONTRA INCENDIO

01.05.10.01. SUMINISTRO E INSTAL. GRIFO CONTRA INCENDIO HFD PN= 10 Ø 110 mm ISO

Descripción De Los Trabajos

Los trabajos consistirán en el suministro e instalación de hidrantes en el lugar que indican los planos de las redes de distribución y el plano de detalle de hidrantes o grifos contra incendio, de manera que el eje de la boca de salida del hidrante se emplace a +0.40 m sobre el nivel de la rasante de la vereda.

Generalidades

Los grifos contra incendio cumplirán con las siguientes normas:

NTP 350.102 Hidrantes Públicos
NTP 341.149-82 piezas fundidas
NTP 341.150-82 Fundición laminar

Tipo de Hidrante

El hidrante será tipo poste o superficial de 2 bocas de 63,5 mm de diámetro.

Tapas de la Boca

Será de hierro fundido. Estará unida al cuerpo del hidrante mediante una cadena de acero con un enganche o eslabón no menos de 3,1 mm de diámetro de sección transversal.

Tipo de Embone

Los hidrantes públicos serán con terminal espiga y campana para embone directo a tubería PVC-U bajo la norma NTP - ISO

Bonete, Cuerpo y Codo de Admisión

El bonete, cuerpo y codo del hidrante deberán ser de fierro fundido o fierro dúctil.

Válvula de Operación

La válvula de operación: Incorpora y debe ser apta para su remoción en reparaciones por la parte superior, sin necesidad de romper el pavimento o excavar.

Cierre: Hermético sin rotación.

Disco: De material elástico, fijado al cuerpo sin permitir filtraciones por el vástago.

Dado de Operación: De sección pentagonal según la norma.

Número de Vueltas: 12

Apertura de la Válvula: En el sentido anti horario.

Método de Medición

Esta partida se mide por hidrante suministrado, instalado incluyendo el bloque de anclaje del codo y lugar de ubicación relleno y compactado, previamente aprobado por el Supervisor después de haberse realizado la prueba hidráulica a zanja tapada, por unidad (Und).

Forma de Pago

El pago se hará cuantificando las unidades construidas al precio pactado en el contrato, por unidad.

01.06. PRUEBAS HIDRÁULICAS

01.06.01. DOBLE PRUEBA HIDRÁULICA Y DESINFECCIÓN P/ TUB. Ø=110mm PVC-U.

Generalidades

La finalidad de las pruebas hidráulicas y desinfección, es verificar que todas las partes de la línea de agua potable, hayan quedado correctamente instaladas, probadas contra fugas y desinfectadas, listas para prestar servicio.

Descripción de los Trabajos

Las pruebas de las líneas de agua se realizarán en 2 etapas:

Prueba Hidráulica a zanja abierta

- Para redes locales, por circuitos
- Para conexiones domiciliarias, por circuitos.
- Para líneas de impulsión, conducción por tramos de la misma clase de tubería.

Prueba hidráulica a zanja con relleno compactado y desinfección

- Para redes con sus conexiones domiciliarias, que comprendan a todos los circuitos en conjunto o a un grupo de circuitos.
- Para líneas de impulsión, conducción y aducción, que abarque todos los tramos en conjunto.

De acuerdo a las condiciones que se presentan en obra, se podrá efectuar por separado la prueba a zanja con relleno compactado, de la prueba de desinfección. De igual manera podrá realizarse en una sola prueba a zanja abierta, la de redes con sus correspondientes conexiones domiciliarias.

En la prueba hidráulica a zanja abierta, solo se podrán sub dividir las pruebas de los circuitos o tramos, cuando las condiciones de la obra no permitieran probarlos por circuitos o tramos completos, debiendo previamente ser aprobados por la empresa.

Considerando el diámetro de la línea de agua y su correspondiente presión de prueba se elegirá, con aprobación de la Empresa, el tipo de bomba de prueba, que puede ser accionado manualmente o mediante fuerza motriz.

La bomba de prueba, deberá instalarse en la parte más baja de la línea y de ninguna manera en parte alta alguna.

Para expulsar el aire de la línea de agua que se está probando, deberá necesariamente instalarse purgas adecuadas en los puntos altos, cambios de dirección y extremos de la misma. La bomba de prueba y los elementos de purga de aire, se conectarán a la tubería mediante:

- Abrazaderas, en las redes locales, debiendo ubicarse preferentemente frente a los lotes, en donde posteriormente formarán parte integrante de sus conexiones domiciliarias.
- Tapones con niples especiales de conexión, en las líneas de impulso, conducción y aducción. No se permitirá la utilización de abrazaderas.

Se instalarán como mínimo 2 manómetros de rangos de presión apropiados, preferentemente en ambos extremos del circuito o tramo a probar.

La Empresa previamente al inicio de las pruebas, verificará el estado y funcionamiento de los manómetros, ordenado la no utilización de los malogrados o los que no se encuentren calibrados.

Pérdida De Agua Admisible

La probable pérdida de agua admisible en el circuito o tramo a probar de ninguna manera deberá exceder a la cantidad especificada en la siguiente fórmula:

$$F = (N \times D \times P) / (410 \times 25)$$

Dónde:

F= pérdida total máxima en litros.

N= Número total de uniones.

D= Diámetro de la tubería en milímetros.

P= presión de pruebas en metros de agua.

En la tabla siguiente se establecen las pérdidas máximas permitidas en litros en una hora, de acuerdo al diámetro de tubería, en 100 uniones.

Tabla N° 52: Perdida Máxima de Agua en Litros por Hora para Cien Uniones para Tubería de PVC – U.

DN		PRESIÓN DE PRUEBA EN METROS					
mm	pulg	44	50	75	90	100	150
63	2	3.78	4.03	4.93	5.41	5.70	6.98
75	2 ½	4.49	4.79	5.86	6.42	6.77	8.29
90	3	5.40	5.75	7.05	7.72	8.14	9.97
110	4	6.60	7.04	8.62	9.44	9.95	12.19
140	5 ½	8.40	8.95	10.97	12.01	12.66	15.51
160	6	9.60	10.24	12.54	13.74	14.48	17.73
200	8	12.00	12.79	15.66	17.16	18.09	22.15
250	10	15.00	15.99	19.58	21.45	22.61	27.70
315	12	18.91	20.16	24.69	27.04	28.51	34.91
355	14	21.30	22.71	27.81	30.47	32.12	39.34
400	16	24.01	25.59	31.35	34.34	36.20	44.33

Fuente: Norma NTP ISO 4422.

Para diferente número de uniones multiplicar el valor de F por el factor N/100. Para las válvulas y grifos contra incendio se considerará la campana de empalme como una unión.

Factor de conversión de m.c.a a lbs/plg².

Prueba Hidráulica A Zanja Abierta

La presión de la prueba a zanja abierta, será de 1.2 de la presión nominal de la tubería de redes y líneas de impulsión, conducción y de aducción; y de 1.0 de esta presión nominal, para conexiones domiciliarias, medida en el punto más bajo del circuito o tramo que se está probando.

En el caso de que el Constructor solicitará la prueba en una sola vez, tanto para redes como para sus conexiones domiciliarias, la presión de prueba será 1.5 de la presión nominal.

Antes de procederse a llenar las líneas de agua a probar, tanto sus accesorios como sus grifos contra incendio previamente deberán estar ancladas, lo mismo que efectuado su primer relleno compactado, debiendo quedar sólo al descubierto todas sus uniones.

Sólo en los casos de tubos que hayan sido observados, éstos deberán permanecer descubiertas en el momento que se realice la prueba.

La línea permanecerá llena de agua por un período mínimo de 24 horas, para proceder a iniciar la prueba.

El tiempo mínimo de duración de la prueba será de dos (2) horas debiendo la línea de agua permanecer durante éste tiempo más bajo la presión de prueba.

Durante la prueba se inspeccionarán todas las válvulas, piezas de unión de tuberías, accesorios, etc. que estén expuestas. Cualquier tubería, válvula, pieza de unión, que se encuentre defectuosa será removida y reemplazada por el Contratista.

No se permitirá que, durante el proceso de la prueba, el personal permanezca dentro de la zanja, con excepción del trabajador que bajará a inspeccionar las uniones, válvulas accesorios, etc.

Después que el tramo que se va haya sido llenado lentamente con agua; y después que se haya expulsado todo el aire que pueda haber quedado en la tubería, se procederá a llevar la presión a lo especificado; y, una vez que se haya llegado a esta presión, se procederá a medir la probable fuga de agua.

Cuando se presenten tuberías nuevas que serán interconectadas a tuberías existentes, la prueba hidráulica de las tuberías nuevas se efectuará por separado.

Si es necesario probar las tuberías existentes, estas se efectuarán a la presión de servicio, considerándose como presión de servicio 22 m.

Prueba Hidráulica a Zanja Con Relleno Compactado

La presión de prueba a zanja con relleno compactado será la misma de la presión nominal de la tubería, medida en el punto más bajo del conjunto de circuitos o tramos que se está probando.

No se autorizará realizar la prueba a zanja con relleno compactado, si previamente la línea de agua no haya cumplido satisfactoriamente la prueba a zanja abierta. La línea permanecerá llena de agua por un periodo mínimo de 24 horas, para proceder a iniciar las pruebas a zanjas con relleno compactado y desinfección.

El tiempo mínimo de duración de la prueba a zanja con relleno compactado será de una (1) hora, debiendo la línea de agua permanecer durante este tiempo bajo la presión de prueba.

Desinfección de las Líneas de Agua Potable

Todas las líneas de agua antes de ser puestas en servicio, serán completamente desinfectadas de acuerdo con el procedimiento que se indica en las presentes Especificaciones. Con la aprobación del supervisor, la desinfección se podrá realizar en conjunto con la prueba hidráulica a zanja con relleno compactado, si es que la línea va a ser de inmediato puesta en servicio.

Todas las tuberías nuevas y existentes; que se hayan cortado o disturbado de alguna manera, después de concluida su restauración necesaria y antes de ser puestas en servicio, serán completamente desinfectadas de acuerdo con el procedimiento que se indica en la presente

Especificación y en todo caso de acuerdo a los requerimientos que pueda señalar el Ministerio de Salud.

El dosaje de cloro aplicado para la desinfección será de 50 ppm.

El tiempo mínimo del contacto del cloruro con la tubería será de 24 horas, procediéndose a efectuar la prueba de cloro residual debiendo obtener por lo menos 5 ppm de cloro.

En el período de cloración, todas las válvulas, grifos y otros accesorios, serán operados repetidas veces para asegurar que todas sus partes entren en contacto con la solución de cloro.

Después de la prueba, el agua con cloro será totalmente eliminada de la tubería e inyectándose con agua de consumo hasta alcanzar 0.5 ppm de cloro.

Se podrá utilizar cualquiera de los productos enumerados a continuación, en orden de preferencia:

- a) Cloro líquido
- b) Compuestos de cloro disuelto con agua.

Para la desinfección con cloro líquido se aplicará una solución de éste, por medio de un aparato clorador de solución, o cloro directamente de un cilindro con aparatos adecuados para controlar la cantidad inyectada y asegurar la difusión efectiva del cloro en toda la línea. Será preferible usar el aparato clorador de solución.

El dosaje de aplicación será de preferencia al comienzo de la tubería y a través de una llave "Corporation".

En la desinfección de la tubería por compuestos de cloro disuelto, se podrá usar compuestos de cloro tal como, hipoclorito de calcio o similar y cuyo contenido de cloro utilizable sea conocido.

Para la adición de éstos productos, se usará una proporción de 5% de agua, determinándose las cantidades a utilizar mediante la siguiente fórmula:

$$g = (C \times L) / (\% \text{ Clo.} \times 10)$$

Dónde:

g = gramos de Hipoclorito

C = ppm. o mgs por litro deseado

L = Litros de agua.

Reparación de Fugas

Cuando se presenta fugas en cualquier parte de la línea de agua, serán de inmediato reparadas por el Contratista debiendo necesariamente, realizar de nuevo la prueba hidráulica del circuito y la desinfección de la misma, hasta que se consiga resultado satisfactorio y sea recepcionado por la empresa.

Registro y Certificación de Pruebas

El Ingeniero Residente deberá registrar en el cuaderno de obra, las características de los nuevos tramos probados: esquema, diámetros, longitudes, tipo de unión, clase de material, número de uniones, presión de prueba, pérdida de agua encontrada, etc.

El supervisor extenderá el Certificado de prueba hidráulica realizada.

Método de Medición

Las pruebas hidráulicas, se medirá en metros lineales (ml), de acuerdo a las indicaciones y medidas señaladas en los planos y en las presentes especificaciones.

Forma de Pago

El pago se hará por metro lineal (ml) según precio pactado en el contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, materiales, equipos, etc. y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

01.05.12. REMOCIÓN DE TUB. Y ACCESORIOS

01.05.12.01. REMOCIÓN DE TUBERÍAS, ACCESORIOS Y OTROS EXISTENTES

Descripción de los Trabajos

La remoción de accesorios, de PVC y AC tanto tapones y otros accesorios, incluye la rotura del bloque de anclaje, el desembone y retiro del accesorio.

El estado del accesorio, será registrado en el cuaderno de obra en lo que se refiere a: existencia y dimensiones del bloque de anclaje, presencia de fugas, presencia de incrustaciones, sedimentos y/o fisuras.

Método de Medición

Esta partida se mide por remoción de accesorio, válvulas y/o grifo contra incendio realizado, y bloque de anclaje del mismo lo cual debe ser aprobado por el supervisor, la unidad de medida será global (glb).

Forma De Pago

El pago se hará cuantificando las remociones de accesorios realizados al precio pactado en el contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, materiales, equipos, etc. y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

1.06. CONEXIONES DOMICILIARIAS

01.06.01. TRABAJOS PRELIMINARES

01.06.01.01. TRAZO Y REPLANTEO INICIAL PARA INSTALACIONES DE CONEX. DOMIC.

Descripción de los Trabajos

Comprende el trazo de las tuberías a instalar en la infraestructura urbana, incluye la limpieza y despeje del terreno y el replanteo de las obras existentes con las cuales se va a empalmar, insertar y/o remover. Incluye el trazo mediante el uso de cordel, yeso, wincha y equipo de topografía.

Los trazos deben quedar asentados en el cuaderno de obra y referidos a los límites de propiedad e intersección de los límites de propiedad o accidentes geográficos notables.

Método de Medición

Se ha considerado como unidad de medida el metro lineal (ml) de ejecución, incluyendo el personal, equipo y herramientas que sean necesarios para la realización del trabajo.

Forma De Pago

El pago se hará por metro lineal (ml) según precio unitario pactado en el contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, materiales, equipos, etc. y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

01.06.02. MOVIMIENTO DE TIERRAS

**01.06.02.01. EXCAVACIÓN MANUAL DE ZANJAS P/TUB. Ø=1/2", a=0.40m
h=1.20m P/CONEX. DOMICIL.**

ÍTEM PARTIDA 01.05.02.01

**01.06.03. REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJAS P/TUB. Ø=1/2" P/CONEX.
DOMICIL.**

ÍTEM PARTIDA 01.05.03.01

01.06.04. RELLENO Y NIVELACIÓN DE ZANJAS

**01.06.04.01. CAMA DE APOYO C/ARENA FINA, e= 0.10m P/TUB. Ø=1/2"
P/CONEX. DOMICIL.**

ÍTEM PARTIDA 01.05.04.01

**01.06.04.02. RELLENO C/MATERIAL D/PRESTAMO .P/TUB. 1/2", LATERAL
P/TUB. Ø=1/2" P/CONEX. DOMICIL.**

ÍTEM PARTIDA 01.05.05.01

**01.06.04.03. RELLENO Y APISONADO C/MATERIAL D/PRESTAMO P/TUB. 1/2",
S/CLAVE**

ÍTEM PARTIDA 01.05.05.02

**01.06.04.04. RELLENO Y COMPACTACION MANUAL C/MAT. PROPIO SELECC.,
P/TUB. 1/2" P/CONEX. DOMICIL**

ÍTEM PARTIDA 01.05.05.03

**01.05.06. ACARREO Y ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE Distancia min
= 5 Km.**

ÍTEM PARTIDA 01.05.06.01

01.06.06. TUBERÍAS

**01.06.06.01. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC Ø 1/2", C-10
P/CONEX. DOMICIL.**

ÍTEM PARTIDA 01.05.07.01

01.06.07. ACCESORIOS

01.06.07.01. SUMINISTRO E INSTAL. DE ACCESORIOS PVC Ø=110mm ISO

ÍTEM PARTIDA 01.05.08

01.06.08. PRUEBAS HIDRÁULICAS Y DESINFECCIÓN

01.06.08.01. PRUEBA HIDRÁULICA Y DESINFECCIÓN TUB. 1/2" (12.5MM)

ÍTEM PARTIDA 01.05.11.01

01.06.09. MICROMEDICIÓN

01.06.09.01. SUMINISTRO E INSTAL. CAJA PRE-FAB. P/MEDIDOR DE AGUA

Caja de Medidor

La caja del medidor, es una caja de concreto pre-fabricada de 0.40 m de ancho; 0.60 m de largo y 0.25 m de altura libre, la misma que va apoyada sobre una losa de concreto, y cumplirá con los requisitos de la N.T.P N° 334.081:1998. El marco y la tapa de la caja serán termoplásticos debiendo quedar perfectamente adosada al nivel proyectado de vereda.

Se debe tener en cuenta que la caja, se ubicará, en el espacio destinado a la vereda, con un retiro al eje del medidor de 0.75 m al límite de propiedad. En pueblos jóvenes y asentamientos humanos en donde el ancho de las veredas son variables y solo en algunos lotes, la rotura de la vereda será hasta 0.05m alrededor de la caja, para facilitar la instalación de la misma y la reposición de la misma será hasta la caja porta medidor y terminado hasta el marco de la tapa de la caja porta medidor.

Método de Medición

La partida se medirá con el suministro de la caja porta medidor, correcta colocación de la tapa y marco termoplástica, y perfecto anclaje a la vereda, la unidad de medida será la unidad (Unid.).

Forma De Pago

El pago se hará por Unidades (Unid) según precio pactado en el contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, materiales, equipos, etc. y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

01.06.09.02. SUMINISTRO E INSTAL. DE ACCESORIOS P/MEDIDOR DE AGUA

Descripción de los Trabajos

Elementos de Control

Para la colocación del medidor de consumo y el control del servicio, se necesitarán los siguientes elementos:

- (2)Uniones Presión Rosca.
- (2)Llaves de paso
- (2) Niples standard de acoplamiento de la llave de paso al medidor de consumo
- (1) Medidor de Caudal

La llave de paso debe tener rosca en ambos extremos y su diámetro será de acuerdo a la conexión en ejecución.

El niple de acoplamiento llevará rosca externa en un extremo y una pestaña en el otro que permita el uso, para el caso de conexiones de ½", o de una tuerca de ¾", con un rebajo para su anclaje en la pestaña del niple y su correspondiente empaquetadura.

Elementos de unión con la instalación interior.

A fin de instalar una llave de control en la instalación interior, a partir del medidor se instalará una tubería de PVC $\varnothing=1/2"$ clase 10 de una longitud de 1,00m aproximadamente en el interior de la propiedad.

Método de Medición

La instalación de las conexiones domiciliarias, se medirá en Unidades (Unid), de acuerdo a las indicaciones, después de haber pasado la prueba hidráulica a zanja tapada y medidas señaladas en los planos y en las presentes especificaciones.

Forma De Pago

El pago se hará por Unidades (Unid) según precio unitario pactado en el contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, materiales, equipos, etc. y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

01.07. POZO TUBULAR

01.07.01. ANALISIS Y PRUEBA DE POZO

01.07.01.01. ANALISIS FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA

Descripción de los Trabajos

Durante la prueba de bombeo deberá extraerse dos muestras de agua como mínimo, una de dos (2) litros como mínimo para análisis físico químico los cuales deben ser efectuados en laboratorios oficiales.

Los análisis deberán ser efectuados en laboratorios oficiales. Los análisis deberán permitir evaluar la calidad del agua sobre la base de las normas internacionales de potabilidad estos análisis incluirán metales y serán efectuados por un laboratorio acreditado para tal fin por INDECOPI.

El procedimiento para extraer la muestra se ejecutará con recipientes debidamente esterilizados otorgados por el laboratorio especializado, ello permitirá resultados más confiables.

Método de Medición

La medición de la partida será por unidad (Unid) análisis de laboratorio del agua del pozo con resultados positivos al pozo.

Forma De Pago

El pago se hará en unidad (Unid) según precio unitario pactado en el contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, materiales, equipos, etc.

01.07.01.02. ANALISIS BACTERIOLÓGICO DEL AGUA

Descripción de los Trabajos

Durante la prueba de bombeo deberá extraerse dos muestras de agua como mínimo, medio (1/2) como mínimo para análisis físico químico los cuales deben ser efectuados en laboratorios oficiales.

Los análisis deberán ser efectuados en laboratorios oficiales. Los análisis deberán permitir evaluar la calidad del agua sobre la base de las normas internacionales de potabilidad.

Método de Medición

La medición de la partida será por unidad (Unid) análisis de laboratorio del agua del pozo con resultados positivos al pozo.

Forma De Pago

El pago se hará en unidad (Unid) según precio unitario pactado en el contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, materiales, equipos, etc.

01.07.01.03. PRUEBA DE BOMBEO

Descripción de los Trabajos

Con los datos obtenidos en la prueba de determinará el rendimiento óptimo de explotación del pozo. Para tal efecto, se medirán los niveles de agua, para diferentes caudales.

- En la tubería de descarga del pozo se instalará un caudalímetro, tubo pitot, orificio circular con tubo piezométrico u otro dispositivo que permita una buena medida del caudal.

- Para medir el nivel de agua en el pozo se utilizará una sonda eléctrica.
- Las instalaciones de la prueba de bombeo deberán impedir la circulación de las aguas, las cuales deberán descargarse a una distancia mínima de 30m.
- Durante la prueba, el pozo será sometido a explotación durante 72 horas continuas y por lo menos a tres (03) regímenes distintos en forma escalonada. El cambio de régimen se efectuará solo cuando se obtenga la estabilización de los niveles. Al final del último régimen de bombeo deberá recolectarse una muestra de agua de 1litros como mínimo para su análisis físico-químico a efectuarse en los laboratorios oficiales.
- Los resultados de la prueba serán resumidos en un gráfico que relaciona los niveles dinámicos con los caudales obtenidos en cada régimen. El análisis de esta curva deberá permitir obtener el rendimiento óptimo del pozo.

Método de Medición

Se ha considerado como unidad de medida la hora maquina (hm) de ejecución, incluyendo el personal, equipo y herramientas que sean necesarios para la realización del trabajo.

Forma De Pago

El pago se hará por hora maquina (hm) según precio unitario pactado en el contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, materiales, equipos, etc. y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

01.07.01.04. EVACUACIÓN DE AGUA DE PRUEBA

Descripción de los Trabajos

El agua descargada será conducida desde la bomba a la zona apropiada (cuerpo receptor) libre de viviendas más cercanas, aprobada por el supervisor y se efectuaran trabajos de protección de ser el caso.

Cuando menos una distancia de 140 metros a partir del pozo el agua será conducida a través de tuberías aprobadas o acequias revestidas para evitar la recirculación del agua.

Es imperativo segura que no se cause ningún daño por inundación o erosión a la estructura de drenaje a sitios de disposición escogidos.

Método de Medición

Se ha considerado como unidad de medida será global (glb) de ejecución, incluyendo el personal, equipo y herramientas que sean necesarios para la realización del trabajo.

Forma De Pago

El pago se hará global (glb) según precio unitario pactado en el contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, materiales, equipos, etc. y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

10.1.2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

02.01. REDES DE ALCANTARILLADO

02.01.01. OBRAS PRELIMINARES

02.01.01.01. TRAZO Y REPLANTEO

a) Descripción de los Trabajos

El trazo debe ser de acuerdo a los planos y respetando un espacio mínimo entre el borde de propiedad y el borde de zanja previsto.

b) Método de construcción

El trazo, alineamiento, gradientes, distancias y otros datos deberán ajustarse estrictamente a los planos y perfiles del proyecto oficial, se hará replanteo previa revisión de la nivelación de calles y verificación de los cálculos correspondientes.

Cualquier modificación de los perfiles por exigirlo así, circunstancias de carácter local, deberá recibir previamente la aprobación del Ing° Inspector de EPSEL S.A.

c) Método de Medición

Para el metrado de esta partida deberá considerarse de acuerdo a la geometría lineal del trazo.

d) Forma de Pago: ml

02.01.02. MOVIMIENTO DE TIERRAS

02.01.02.01. EXCAVACIÓN DE ZANJAS

Recomendaciones Generales. -

No es conveniente efectuar la apertura de zanjas con mucha anticipación al tendido de tubería, para:

- Evitar posibles inundaciones.
- Reducir la posible necesidad de entibar los taludes de la zanja.
- Evitar accidentes.

a) Descripción de los Trabajos

- Es importante tener en cuenta que la dirección de la instalación de un sistema de alcantarillado debe ser precisa y estar de acuerdo con los planos del proyecto, teniendo en cuenta la rigurosidad necesaria que se debe tener en el alineamiento y la nivelación.
- La inclinación de los taludes de la zanja debe estar en función de la estabilidad de los suelos (Niveles freáticos altos, presencia de lluvias, profundidad de excavaciones y el ángulo de reposo del material) y su densidad a fin de concretar la adecuada instalación, no olvidando el aspecto económico.
- En zonas con nivel freático alto o lluviosas, cabe la posibilidad de tener que efectuar entibados o tablestacados en las paredes de la zanja, a fin de evitar derrumbes. Así mismo, es posible el tener que efectuar operaciones de bombeo a fin de bajar el nivel freático o recuperar una zanja inundada.

b) Método de construcción

- Debe ser uniforme en toda la longitud de la excavación y en general debe obedecer a las recomendaciones del proyecto.
- El ancho de la zanja a nivel de la parte superior de la tubería debe ser lo menor posible, de manera que permita una instalación correcta y eficiente al minimizar la carga de tierra sobre el tubo. Así, un aumento en el ancho de zanja pero por encima de la clave del tubo no incrementa la carga de tierra sobre éste, lo que se consigue dando una pendiente a los costados de la zanja o excavando una zanja secundaria.
- Por otra parte, una zanja muy angosta dificulta la labor de instalación de la tubería (tendido y compactación).
- Como recomendación general se sugiere el siguiente ancho de la zanja a nivel de la clave del tubo: De + 0.3m.
- La altura mínima de relleno sobre la clave de la tubería debe ser de 1.0m. con encamado y relleno de arena y material fino selecto compactado hasta por lo menos 30 cm. sobre la clave del tubo.

c) Método de Medición

Para el metrado de esta partida deberá considerarse el avance de la excavación por metro Lineal.

d) Forma de Pago: ml

02.01.02.02. REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJAS

02.01.02.02.01. REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJAS

a) Descripción de los Trabajos

El tipo y calidad de la cama de apoyo que soporta la tubería es muy importante para una buena instalación, la cual se puede lograr fácil y rápidamente, dando como resultado un alcantarillado sin problemas.

Las especificaciones mínimas para el soporte del alcantarillado por gravedad en PVC, se puede obtener en base a dos métodos constructivos:

Fondo Formado

La tubería debe ser encamada con una fundación de tierra en el fondo de la zanja con forma circular que se ajusta a la tubería con una tolerancia razonable por lo menos en un 50% del diámetro exterior. El relleno lateral y superior mínimo 15 cm. Sobre la clave del tubo y compactado a mano o mecánicamente.

Fondo de Material Seleccionado

Se coloca material seleccionado sobre el fondo plano de la zanja, con un espesor mínimo de 10 cm. En la parte inferior de la tubería y debe extenderse entre 1/6 y 1/10 del diámetro exterior hacia los costados de la tubería. El resto del relleno hasta unos 15 cm. Mínimo por encima de la clave del tubo será compactado a mano o mecánicamente.

b) Método de construcción

- El fondo de la zanja debe ser totalmente plano, regular y uniforme, libre de materiales duros y cortantes, considerando la pendiente prevista en el proyecto, exento de protuberancias o cangrejas, las cuales deben ser rellenas con material adecuado y convenientemente compactado al nivel del suelo natural.
- Cuando el fondo de la zanja está formado de arcilla saturada o lodo, es saludable tender una cama de confitillo o cascajo de 15 cm. de espesor, compactada adecuadamente.
- Más aún, si el tubo estuviese por debajo del nivel freático o donde la zanja puede estar sujeta a inundación, se deberá colocar material granular de ¼ a 1 ½ pulg. Triturado (tipo I) hasta la clave del tubo.
- Si el fondo es de un material suave y fino sin piedra y se puede nivelar fácilmente, no es necesario usar rellenos de base Especial. En cambio, si el fondo está conformado por material rocoso o pedregoso, es aconsejable colocar una capa de material fino, escogido, exento de piedras o cuerpos

extraños con un espesor mínimo de 10 a 15 cm. Este relleno previo debe ser bien apisonado antes de la instalación de los tubos.

- Retirar rocas y piedras del borde de la zanja, para evitar el deslizamiento al interior y ocasionar posibles roturas.
- Independientemente del tipo de soporte especificado es importante la excavación de nichos o huecos en la zona de las campanas de tal forma que el cuerpo del tubo este uniformemente soportado en toda su longitud.

c) Método de Medición

Para el metrado de esta partida deberá considerarse de acuerdo a la geometría lineal de las zanjas.

d) Forma de Pago : ml

02.01.02.03. CAMA DE APOYO PARA TUBERÍAS

a) Descripción de los Trabajos

El tipo y calidad de la cama de apoyo que soporta la tubería es muy importante para una buena instalación, la cual se puede lograr fácil y rápidamente, dando como resultado un alcantarillado sin problemas.

b) Método de construcción

Se colocará ripio corriente sobre el fondo plano de la zanja, con un espesor mínimo de 10 cm. en la parte inferior de la tubería de 200mm.

c) Método de Medición

Para el metrado de esta partida deberá considerarse de acuerdo a la geometría lineal de las zanjas

d) Forma de Pago : ml

02.01.02.04. RELLENO, APISONADO Y COMPACTACIÓN DE ZANJAS

a) Descripción de los Trabajos

- El relleno debe efectuarse lo más rápidamente después de la instalación de la tubería; y seguir a la instalación de la tubería tan cerca como sea posible. Esto protege a la tubería de piedras o rocas que pudiesen caer a la zanja e impacten al tubo, elimina la posibilidad de desplazamiento o flete de la tubería en caso de inundación y elimina la erosión del soporte de la tubería.

- El relleno de la tubería PVC debe ser efectuado conforme a las recomendaciones del proyectista.
- Los propósitos básicos para los rellenos Lateral y Superior son:
 1. Proporcionar un soporte firme y continuo a la tubería para mantener la pendiente del alcantarillado.
 2. Proporcionar al suelo el soporte lateral que es necesario para permitir que la tubería y el suelo trabajen en conjunto para soportar las cargas de diseño.

b) Método de construcción

Relleno Lateral. -

Está formado por material selecto que envuelve a la tubería y debe ser compactado manualmente a ambos lados simultáneamente, en capas sucesivas de 10 a 15 cm. de espesor, sin dejar vacíos en el relleno.

Debe tenerse cuidado con el relleno que se encuentra por debajo de la tubería apisonándolo adecuadamente.

La compactación debe realizarse a los costados de la tubería, es decir, en el área de la zona ubicada entre el plano vertical tangente al diámetro horizontal de la tubería y el talud de la zanja, a ambos lados simultáneamente, teniendo cuidado con no dañar la tubería.

Este relleno será de dos clases:

- Para Altura de zanjas menor igual a 2.00 m será de arenilla.
- Para Altura de zanjas mayor igual a 2.00m será ripio corriente.

Relleno Superior. -

Tiene por objeto proporcionar un colchón de material aprobado de por lo menos y preferiblemente 30 cm.

Por encima de la clave de la tubería y entre la tubería y las paredes de la zanja, de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

Está conformado por material, compactado con pisón de mano al igual que el relleno inicial o con pisón vibrador.

La compactación se hará entre el plano vertical tangente al tubo y la pared de la zanja, en capas de 10 a 15 cm. La región directamente encima del tubo no debe ser compactada a fin de evitar deformaciones en el tubo.

Con el compactado de pisón de mano, se pueden obtener resultados satisfactorios en suelos húmedos, gredosos, y arenas. En suelos más cohesivos es necesario usar los pisones mecánicos.

Este relleno será de dos clases:

- Para Altura de zanjas menor a 2.00 m será de arenilla.
- Para Altura de zanjas mayor a 2.00m será de arenilla.

Relleno Final. -

Completa la operación de relleno y puede ser el mismo material de excavación, exento de piedras grandes y/o cortantes. Puede ser colocado con maquinaria. Este relleno final se hará hasta el nivel natural del terreno.

De preferencia se compactará en capas sucesivas (de tal manera de obtener el mismo grado de compactación del terreno natural) y tendrán un espesor menor de 20 cm.

En todo caso debe humedecerse el material de relleno hasta el final de la compactación y emplear plancha vibradora u otro equipo mecánico de compactación.

HERRAMIENTAS DE APISONADO

Dos tipos de pisones deben tenerse para hacer un buen trabajo de relleno de zanja.

El primero debe ser una barra con una paleta delgada en la parte inferior y se empleará para compactar la parte plana y se usa para los costados de la tubería. Estas herramientas son de fácil fabricación, cómodas para manejar y realizar un correcto trabajo. Usos de las herramientas de apisonado.

- **Incorrecto:** Cuando se hecha demasiado material de relleno para apisonar, el soporte de la tubería quedará deficiente.
- **Correcto:** Una capa de material escogido, de 10 cm. de espesor es muy fácil de apisonar y proporciona un buen soporte a la tubería.

Luego de compactar la cama de la tubería se rellena de material hasta la mitad del tubo, apisonando adecuadamente.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y COMPACTACIÓN

El tipo de suelo que va alrededor de la tubería de acuerdo con sus propiedades y calidad, absorberá cierta cantidad de carga transmitida por el tubo. Por lo tanto, la clase de suelo que se utilice para encamado, relleno lateral y superior, es fundamental en el comportamiento de la tubería.

De acuerdo a la clasificación Internacional de Suelos en función de sus características granulométricas y su comportamiento en este tipo de aplicación, se tiene la siguiente tabla:

Tabla N° 53: Clase y Descripción de Suelos.

CLASE	DESCRIPCIÓN Y SIMBOLOGÍA
I	Material granular de 1/4" a 1 1/2" de diámetro (triturado)
II	Suelos tipo GW, GP, SW y SP
III	Suelos tipo GM, GC, SM y SC
IV	Suelos tipo ML, CL, MH y CH
V	Suelos tipo OL, OH y PT

Fuente: SUCS.

Los suelos Clase V no son recomendables para encamado soporte lateral y superior de la zanja.

c) Método de Medición

Para el metrado de esta partida deberá considerarse de acuerdo a la geometría lineal de las zanjas.

d) Forma de Pago : ml

02.01.02.04.03. ACARREO Y ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE

a) Descripción de los Trabajos

Comprende la eliminación de todo material excedente de la excavación, tuberías, demoliciones de bloques de anclaje bajo tierra, construcciones temporales, desmonte, etc. serán retirados por el Contratista, quien dejará el sitio de trabajo completamente limpio y a nivel tal como fue encontrado originalmente, a satisfacción del Ingeniero Supervisor.

b) Método de construcción

El material proveniente de las excavaciones deberá ser retirado a una distancia no menor de 5.0m. de los bordes de la zanja para seguridad de la misma, facilidad y limpieza del trabajo.

En ningún caso se permitirá ocupar las veredas con material provenientes de las excavaciones u otros materiales de trabajo. El acarreo del material de desecho será llevado a botaderos debidamente autorizados.

Todos los materiales que debe reponer el contratista por insuficiencia o deficiencia de los que han sido extraídos de las calzadas o aceras, deben ser de igual naturaleza, clase, composición, color y dimensiones que los que han sido extraídos a fin de que no resulten diferencias con el terminado no removido de las superficies inmediatas.

Si el pavimento existente a los lados de la zanja ha sufrido, se ha roto o agrietado o se han formado cangrejeras por debajo de él, deberá romperse o reconstruirse las partes dañadas. El contratista tomará en cuenta esta notación para la presentación de sus propuestas pues él representa un porcentaje que se agrega a la reposición de pavimentos. El carguío de los materiales excedentes de obra se realizará con equipo mecánico (cargador frontal) o manualmente hacia los volquetes que van a realizar tal labor y se eliminará a una distancia no menor de 2.5 Km. de la zona de trabajos.

Se cuidará que durante dicha operación no se deteriore ningún bien público, tales como: veredas, Hidrantes, piletas públicas, etc., cuya reposición será de exclusiva responsabilidad del contratista. De otro lado, deberá prevenirse a los elementos contaminantes que contienen los materiales de deshecho no penetren a sus moradas.

c) Método de Medición

El Volumen de material excedente de excavaciones será igual al coeficiente de esponjamiento del material multiplicado por la diferencia entre el volumen de material disponible compactado menos el volumen de material necesario para el relleno compactado.

d) Forma de Pago: Por m³

02.01.03. ENTIBADO DE ZANJAS

a.- Descripción de los Trabajos

Los entibados, apuntalamiento y soporte que sean necesarios para sostener los lados de la excavación deberán ser provistos, exigidos y mantenidos para impedir cualquier movimiento que pudiera de alguna manera averiar el trabajo y poner en peligro la seguridad del personal, así como las estructuras o propiedades adyacentes, o cuando lo ordene el Ingeniero Inspector.

b.- Método de construcción

Las zanjás podrán hacerse con las paredes verticales entibándolas convenientemente siempre que sea necesario; si la calidad del terreno no lo permitiera se les dará los taludes adecuados según la naturaleza del mismo. En general, el contratista podrá no realizar apuntalamiento o entibaciones si así lo autorizase expresamente el Ingeniero Inspector; no lo eximirá de responsabilidad si ocasionara perjuicios, los cuales serían siempre de su cargo.

c.- Método de Medición

El cómputo del entibado de la zanja se obtendrá calculando la longitud neta protegida, de acuerdo a la altura de la zanja.

d.- Forma de Pago: Por ml.

02.01.04. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

A. NORMALIZACIÓN

La fabricación de la tubería para Alcantarillado, se efectúa bajo un estricto cumplimiento de las Normas Técnicas Nacionales ITINTEC y la adopción de exigentes estándares propios que garantizan la calidad de la tubería, traducida en una eficiencia tecnológica de fabricación, calidad de materia prima, espesores correctos y diámetros exactos que corresponden a cada necesidad.

Las condiciones de ofrecer tubos para alcantarillado fabricados de acuerdo a otra norma (ISO), y/o adecuarse a las consideraciones técnicas que las condiciones de la obra o del Organismo Normalizador o controlador, lo merezcan. La Norma establece las características dimensionales y de resistencia para satisfacer las diversas exigencias del uso práctico.

B. NORMA ITINTEC

399.001 Tubos de material para la conducción de fluidos. Generalidades y especificaciones.

399.003 Tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC) para desagüe
Requisitos.

399.004 Tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC) para conducción de fluidos, Método de ensayo.

399.005 Tubos de material plástico. Muestreo e inspección.

C. NORMAS INTERNACIONALES (ISO)

La tendencia de una nueva Norma Nacional que se refiere específicamente a tubos de PVC para alcantarillado, es tomar como base las siguientes normas internacionales ISO.

D. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Peso Específico: 1.42 gr./cm³
- Coeficiente de Fricción: n = 0.009 Manning
- Coeficiente de Dilatación: 0.6 - 0.8 mm/m/10°C
- Módulo de Elasticidad: 30,000 Kg. /cm²
- Resistencia a la Tracción: 560 Kg. /cm²
- Resistencia a ácidos: Excelente
- Resistencia a álcalis: Excelente
- Resistencia a H₂SO₄: Excelente
- Tensión de Diseño: 100 Kg. /cm²
- Inflamabilidad: Auto extingible
- Absorción de agua: 4 mg/cm²

Se deberá presentar el Certificado de Calidad a que se somete el producto del fabricante al que se le adquiriera las tuberías.

a) Descripción de los Trabajos

La obtención de un adecuado ensamblaje depende del cumplimiento de requerimientos específicos dados por el fabricante, considerando que no solo es importante la estanqueidad del empalme, sino que, además, debe permitir cierta flexibilidad y la posibilidad de su rápida y fácil concreción en obra.

La tubería de alcantarillado de Unión Flexible KM., es suministrada con un extremo biselado, a fin de facilitar la instalación.

E. SISTEMA DE EMPALME UNIÓN FLEXIBLE KM.

- Limpie cuidadosamente el interior de la campana y el anillo e introdúzcalo en la forma indicada en la figura (el alvéolo grueso en el interior de la campana).
- Aplique el lubricante en la parte expuesta del anillo de caucho y la espiga del tubo a instalar.
- A continuación, el instalador presenta el tubo cuidando que el chaflán quede insertado en el anillo, mientras que otro operario procede a empujar el tubo hasta el fondo, retirándolo luego 1cm.
- Esta operación puede efectuarse con ayuda de una barreta y un taco de madera.

E.3 SISTEMA DE EMPALME UNIÓN RÍGIDA SP

- Pulir con lija fina la espiga del tubo y el interior de la campana donde ensamblará.
- Limpiar y desengrasar las partes.
- Aplicar el adhesivo tanto en la espiga como en el interior de la campana, con la ayuda de una brocha, sin exceso y en el sentido longitudinal.
- Introducir la espiga en la campana sin movimiento de torsión.
- Una vez ejecutado el pegado, eliminar el adhesivo sobrante.
- Inmovilizar la tubería dos horas.
- No trabaje bajo la lluvia.

F. TRANSPORTE

La carga de los camiones debe efectuarse evitando los manipuleos rudos y los tubos deben acomodarse de manera que no sufran daño durante el transporte. En caso de emplear material para ataduras (cáñamo, totora o flejes), este no deberá producir raspaduras o aplastamiento de los tubos. Es recomendable que el nivel de apilamiento de los tubos no exceda de 1.50 m con la finalidad de proteger contra el aplastamiento los tubos de las camas inferiores.

En caso sea necesario transportar tubería de PVC de distinta clase, deberán cargarse primero los tubos de paredes más gruesas.

Para efectos de economizar fletes, es posible introducir los tubos, unos dentro de otros, cuando los diámetros lo permitan.

G. ALMACENAJE

Un frecuente problema que se tiene en los almacenes de los distribuidores y en los proyectos de construcción que utilizan tubería de PVC, son los daños que los mismos sufren durante el período de almacenaje.

Las siguientes prácticas y procedimientos son recomendados a fin de prevenir daños en la tubería y accesorios complementarios:

Tubos. -

El almacén de la tubería de PVC debe estar situado lo más cerca posible a la obra.

El almacenaje de larga duración a un costado de la zanja no es aconsejable. Los tubos deben ser traídos desde el almacén al sitio de utilización, a medida que se los necesita.

Los tubos deben apilarse en forma horizontal, sobre maderas de 10 cm. De ancho aproximadamente, distanciados como máximo 1.50 m de manera tal que las campanas de los mismos queden alternadas y sobresalientes, libres de toda presión exterior.

La altura de cada pila no debe sobrepasar un metro y medio (1.5m.).

Los tubos deben ser almacenados al abrigo del sol, para lo cual es conveniente usar tinglados; si en cambio se emplearan lonas o fibras plásticas de color negro, se ha de dejar una ventilación adecuada en la parte superior de la pila.

Es recomendable almacenar la tubería separando diámetros y clases.

Accesorios. -

Los accesorios o piezas especiales de PVC, que son complemento de la tubería, generalmente se despachan a granel, debiendo almacenarse en bodegas frescas o bajo techo hasta el momento de su utilización.

Anillos de Caucho. -

Los anillos de caucho no deben almacenarse al aire libre, debiéndose proteger de los rayos solares.

b) Método de Instalación

- Transporte de los tubos a la zanja:

Se tendrán los mismos cuidados con los tubos que fueron transportados y almacenados en obra, debiéndoseles disponer a lo largo de la zanja y permanecer ahí el menor tiempo posible, a fin de evitar accidentes y deformaciones.

- Asentamiento:

Los tubos son bajados a zanja manualmente, teniendo en cuenta que la generatriz inferior del tubo deba coincidir con el eje de la zanja y las campanas se ubiquen en los nichos previamente excavados a fin de dar un apoyo continuo al tubo.

- Alineamiento y nivelación:

A fin de mantener el adecuado nivel y alineamiento de la tubería es necesario efectuar un control permanente de éstos conforme se va desarrollando el tendido de la línea.

Para ello contamos ya con una cama de apoyo o fondo de zanja de acuerdo con el nivel del proyecto (nivelado) por lo que con la ayuda de un cordel es posible controlar permanentemente el alineamiento y nivelación de la línea.

Basta extender y templar el cordel a lo largo del tramo a instalar tanto sobre el lomo del tubo tendido como a nivel del diámetro horizontal de la sección del tubo. Con ello verificaremos la nivelación y el alineamiento respectivamente.

I. DEFLEXIÓN EN TUBERÍAS

Cuando un tubo se encuentra instalado bajo tierra, queda sometido a un régimen de cargas que afectan su comportamiento mecánico de acuerdo a las propiedades físicas del mismo, las dimensiones de la zanja, el tipo de suelo y el método de instalación de la tubería.

El comportamiento de la tubería bajo dichas cargas será diferente dependiendo si es rígida o flexible.

En caso de ser rígida, las cargas aplicadas son absorbidas completamente por el tubo mientras que en las tuberías flexibles parte de la carga es absorbida por el tubo al tiempo que éste se deforma transmitiendo así la carga restante al terreno que se encuentra a su alrededor.

Las tuberías flexibles fallan por deflexión más que por ruptura en la pared del tubo como es el caso de las tuberías rígidas.

J. TUBERÍAS FLEXIBLES

Son aquellas que permiten deformaciones transversales de más de 30% sin que se fisure o rompa, por lo que los tubos PVC se encuentran catalogados dentro de este grupo.

K. DEFLEXIÓN EN TUBERÍAS FLEXIBLES

Al estar una tubería de PVC enterrada a cierta profundidad y por tanto encontrarse sometida a una acción de cargas externas, ésta tenderá a deformarse dependiendo del tipo de material de relleno y su grado de compactación y de rigidez de la tubería.

La deformación ocasiona un incremento del diámetro horizontal con lo cual el diámetro vertical de la sección transversal decrece. En el punto de falla inminente, la parte superior de la tubería llega a ser prácticamente horizontal y un diferencial adicional de carga puede originar una inversión de la curvatura con lo que la tubería colapso.

Las deflexiones en tubos PVC deben ser controladas y se debe tener un estimado de su magnitud de acuerdo a las condiciones de zanja y materiales de relleno, ya que ella puede ocasionar restricciones en el área de flujo o filtraciones en las uniones.

Así la tubería debe ser diseñada para soportar las condiciones de carga extremas para cada proyecto específico.

En la tabla de reducción del área de flujo, podemos apreciar que una deformación vertical diametral hasta del 20% no es significativa ya que genera una reducción del orden de 4% en el área de flujo del círculo perfecto. Además de ello, debemos tener en cuenta que, de acuerdo a nuestro Reglamento Nacional de Construcciones, el tirante máximo de flujo es 0.75 del diámetro de la tubería.

De otro lado, las Normas ASTM y UNIBELL, recomiendan valores de deflexión máximos de 7.5% del diámetro del tubo, con lo cual se ha probado que las tuberías trabajan en forma apropiada. La experiencia ha demostrado que cuando el sistema de instalación va de acuerdo con las especificaciones, las deflexiones no sobrepasan los límites establecidos.

La diferencia sustancial en el comportamiento de un tubo flexible y uno rígido, radica en el hecho de que conforme la tubería PVC (flexible) se va deformando por acción de cargas externas, transfiere la carga vertical en reacciones horizontales radiales y son resistidas por la presión pasiva del material compactado alrededor del tubo.

Cuando la pared del tubo es rígida, lo anterior no ocurre, sino que toda la carga tiene que ser soportada por el tubo, a diferencia de tubería de PVC que transfiere parte de la carga al suelo alrededor del tubo.

c) Método de Medición

El computo de la instalación de Tubería se obtendrá calculando la longitud neta.

d) Forma de Pago: Por ml.

02.01.05. PRUEBAS HIDRÁULICAS Y DRENAJES

a) Descripción de los Trabajos

Una vez terminado el tendido y ensamblado de la tubería entre buzones y antes de proceder al relleno de la zanja, es necesario verificar la calidad del trabajo e instalación efectuada, para lo cual se requiere la ejecución de las siguientes pruebas:

b) Método de Pruebas

A. PRUEBA HIDRÁULICA

Se realiza con agua y enrasando la superficie libre del líquido con la parte superior del buzón aguas arriba del tramo en prueba y taponando la tubería de salida en el buzón aguas abajo.

Esta prueba permite detectar las fugas en las uniones o en el cuerpo de los tubos y tener lecturas correctas en el nivel de agua del buzón en prueba.

La pérdida de agua en la tubería instalada (incluyendo buzones) no deberá exceder el volumen (V_e) siguiente:

$$V_e = 0.0047 D_i \times L$$

Dónde:

V_e : Volumen exfiltrado (lts/día)

D_i : Diámetro interno de la tubería (mm)

L : Longitud del tramo (m)

B. PRUEBA DE ALINEAMIENTO

Todos los tramos serán inspeccionados visualmente para verificar la precisión del alineamiento y que la línea se encuentre libre de obstrucciones. El diámetro completo de la tubería deberá poder ser visto cuando se observe entre buzones consecutivos.

Esta prueba debe ser efectuada mediante el empleo de espejos colocados a 45° en el interior de los buzones.

C. PRUEBA DE NIVELACIÓN (Pendiente)

Se efectuará nivelando los fondos terminados de los buzones y la clave de la tubería cada 10 m.

D. PRUEBA DE DEFLEXIÓN

Se verificará en todos los tramos que la deflexión en la tubería instalada no supere el nivel máximo permisible del 7.5% del diámetro interno del tubo (consultar la Norma Técnica Nacional al respecto).

Para la verificación de esta prueba se hará pasar una “bola” de madera compacta o un “mandril” (cilindro metálico de 30 cm. De largo) con un diámetro equivalente al 92.5% del diámetro interno del tubo, la misma que deberá rodar libremente en el interior del tubo o deslizarse al ser tirado por medio de un cable desde el buzón extremo, en el caso del cilindro metálico.

Una vez constatado el correcto resultado de las pruebas, se podrá proceder al relleno de la zanja.

c) Método de Medición

El computo de prueba se obtendrá calculando la longitud neta.

d) Forma de Pago: Por ml.

02.01.06. BUZONES

BUZONES TIPO I o A

a) Descripción de los Trabajos

- El primer trabajo debe ser la construcción de los buzones que serán los que determinen la nivelación y alineamiento de la tubería, se dejarán las aberturas para recibir las tuberías de los colectores y empalmes previstos.
- Los buzones serán del TIPO A standard, con 1.20 m, de diámetro interior terminado, los muros serán de concreto $f'c=245 \text{ Kg/cm}^2$, sin armadura y de 0.15 m de espesor, el fondo será de 0.20 m de espesor y de concreto de $f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2$, sin armadura la losa de techo será de 0.20 m de espesor y de concreto armado de $f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2$.

BUZONES TIPO II o B y C

- El primer trabajo debe ser la construcción de los buzones que serán los que determinen la nivelación y alineamiento de la tubería, se dejarán las aberturas para recibir las tuberías de los colectores y empalmes previstos.
- Los buzones serán del TIPO B standard, con 1.20 m, de diámetro interior terminado, los muros serán de concreto armado, el concreto con $f'c=245 \text{ Kg/cm}^2$ y el acero como se muestran en los planos, cuyo espesor es de 0.15 m, el fondo será de 0.20 m de espesor y de concreto armado.
- El concreto con $f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2$ y el acero tal como se muestran en los planos, la losa de techo será de 0.20 m de espesor y de concreto armado de $f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2$, la cual tendrá una abertura circular de 0.60 m de diámetro en la cual encajará un marco y tapa de Concreto Armado.
- En suelos saturados de agua o en los que a juicio del Ing. inspector sea necesario, el fondo será de concreto armado, así también los muros.

- Los buzones de más de 3.00m de profundidad llevarán escalines de perfiles de aluminio, o de tubería de fierro galvanizado de $\frac{3}{4}$ de diámetro con uniones roscadas, espaciadas de 0.30 m.

b) Método de Construcción

BUZONES TIPO I ó A

1. La cual tendrá una abertura circular de 0.60 m de diámetro en la cual encajará un Marco de Fierro Fundido y Tapa de Concreto. En suelos saturados de agua o en los que a juicio del Ing. inspector sea necesario, el fondo será de concreto armado, así también los muros.
2. El proceso de llenado de un buzón es: primero los fondos y luego los muros y nunca en forma inversa.
3. Sobre el fondo se construirán las medias cañas o canaletas que permitan la circulación del desagüe directamente entre las llegadas y las salidas del buzón. Las canaletas serán de igual diámetro que las tuberías de los colectores que convergen al buzón, su sección será semicircular en la parte inferior, estas serán de concreto de $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ y luego las paredes laterales se harán verticales hasta llegar a la altura del diámetro de la tubería el falso fondo o berma tendrá una pendiente de 25 % hacia el o los ejes de los colectores. Los empalmes de las canaletas se redondearán de acuerdo con la dirección del escurrimiento.
4. Para diámetros grandes y secciones especiales o cuando se prevén disturbios en el régimen hidráulico por motivos de fuertes pendientes, curvas bruscas, etc. se sustituirán las bases por la estructura especial para empalmes que se indiquen en los dibujos del proyecto.
5. Las Superficies interiores de muros y losa de fondo serán tarrajeadas.
6. Con mezcla 1:5 cemento arena de $\frac{1}{2}$ " de espesor acabado rayado.
7. Máximo a las 24 horas con mezcla 1:2 de $\frac{1}{2}$ cm. de espesor y acabado pulido.
8. En el caso que el buzón este sumergido en la napa freática se deberá usar aditivos impermeabilizantes en la mezcla de cemento arena en la dosificación del fabricante.
9. En los buzones en que las tuberías no lleguen a un mismo nivel se podrá colocar caídas. Cuando sean de más de 1.10 m de altura tendrán que proyectarse con un ramal vertical de caída.

BUZONES TIPO II o B

1. Tendrá una abertura de 60 cm. en donde se instalará un Marco de Fierro Fundido y Tapa de Concreto armado. El proceso de llenado de un buzón es, primero los fondos y luego los muros y nunca en forma inversa.

2. Sobre el fondo se construirán las medias cañas o canaletas que permitan la circulación del desagüe directamente entre las llegadas y las salidas del buzón.
3. Las canaletas serán de igual diámetro que las tuberías de los colectores que convergen al buzón, su sección será semicircular en la parte inferior y luego las paredes laterales se harán verticales hasta llegar a la altura del diámetro de la tubería el falso fondo o berma tendrá una pendiente de 25 % hacia el o los ejes de los colectores. Los empalmes de las canaletas se redondearán de acuerdo con la dirección del escurrimiento. Estas medias cañas serán de concreto de $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$.
4. Para diámetros grandes y secciones especiales o cuando se prevén disturbios en el régimen hidráulico por motivos de fuertes pendientes, curvas bruscas, etc. se sustituirán las bases por la estructura especial para empalmes que se indiquen en los dibujos del proyecto.
5. Las Superficies interiores de muros y losa de fondo serán tarrajeadas.
6. Con mezcla 1:5 cemento arena de $\frac{1}{2}$ " de espesor acabado rayado.
7. Máximo a las 24 horas con mezcla 1:2 de $\frac{1}{2}$ cm. de espesor y acabado pulido con plancha metálica.
8. En el caso que el buzón este sumergido en la napa freática se deberá usar aditivos impermeabilizantes en la mezcla de cemento arena en la dosificación del fabricante.
9. En los buzones en que las tuberías no lleguen a un mismo nivel se podrá colocar caídas. Cuando sean de más de 1.10 m de altura tendrán que proyectarse con un ramal vertical de caída.

c) Método de Medición

Para el metrado de esta partida deberá considerarse por buzón culminado.

d) Forma de Pago: por Unidad

02.02. CONEXIONES DOMICILIARIAS ALCANTARILLADO

02.02.01. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Recomendaciones Generales. -

– No es conveniente efectuar la apertura de zanjas con mucha anticipación al tendido de tubería, para:

- * Evitar posibles inundaciones.
- * Reducir la posible necesidad de entibar los taludes de la zanja.

02.02.01.01. EXCAVACIÓN MANUAL P/TUB.

a) Descripción de los Trabajos

- Es importante tener en cuenta que la dirección de la instalación de un sistema de alcantarillado debe ser precisa y estar de acuerdo con los planos del proyecto, teniendo en cuenta la rigurosidad necesaria que se debe tener en el alineamiento y la nivelación.
- La inclinación de los taludes de la zanja debe estar en función de la estabilidad de los suelos (Niveles freáticos altos, presencia de lluvias, profundidad de excavaciones y el ángulo de reposo del material) y su densidad a fin de concretar la adecuada instalación, no olvidando el aspecto económico.

b) Método de construcción

- Debe ser uniforme en toda la longitud de la excavación y en general debe obedecer a las recomendaciones del proyecto. El ancho de la zanja a nivel de la parte superior de la tubería debe ser lo menor posible, de manera que permita una instalación correcta y eficiente al minimizar la carga de tierra sobre el tubo. Así, un aumento en el ancho de zanja, pero por encima de la clave del tubo no incrementa la carga de tierra sobre éste, lo que se consigue dando una pendiente a los costados de la zanja o excavando una zanja secundaria.
- Por otra parte, una zanja muy angosta dificulta la labor de instalación de la tubería (tendido y compactación). Como recomendación general se sugiere el siguiente ancho de la zanja a nivel de la clave del tubo: De + 0.3m.
- La altura mínima de relleno sobre la clave de la tubería debe ser de 1.0m. con encamado y relleno de arena y material fino selecto compactado hasta por lo menos 30 cm. sobre la clave del tubo.

c) Método de Medición

Para el metrado de esta partida deberá considerarse de acuerdo a la geometría lineal de las zanjas.

d) Forma de Pago: ml

02.02.01.02. REFINE Y NIVELACIÓN DE ZANJAS

a) Descripción de los Trabajos

El tipo y calidad de la cama de apoyo que soporta la tubería es muy importante para una buena instalación. Las especificaciones mínimas para el soporte del alcantarillado por gravedad en PVC, se puede obtener en base a dos métodos constructivos:

Fondo Formado

La tubería debe ser encamada con una fundación de tierra en el fondo de la zanja con forma circular que se ajusta a la tubería con una tolerancia razonable por lo menos en un 50% del diámetro exterior. El relleno lateral y superior mínimo 15 cm. Sobre la clave del tubo y compactado a mano o mecánicamente.

Fondo de Material Seleccionado

Se coloca material seleccionado sobre el fondo plano de la zanja, con un espesor mínimo de 10 cm. En la parte inferior de la tubería y debe extenderse entre 1/6 y 1/10 del diámetro exterior hacia los costados de la tubería. El resto del relleno hasta unos 15 cm. Mínimo por encima de la clave del tubo será compactado a mano o mecánicamente.

b) Método de construcción

- El fondo de la zanja debe ser totalmente plano, regular y uniforme, libre de materiales duros y cortantes, considerando la pendiente prevista en el proyecto, exento de protuberancias o cangrejeras, las cuales deben ser rellenas con material adecuado y convenientemente compactado al nivel del suelo natural.
- Cuando el fondo de la zanja está formado de arcilla saturada o lodo, es saludable tender una cama de confitillo o cascajo de 15 cm. de espesor, compactada adecuadamente. Más aún, si el tubo estuviese por debajo del nivel freático o donde la zanja puede estar sujeta a inundación, se deberá colocar material granular de ¼ a 1 ½ pulg. Triturado (tipo I) hasta la clave del tubo.
- Si el fondo es de un material suave y fino sin piedra y se puede nivelar fácilmente, no es necesario usar rellenos de base Especial. En cambio, si el fondo está conformado por material rocoso o pedregoso, es aconsejable colocar una capa de material fino, escogido, exento de piedras o cuerpos extraños con un espesor mínimo de 10 a 15 cm. Este relleno previo debe ser bien apisonado antes de la instalación de los tubos.
- Retirar rocas y piedras del borde de la zanja, para evitar el deslizamiento al interior y ocasionar posibles roturas. Independientemente del tipo de soporte especificado es importante la excavación de nichos o huecos en la zona de las campanas de tal forma que el cuerpo del tubo este uniformemente soportado en toda su longitud.

c) Método de Medición

Para el metrado de esta partida deberá considerarse de acuerdo a la geometría lineal de las zanjas.

d) Forma de Pago : ml

02.02.01.03. CAMA DE APOYO PARA TUBERÍAS

a) Descripción de los Trabajos

El tipo y calidad de la cama de apoyo que soporta la tubería es muy importante para una buena instalación, la cual se puede lograr fácil y rápidamente, dando como resultado un alcantarillado sin problemas.

b) Método de construcción

Se colocará arenilla sobre el fondo plano de la zanja, con un espesor mínimo de 10 cm. en la parte inferior de la tubería y debe continuar cubriendo los costados de la tubería hasta la clave de la misma con arenilla. El resto del relleno hasta unos 30 cm. por encima de la clave del tubo será con arenilla, para profundidades mayores de 2.5 m con nivel freático alto se deberá usar en vez de arenilla, hormigón.

Estos 30 cm. por encima de la clave del tubo será compactado a mano o mecánicamente en capas de 10 cm.

c) Método de Medición

Para el metrado de esta partida deberá considerarse de acuerdo a la geometría lineal de las zanjas.

d) Forma de Pago : ml

02.02.01.04. RELLENO, APISONADO Y COMPACTACIÓN DE ZANJAS

a) Descripción de los Trabajos

- El relleno debe efectuarse lo más rápidamente después de la instalación de la tubería; y seguir a la instalación de la tubería tan cerca como sea posible. Esto protege a la tubería de piedras o rocas que pudiesen caer a la zanja e impacten al tubo, elimina la posibilidad de desplazamiento o flete de la tubería en caso de inundación y elimina la erosión del soporte de la tubería.
- El relleno de la tubería PVC debe ser efectuado conforme a las recomendaciones del proyectista y teniendo en cuenta las recomendaciones siguientes:
 - El relleno deberá ser ejecutado en tres etapas distintas: Relleno Lateral, Relleno Superior y Relleno Final.
- Los propósitos básicos para los rellenos Lateral y Superior son:
 1. Proporcionar un soporte firme y continuo a la tubería para mantener la pendiente del alcantarillado.

2. Proporcionar al suelo el soporte lateral que es necesario para permitir que la tubería y el suelo trabajen en conjunto para soportar las cargas de diseño.

b) Método de construcción

Relleno Lateral. -

Está formado por material selecto que envuelve a la tubería y debe ser compactado manualmente a ambos lados simultáneamente, en capas sucesivas de 10 a 15 cm. de espesor, sin dejar vacíos en el relleno.

Debe tenerse cuidado con el relleno que se encuentra por debajo de la tubería apisonándolo adecuadamente.

La compactación debe realizarse a los costados de la tubería, es decir, en el área de la zona ubicada entre el plano vertical tangente al diámetro horizontal de la tubería y el talud de la zanja, a ambos lados simultáneamente, teniendo cuidado con no dañar la tubería.

Relleno Superior. -

Tiene por objeto proporcionar un colchón de material aprobado de 15 cm. Por lo menos y preferiblemente 30 cm.

Por encima de la clave de la tubería y entre la tubería y las paredes de la zanja, de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

Está conformado por material seleccionado, compactado con pisón de mano al igual que el relleno inicial o con pisón vibrador.

La compactación se hará entre el plano vertical tangente al tubo y la pared de la zanja, en capas de 10 a 15 cm. La región directamente encima del tubo no debe ser compactada a fin de evitar deformaciones en el tubo. Con el compactado de pisón de mano, se pueden obtener resultados satisfactorios en suelos húmedos, gredosos, y arenas. En suelos más cohesivos es necesario usar los pisones mecánicos.

Relleno Final. -

Completa la operación de relleno y puede ser el mismo material de excavación, exento de piedras grandes y/o cortantes. Puede ser colocado con maquinaria. Este relleno final se hará hasta el nivel natural del terreno.

De preferencia se compactará en capas sucesivas (de tal manera de obtener el mismo grado de compactación del terreno natural) y tendrán un espesor menor de 20 cm.

En todo caso debe humedecerse el material de relleno hasta el final de la compactación y emplear plancha vibradora u otro equipo mecánico de compactación.

HERRAMIENTAS DE APISONADO

Dos tipos de pisones deben tenerse para hacer un buen trabajo de relleno de zanja. El primero debe ser una barra con una paleta delgada en la parte inferior y se empleará para compactar la parte plana y se usa para los costados de la tubería. Estas herramientas son de fácil fabricación, cómodas para manejar y realizar un correcto trabajo.

Usos de las herramientas de apisonado.

- **Incorrecto:** Cuando se hecha demasiado material de relleno para apisonar, el soporte de la tubería quedará deficiente.
- **Correcto:** Una capa de material escogido, de 10 cm. de espesor es muy fácil de apisonar y proporciona un buen soporte a la tubería.

Luego de compactar la cama de la tubería se rellena de material selecto hasta la mitad del tubo, apisonando adecuadamente.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y COMPACTACIÓN

El tipo de suelo que va alrededor de la tubería de acuerdo con sus propiedades y calidad, absorberá cierta cantidad de carga transmitida por el tubo. Por lo tanto, la clase de suelo que se utilice para encamado, relleno lateral y superior, es fundamental en el comportamiento de la tubería.

De acuerdo a la clasificación Internacional de Suelos en función de sus características granulométricas y su comportamiento en este tipo de aplicación, se tiene la tabla anterior (Tabla N° 53). Los suelos Clase V no son recomendables para encamado soporte lateral y superior de la zanja.

c) Método de Medición

Para el metrado de esta partida deberá considerarse de acuerdo a la geometría lineal de las zanjas.

d) Forma de Pago : ml

02.02.01.04. RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO

a.- Descripción de los Trabajos

Se considera como el relleno final. El material que se usa más frecuente para el relleno de esta zona es el mismo que se saca al excavar la zanja; pudiendo ser el material extraído del corte superficial por ser un material tipo granular el cual deberá de estar libre de piedras grandes o cortantes.

Este relleno se realiza en capas de 20 a 25 cm hasta llegar al nivel deseado, normalmente se exige una densificación mínima de 90% del Próctor Standard, asunto que depende del tipo de estructura en la superficie de la zanja.

Siempre que el tubo tenga un recubrimiento sobre la corona inferior a su diámetro se deberá incidir en esta densificación, caso contrario este relleno no tendrá mayor efecto sobre el comportamiento estructural del tubo.

Si en el trabajo de compactación se va a emplear tamper (sapo) hay que tener cuidado al densificar la primera capa y no pasar el caite del sapo exactamente sobre la corona del tubo. En las capas subsiguientes se puede perder cuidado al respecto.

b.- Método de construcción

De preferencia se compactará en capas sucesivas (de tal manera de obtener el mismo grado de compactación del terreno natural). En todo caso debe humedecerse el material de relleno hasta el final de la compactación y emplear plancha vibradora u otro equipo mecánico de compactación. Usos de las herramientas de apisonado:

***Incorrecto:** Cuando se echa demasiado material para apisonar, el soporte de la tubería quedará deficiente.

***Correcto:** Una capa de material de 10 cm. de espesor es muy fácil de apisonar y proporcionar un buen soporte a la tubería.

Este Relleno se hará en capas sucesivas de 10cm de espesor compactadas al 95% de su máxima densidad Seca (M.D.S), pudiéndose aceptar valores de compactación hasta 93%, mediante compactadora mecánica.

No deben emplearse en el relleno tierras que contengan materias orgánicas, ni raíces, arcillas o limos uniformes. No debe emplearse material cuyo peso seco sea menor de 1,600 Kg/m³.

Tanto la clase del material de relleno, como la compactación deben controlarse continuamente durante la ejecución de la obra.

No deben tirarse a las zanjas piedras grandes por lo menos hasta que el relleno haya alcanzado una altura de 1 m. sobre el lomo del tubo o parte superior del colector de concreto.

Se colocará en la zanja material seleccionado, libre de piedras, raíces, basura, material orgánico, Piedras mayores de 2", maleza, etc. y se apisonará uniformemente debajo y a los costados de la longitud total de cada tubo hasta alcanzar su diámetro horizontal. Se continuará el relleno hasta el nivel de terreno, y en caso de existir veredas se dejará hasta el nivel de base de vereda.

Esta partida se deberá considerar hasta alcanzar el Nivel de terreno Natural, en caso de haber existido rotura de veredas, sardineles o pavimentos, esta partida será considerada hasta nivel de la sub base, debiendo continuarse con los materiales apropiados para la reposición de la Sub Base, Base y las correspondientes reposiciones del Pavimento, Sardineles o veredas.

c.- Método de Medición

Se verificará la longitud de los rellenos mediante wincha metálica o de fibra de vidrio, previa constatación de las alturas de relleno definidas en los planos, presupuesto y análisis de costos. Las Capas de relleno de 15cm De espesor serán verificadas por el supervisor permanentemente en obra.

d.- Forma de Pago: Por ml.

02.02.01.06. ACARREO Y ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE

a) Descripción de los Trabajos

Comprende la eliminación de todo material excedente de la excavación, tuberías, demoliciones de bloques de anclaje bajo tierra, construcciones temporales, desmonte, etc. serán retirados por el Contratista, quien dejará el sitio de trabajo completamente limpio y a nivel tal como fue encontrado originalmente, a satisfacción del Ingeniero Supervisor.

b) Método de construcción

El material proveniente de las excavaciones deberá ser retirado a una distancia no menor de 5.0m. de los bordes de la zanja para seguridad de la misma, facilidad y limpieza del trabajo. En ningún caso se permitirá ocupar las veredas con material provenientes de las excavaciones u otros materiales de trabajo. El acarreo del material de desecho será llevado a botaderos debidamente autorizados.

Todos los materiales que debe reponer el contratista por insuficiencia o deficiencia de los que han sido extraídos de las calzadas o aceras, deben ser de igual naturaleza, clase, composición, color y dimensiones que los que han sido extraídos a fin de que no resulten diferencias con el terminado no removido de las superficies inmediatas.

Si el pavimento existente a los lados de la zanja ha sufrido, se ha roto o agrietado o se han formado cangrejas por debajo de él, deberá romperse o reconstruirse las partes dañadas. El contratista tomará en cuenta esta notación para la presentación de sus propuestas pues él representa un porcentaje que se agrega a la reposición de pavimentos. El carguío de los materiales excedentes de obra se realizará con equipo mecánico (cargador frontal) o manualmente hacia los volquetes que van a realizar tal labor y se eliminará a una distancia no menor de 2.5 Km. de la zona de trabajos.

Se cuidará que durante dicha operación no se deteriore ningún bien público, tales como: veredas, Hidrantes, piletas públicas, etc., cuya reposición será de exclusiva responsabilidad del contratista. De otro lado, deberá prevenirse a los elementos contaminantes que contienen los materiales de deshecho no penetren a sus moradas.

c) Método de Medición

El Volumen de material excedente de excavaciones será igual al coeficiente de esponjamiento del material multiplicado por la diferencia entre el volumen de material disponible compactado menos el volumen de material necesario para el relleno compactado.

d) Forma de Pago: Por m³

02.02.02. TUBERÍA DE DESCARGA

a) Descripción de los Trabajos

Comprende desde la caja de registro, hasta el empalme al colector de servicio. La tubería de descarga será de PVC de 6" o 160 mm de diámetro, espiga y campana. La unión será con adhesivo para conferirle hermeticidad al sistema. El extremo del tubo, que forma la boca de salida de la conducción, deberá protegerse con una rejilla fabricada con varilla de 3/8" cada 2" entre ejes.

b) Método de Instalación

Las conexiones domiciliarias de desagüe tendrán una pendiente uniforme mínima entre la caja del registro y el empalme al colector de servicio 15 /00 (quince por mil).

c) Método de Medición

Para el metrado de esta partida deberá considerarse de acuerdo a la geometría lineal de las zanjas.

d) Forma de Pago: ml

02.02.03. PRUEBAS HIDRÁULICAS Y DRENAJES

04.03.01 DOBLE PRUEBA HIDRÁULICA P/TUBERIA PVC Ø 160mm

a.- Descripción de los Trabajos

Se realiza con agua y enrasando la superficie libre del líquido con la parte superior del buzón aguas arriba del tramo en prueba y taponando la tubería de salida en el buzón aguas abajo. Esta prueba permite detectar las fugas en las uniones o en el cuerpo de los tubos y tener lecturas correctas en el nivel de agua del buzón en prueba.

b.- Método de construcción

Se realiza con agua y enrasando la superficie libre del líquido con la parte superior del buzón aguas arriba del tramo en prueba y taponando la tubería de salida en el buzón aguas abajo.

Esta prueba permite detectar las fugas en las uniones o en el cuerpo de los tubos y tener lecturas correctas en el nivel de agua del buzón en prueba.

c.- Método de Medición

Para el metrado de esta partida deberá considerarse el avance de la excavación por metro lineal.

d.- Forma de Pago: por ml.

02.02.04. CAJAS Y EMPALMES

02.02.04.01. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAJA Y TAPA DE REGISTRO

a) Descripción de los Trabajos

Los componentes de la conexión domiciliar de desagüe son:

- a) Caja de registro
 - b) Tubería de descarga
 - c) Elemento de empotramiento y empalme
- Las cajas de registro serán de 3 cuerpos pre-fabricadas de concreto simple que cumplan con las normas ITINTEC.
 - Estas cajas constan de:
 - Base de 0.40 x 0.30 x 0.70 m.
 - Cuerpo de 0.40 x 0.30 x 0.70 m.
 - Marco y Tapa de 0.45 x 0.147 x 0.70 m.
 - El acabado interior de la caja de registro deberá ser de superficie lisa o tarrajada con mortero 1:3
 - El marco y tapa para la caja de registro serán de concreto.

b) Método de Medición

Para el metrado de esta partida deberá considerarse por unidad.

c) Forma de Pago : Unidad

02.02.04.02. EMPALME DE CONEXIÓN AL COLECTOR

a) Descripción de los Trabajos

El empalme de la conexión con el colector de servicio, se hará en la clave del tubo colector, obteniéndose una descarga con caída libre sobre ésta; para ello se perforará previamente el tubo colector, mediante el uso de Plantillas Metálicas, permitiendo que el tubo cachimba a empalmar quede totalmente apoyado sobre el colector, sin dejar huecos de luz que posteriormente puedan implicar riesgos para el sello hidráulico de la unión.

El acoplamiento será asegurado con pegamento para tuberías PVC antes de la prueba hidráulica, para después unirlo con un dado de concreto simple al caso de la verificación óptima de las pruebas hidráulicas.

b) Método de Medición

Para el metrado de esta partida deberá considerarse por unidad.

c) Forma de Pago : Unidad

Las conexiones domiciliarias de desagüe tendrán una pendiente uniforme mínima entre la caja del registro y el empalme al colector de servicio 15 /00 (quince por mil).

XI. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

11.1.1 INTRODUCCIÓN.

El tratamiento de las aguas residuales ha tenido un crecimiento a causa de las altas cargas de contaminantes que son vertidos a cuerpos receptores y que han ocasionado daños a los ecosistemas. El manejo inadecuado de las aguas residuales tiene consecuencias graves para la salud pública y los ecosistemas, la colección y el tratamiento de las aguas residuales antes de su descarga en un cuerpo receptor es relativamente reciente.

Las aguas residuales albergan microorganismos que causan enfermedades incluyendo virus, protozoos y bacterias. Los organismos patógenos se encuentran en las excretas de los seres humanos y de los animales de sangre caliente (mascotas, ganado y animales silvestres). Estas bacterias llegan a los cursos de agua a través de las descargas de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente, del drenaje de lluvias, de las descargas provenientes de plantas de procesamiento de carne de ganado y aves, y de escorrentías que pasan por los corrales de ganado.

A partir de la necesidad de controlar los efectos que acompañan los diversos tipos de descargas del agua residual en corrientes tanto superficiales como subterráneas se ha puesto de manifiesto, desde ya hace algunas décadas, la obligación de controlar la contaminación indiscriminada producida por las actividades domésticas e industriales que realizamos los seres humanos.

Actualmente el distrito de Puerto Eten no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales, por lo que se ve obligado a derivar sus afluentes a la planta de tratamiento del distrito de Ciudad Eten. Por ello, en el presente capítulo, se abordará el diseño de la planta de tratamiento que satisfaga la necesidad de la población y a la vez que complementa el trabajo realizado anteriormente con el sistema de alcantarillado, con el fin de asegurar una eficiente operación y adecuada calidad del efluente en cuanto al uso al que se le destina, como es el riego.

11.1.2 AGUA RESIDUAL.

Se entiende por aguas residuales aquellas que han sido utilizadas con un fin consuntivo, incorporando a ellas sustancias que deterioran su calidad original (contaminación), disminuyendo su potencialidad de uso. Las aguas residuales más comunes corresponden a:

11.1.3 AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS (AGUAS SERVIDAS).

Son las aguas de origen principalmente residencial (desechos humanos, baños, cocina) y otros usos similares que en general son recolectadas por sistemas de alcantarillado en conjunto con otras actividades (comercial, servicios, industria). Estas aguas tienen un contenido de sólidos inferior al 1%. Si bien su caudal y composición es variable, pueden tipificarse ciertos rangos para los parámetros más característicos.

11.1.4 AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (RESIDUOS INDUSTRIALES LÍQUIDOS).

Son aguas provenientes de los procesos industriales y la cantidad y composición de ellas es bastante variable, dependiente de la actividad productiva y de muchos otros factores (tecnología empleada, calidad de la materia prima, etc.). Así estas aguas pueden variar desde aquellas con alto contenido de materia orgánica biodegradable (mataderos, industria de alimentos), otras con materia orgánica y compuestos químicos (curtiembre, industria de celulosa) y finalmente industrias cuyas aguas residuales contienen sustancias inorgánicas u orgánicas no degradables (metalúrgicas, textiles, químicas, mineras).

11.1.5 AGUAS DE LLUVIAS.

La escorrentía generada por aguas de lluvias es menos contaminada que las aguas residuales domésticas e industriales, y su caudal mayor. La contaminación mayor se produce en las primeras aguas que lavan las áreas por donde escurre.

11.1.6 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Estas características de las aguas residuales son parámetros importantes para el tipo de tratamiento, así como para la gestión técnica de la calidad ambiental.

11.1.7 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.

- Temperatura.

La temperatura de las aguas residuales es mayor que la de las aguas no contaminadas, debido a la energía liberada en las reacciones bioquímicas, que se presentan en la degradación de la materia orgánica. Las descargas calientes son otra causa de este aumento de temperatura.

- Turbidez.

La turbidez, medida de la propiedad de transmisión de la luz del agua, es otro ensayo utilizado para indicar la calidad de los vertidos de aguas residuales con respecto a la materia suspendida.

- Color.

El color es un indicativo de la edad de las aguas residuales. El agua residual reciente suele ser gris; sin embargo, a medida que los compuestos orgánicos son descompuestos por las bacterias, el oxígeno disuelto en el agua residual se reduce y el color cambia a negro. En esta condición, se dice que el agua residual es séptica.

- Olor.

El olor es debido a los gases producidos en la descomposición de la materia orgánica, sobre todo, a la presencia de ácido sulfhídrico y otras sustancias volátiles.

El agua residual reciente tiene un olor peculiar algo desagradable, pero más tolerable que el del agua residual séptica.

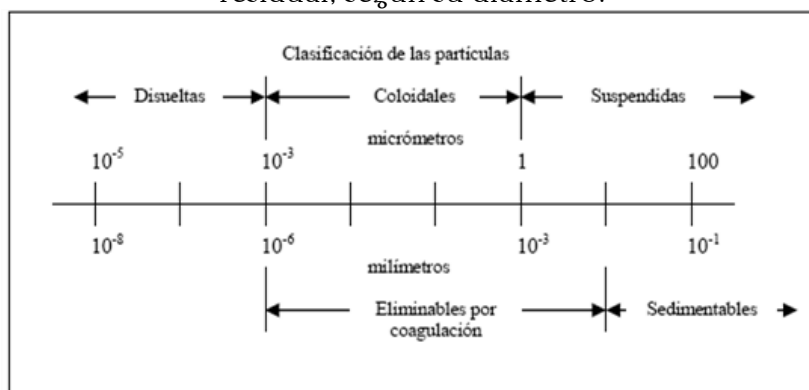
- **Sólidos Totales.**

Los sólidos totales presentes en el agua residual se clasifican según su tamaño o presentación en sólidos suspendidos y sólidos filtrables.

Sólidos suspendidos: son las partículas flotantes, como trozos de vegetales, animales, basuras, etc., y aquellas otras que también son perceptibles a simple vista y tienen posibilidades de ser separadas del líquido por medios físicos sencillos. Dentro de los sólidos suspendidos se pueden distinguir los sólidos sedimentables, que se depositarán por gravedad en el fondo de los receptores. Estos sólidos sedimentables, son una medida aproximada de la cantidad de fango que se eliminará mediante sedimentación.

Sólidos filtrables: esta fracción se compone de sólidos coloidales y disueltos. La fracción coloidal consiste en partículas con un diámetro aproximado que oscila entre 10^{-3} y 1 micra (Imagen N° 37). Esta fracción no puede eliminarse por sedimentación. Los sólidos disueltos se componen de moléculas orgánicas, moléculas inorgánicas e iones que se encuentran disueltos en el agua. Por lo general, se requiere una coagulación seguida de sedimentación para eliminar estas partículas de la suspensión.

Imagen N° 37: Clasificación de las partículas sólidas contenidas en un agua residual, según su diámetro.



Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria – CEPIS

11.1.8 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.

Las características químicas estarán dadas, principalmente, en función de los desechos que ingresan al agua servida.

Materia Orgánica.

La materia orgánica está compuesta en un 90% por carbohidratos, proteínas, grasas y aceites provenientes de excrementos y orina de seres humanos, restos de alimentos y detergentes. Estos contaminantes son biodegradables, es decir, pueden

ser transformados en compuestos más simples por la acción de microorganismos naturales presentes en el agua, cuyo desarrollo se ve favorecido por las condiciones de temperatura y nutrientes de las aguas residuales domésticas. La urea, principal constituyente de la orina, es otro importante compuesto orgánico del agua residual. En razón de la rapidez con que se descompone, la urea es raramente hallada en un agua residual que no sea muy reciente.

El agua residual contiene también pequeñas cantidades de moléculas orgánicas sintéticas como agentes tensoactivos, fenoles y pesticidas usados en la agricultura.

Materia inorgánica.

Se incluyen en este grupo todos los sólidos de origen generalmente mineral, como son sales minerales, arcillas, lodos, arenas y gravas no biodegradables. En la tabla 1.1 se presenta la relación entre algunos constituyentes inorgánicos y el agua residual.

Tabla N° 54: Relación entre algunos constituyentes inorgánicos y el agua residual.

Elemento	Relación con el agua residual
Hidrógeno (pH)	El intervalo de concentración idóneo para la existencia de la mayoría de la vida biológica es muy estrecho y crítico. El agua residual con una concentración adversa de ion hidrógeno es difícil de tratar por medios biológicos. Por lo general, el pH óptimo para el crecimiento de los organismos se encuentra entre 6.5 y 7.5.
Cloruros	Proceden de la disolución de suelos y rocas que los contienen y que están en contacto con el agua, intrusión del agua salada (zonas costeras), agua residual doméstica, agrícola e industrial. Suministra información sobre el grado de concentración del agua residual.
Nitrógeno	Nutriente esencial para el crecimiento de protistas y plantas. Básico para síntesis de proteínas.
Fósforo	Incrementa la tendencia de proliferación de algas en el receptor. Íntimamente ligado, igual que el nitrógeno, al problema de la eutrofización. ⁽⁴⁾
Azufre	Requerido en la síntesis de las proteínas y liberado en su degradación.

Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria – CEPIS.

Gases.

Las aguas residuales contienen diversos gases con diferente concentración.

Oxígeno disuelto: es el más importante, y es un gas que va siendo consumido por la actividad química y biológica. La presencia de oxígeno disuelto en el agua residual evita la formación de olores desagradables. La cantidad de oxígeno disuelto depende de muchos factores, como temperatura, altitud, movimientos del curso receptor, actividad biológica, actividad química, etc.

Ácido sulfhídrico: se forma por la descomposición de la materia orgánica que contiene azufre o por la reducción de sulfitos y sulfatos minerales. Su presencia, que se manifiesta fundamentalmente por los olores que produce, es un indicativo de la evolución y estado de un agua residual.

Anhídrido carbónico: se produce en la fermentación de los compuestos orgánicos de las aguas residuales negras.

Metano: se forma en la descomposición anaerobia de la materia orgánica por la reducción bacteriana del CO₂.

Otros gases: se producen además gases malolientes, como ácidos grasos volátiles y otros derivados del nitrógeno.

11.1.9 CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS.

Estas características están definidas por la clase de microorganismos presentes en el agua, entre los cuales tenemos:

Bacterias.

Juegan un papel fundamental en la descomposición y estabilización de la materia orgánica. Pueden clasificarse, en base a su metabolismo, en heterótrofas y autótrofas.

Las bacterias autótrofas son aquellas que se nutren de compuestos inorgánicos, tomando la energía necesaria para sus biosíntesis a partir de la luz (bacterias fotosintéticas: familia Thiorethodaceae, Chlorobiaceae) o a partir de ciertas reacciones químicas (bacterias quimiosintéticas: Nitrobacter, Nitrosomonas, Hydrogenomonas, Thiotrix). En el tratamiento biológico de las aguas residuales, las bacterias heterótrofas constituyen el grupo más importante, por su necesidad de compuestos orgánicos para el carbono celular.

Las bacterias autótrofas y heterótrofas pueden dividirse, a su vez, en anaerobias, aerobias, o facultativas, según su necesidad de oxígeno.

Bacterias anaerobias: son las que consumen oxígeno procedente de los sólidos orgánicos e inorgánicos y la presencia de oxígeno disuelto no les permite subsistir. Los procesos que provocan son anaerobios, caracterizados por la presencia de malos olores.

Bacterias aerobias: son aquellas que necesitan oxígeno procedente del agua para su alimento y respiración. El oxígeno disuelto que les sirve de sustento es el oxígeno libre (molecular) del agua, y las descomposiciones y degradaciones que provocan sobre la materia orgánica son procesos aerobios, caracterizados por la ausencia de malos olores.

Bacterias facultativas: algunas bacterias aerobias y anaerobias pueden llegar a adaptarse al medio opuesto, es decir, las aerobias a medio sin oxígeno disuelto y las anaerobias a aguas con oxígeno disuelto.

Bacterias coliformes: bacterias que sirven como indicadores de contaminantes y patógenos.

Son usualmente encontradas en el tracto intestinal de los seres humanos y otros animales de sangre caliente. Las bacterias coliformes incluyen los géneros *Escherichia* y *Aerobacter*.

Algas.

En los estanques de estabilización, son un valioso elemento porque producen oxígeno a través del mecanismo de la fotosíntesis.

Las algas, al igual que sucede con otros microorganismos, requieren compuestos inorgánicos para reproducirse. A parte del anhídrido carbónico, los principales nutrientes necesarios son el nitrógeno y el fósforo.

También son muy importantes vestigios de otros elementos (oligoelementos) como hierro, cobre, etc. Las algas pueden presentar el inconveniente de reproducirse rápidamente, debido al enriquecimiento del agua (eutrofización) y crear grandes colonias flotantes originando problemas a las instalaciones y al equilibrio del sistema.

Los tipos más importantes de algas de agua dulce son: verdes (*Chlorophyta*), verdes móviles (*Volvocales euglenophyta*), verdiamarillas o marrón dorado (*Chrysophyta*) y verdiazules (*Cyanophyta*).

11.1.10 DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO).

Es la cantidad de oxígeno requerida para oxidar químicamente los materiales orgánicos presentes en una muestra de agua. Esta oxidación degrada el material orgánico biodegradable y no biodegradable.

11.1.11 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO).

El parámetro de polución orgánica más utilizado y aplicable a las aguas residuales y superficiales es la DBO a los 5 días (DBO5). Supone esta determinación la medida del oxígeno disuelto utilizado por los microorganismos en la oxidación bioquímica de materia orgánica biodegradable.

La medida de la DBO es importante en el tratamiento de aguas residuales y para la gestión técnica de la calidad de agua porque se utiliza para determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica. En la tabla siguiente, se presentan datos típicos de los constituyentes encontrados en un agua residual doméstica.

Tabla N° 55: Composición típica del agua residual doméstica.

Componente	Intervalo de concentraciones		
	Alta	Media	Baja
Materia sólida, mg/l	1200	720	350
disuelta total	850	500	250
inorgánica	525	300	145
orgánica	325	200	105
en suspensión	350	220	100
inorgánica	75	55	20
orgánica	275	165	80
Sólidos decantables, ml/ l	20	10	5
DBO ₅ a 20°C, mg/ l	400	220	110
Carbono orgánico total, mg/ l	290	160	80
DQO, mg/ l	1000	500	250
Nitrógeno, mg/ l N, total	85	40	20
Orgánico	35	15	8
Amoníaco	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fósforo, mg/ l P, total	15	8	4
orgánico	5	3	1
inorgánico	10	5	3
Cloruros	100	50	30
Alcalinidad, mg/ l CaCO ₃	200	100	50
Grasa, mg/l	150	100	50

Fuente: Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales, Metcalf – Eddy.

11.1.12 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.

Uno de los aspectos a considerar a la hora de realizar un vertido es que no se supere el poder de autodepuración del medio receptor para evitar efectos indeseables que dan lugar a una peor calidad.

Un sistema de tratamiento o estación depuradora de aguas residuales (EDAR) es una instalación donde el agua sucia, o residual, es sometida a un proceso mediante el cual por una combinación de diversos tratamientos físicos, químicos y/o biológicos se consigue eliminar la materia en suspensión, así como las sustancias coloidales y finalmente las sustancias disueltas que contiene. Todo esto para alcanzar unos niveles acordes con la normativa vigente y proporcionar una correcta integración de esta agua residual con el entorno, y obtener los mejores rendimientos posibles.

El tipo de tratamiento depende de las características del residuo líquido. Las aguas de desecho provenientes de usos industriales, requerirán tratamientos más exigentes que los necesarios para los de origen doméstico; así mismo, las provenientes de uso agropecuario requerirán tratamientos especiales por la presencia de residuos orgánicos en concentraciones considerables. En algunos casos las aguas pueden ser tratadas en una sola planta, de acuerdo a sus características y según consideraciones económicas.

11.1.13 TRATAMIENTO PRELIMINAR.

El tratamiento preliminar o pre tratamiento, es un proceso que se sitúa en cabecera y tiene como objetivo eliminar, de las aguas residuales, todos aquellos elementos de tamaño considerable que por su acción mecánica pueden afectar al funcionamiento del sistema depurador, así como las arenas y elementos minerales que puedan originar sedimentación a lo largo de las conducciones.

Los pre tratamientos para aguas residuales domésticas más frecuentes son:

- Desbaste (rejas).
- Desarenado.

Desbaste.

El desbaste mediante rejas es una operación sencilla pero llamativa, ya que en ella, se retienen los sólidos de gran tamaño. Estos sólidos son una verdadera muestra de la actividad que se ha realizado en la población unas horas antes pues, en su mayoría, proceden de los restos que se arrojan por los inodoros y los fregaderos urbanos. Así, encontramos desde restos de comida hasta pelos, plásticos, trozos de cristales, etc.

En el canal de entrada del agua a una planta de tratamiento es habitual encontrar una reja, constituida por barras paralelas que forman un ángulo de 30° a 80° respecto a la superficie del agua, aunque también las hay horizontales y verticales.

En esta reja quedarán retenidos todos aquellos cuerpos voluminosos, flotantes y en suspensión, arrastrados por el agua y cuyas dimensiones superen la luz de paso de la reja.

Así mismo, el canal de rejas se debe proyectar de forma que se evite la acumulación y sedimentación de arenas y otros materiales pesados. Para ello se recomiendan velocidades superiores a 0.4 m/s. No obstante, esta velocidad no deberá superar los 0.9 m/s para evitar el arrastre de basuras a través de las rejas.

Luego de las rejillas se pueden colocar tamices, con aberturas menores para remover un porcentaje más alto de sólidos, con el fin de evitar atascamiento de tuberías, filtros biológicos, con una abertura máxima de 2.5 mm.

11.3.1.2 Desarenado.

El proceso de desarenado se utiliza para separar la arena arrastrada en suspensión por el afluente. En el tratamiento de aguas residuales se catalogan como arenas aquellas sustancias sólidas densas formadas por gravas, arenas, cenizas y otros materiales (diámetro ≥ 2.2 mm y peso específico ≥ 1.5 g/ml), no putrescibles y con una velocidad de sedimentación notablemente superior a la de los sólidos orgánicos putrescibles. La densidad media de este tipo de materiales se encuentra en torno a 1600 Kg/m³.

El tipo de desarenador, según el procedimiento utilizado en la separación, más común es el de flujo horizontal, que realiza una separación natural por decantación. Este tipo de desarenador se verá de una manera más detallada en el capítulo siguiente.

11.1.14 TRATAMIENTO PRIMARIO.

El principal objetivo del tratamiento primario es remover aquellos contaminantes que pueden sedimentarse, como los sólidos sedimentables y algunos sólidos suspendidos, o aquellos que pueden flotar como las grasas.

Sedimentación Primaria.

La mayor parte de las sustancias en suspensión y disolución en las aguas residuales no pueden retenerse, por razón de su finura o densidad, en las rejillas y desarenadores. Por ello se recurre a la sedimentación (también llamada decantación) que es la separación de un sólido del seno de un líquido por efecto de la gravedad.

La decantación se produce reduciendo la velocidad de circulación de las aguas residuales, con lo que el régimen de circulación se vuelve, cada vez, menos turbulento y las partículas en suspensión se van depositando en el fondo del sedimentador.

Se realiza en tanques rectangulares o cilíndricos donde se remueve aproximadamente el 65% de los sólidos suspendidos y el 35% de la DBO presente en las aguas residuales. Los lodos producidos están conformados por partículas orgánicas.

Los lodos de un sedimentador primario son diferentes a los lodos de un desarenador los cuales son de tipo inorgánico. Las grasas y espumas que se forman sobre la superficie del sedimentador primario son removidas por medio de rastrillos que ejecutan un barrido superficial continuo.

Los lodos que son sedimentados en un sedimentador primario se llaman lodos primarios, los cuales se recogen del fondo con rastrillos para luego ser sometidos a una digestión.

11.3.2.2 Tanques de Imhoff:

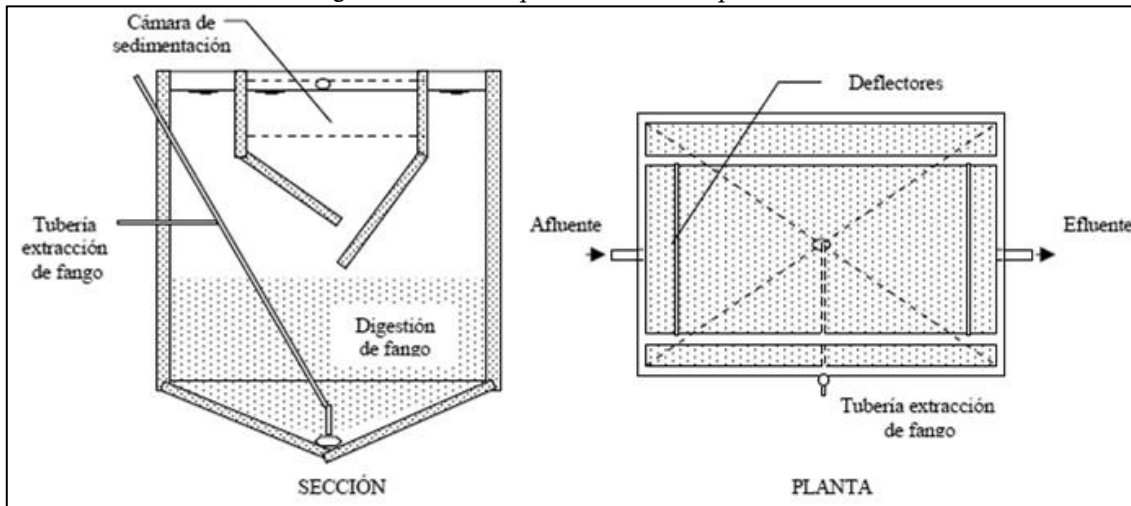
Se utiliza con el fin de efectuar simultáneamente una sedimentación y una digestión anaeróbica. Utilizado para el tratamiento primario en combinación con otro tratamiento secundario.

Consta de 2 cámaras: la superior o cámara de sedimentación, por la que pasan las aguas negras a una velocidad muy reducida, permitiendo el asentamiento de la materia en suspensión; y la cámara inferior o de digestión, en la cual se desarrolla la digestión anaerobia de la materia sedimentada.

El fondo de la cámara de sedimentación está conformado por dos losas inclinadas que en su parte más baja se traslapan, dejando un espacio a través del cual los sólidos asentados pasan a la cámara inferior, aislando así las condiciones sépticas y malos olores provenientes de la digestión de lodos y evitando el contacto con las aguas negras que pasan por la cámara de sedimentación.

El piso de la cámara de digestión forma una tolva de donde los lodos ya digeridos son extraídos para su tratamiento. En la figura siguiente, se muestra un esquema del tanque Imhoff.

Imagen N° 38: Esquema del tanque Imhoff.



Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria – CEPIS.

11.1.15 TRATAMIENTO SECUNDARIO.

El tratamiento secundario tiene como objetivo la eliminación de la materia orgánica biodegradable no sedimentable (materia orgánica finamente dividida y disuelta en el agua residual), junto a otros varios contaminantes. Básicamente, consiste en provocar el crecimiento de microorganismos que asimilan la materia orgánica, los cuales se reproducen y originan nuevos microorganismos insolubles que después son separados del flujo tratado como un fango destinado a una digestión definitiva o a la reutilización como enmienda del terreno. De hecho, se trata de una aplicación controlada de los sistemas naturales de autodepuración de las aguas, por lo que a este tipo de tratamiento se le llama tratamiento biológico.

Un tratamiento secundario remueve aproximadamente un 85% de la DBO y los sólidos suspendidos, aunque no remueve cantidades significativas de nitrógeno y fósforo, metales pesados y bacterias patógenas.

En el tratamiento secundario de tipo biológico, la materia orgánica es utilizada como alimento de los microorganismos tales como hongos, bacterias, protozoos, rotíferos, etc., de tal manera que ésta es transformada en CO₂, H₂O y un nuevo material celular.

Además de los microorganismos y materia orgánica es necesario hablar de oxígeno biodegradable ò DBO, y ciertas condiciones favorables como el pH, y un adecuado tiempo de contacto.

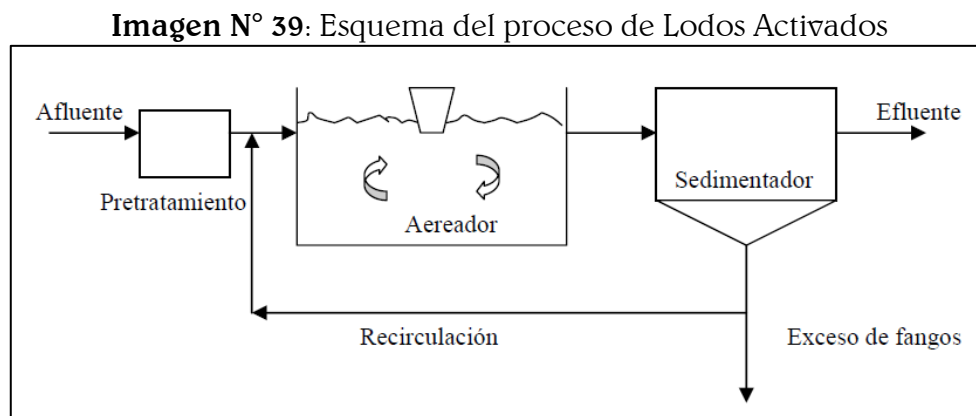
Lodos Activados.

Los lodos activados es un proceso de tratamiento por el cual, el agua residual y el lodo biológico (microorganismos) son mezclados y aireados en un tanque denominado aereador. Los flóculos biológicos formados en este proceso se sedimentan en un tanque sedimentador, de donde son recirculados nuevamente al tanque aereador o de aeración.

En el proceso de lodos activados, los microorganismos son completamente mezclados con la materia orgánica en el agua residual de manera que ésta les sirve de alimento para su producción.

Es importante indicar que la mezcla o agitación se efectúa por medios mecánicos (aeradores superficiales, sopladores, etc.) los cuales tiene doble función: producir una mezcla completa y agregar oxígeno al medio para que el proceso se desarrolle.

La representación esquemática del proceso se muestra en la figura 1.3 mostrada a continuación.



Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria – CEPIS.

11.3.3.2 Lagunas de estabilización.

También llamadas estanques de estabilización, son grandes embalses donde la carga orgánica del afluente es depurada por la acción de micro algas y bacterias saprófitas, principalmente.

Para la disposición apropiada de aguas residuales, su tratamiento mediante lagunas de estabilización, constituye un sistema natural, que ofrece costos mínimos de operación, por lo cual es reconocido como el más adecuado para las condiciones económicas de poblaciones de bajos recursos financieros.

El proceso se convierte en una solución de costo mínimo al problema de salud humana. Este tipo de tratamiento constituye también una buena solución para

pequeñas comunidades de clima cálido o templado (la temperatura tiene una notable influencia sobre la cinética del proceso).

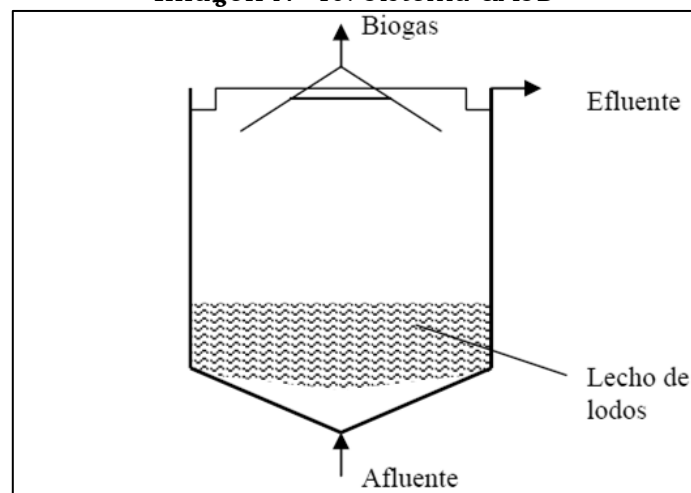
11.3.3.3 Lecho de lodos. (UASB)

Son reactores anaerobios denominados UASB (“Upflow Anaerobis Sludge Blanket” o Manto de Fango de Flujo Ascendente). En el interior de estos reactores (figura 1.4) se favorece la formación de flóculos o agregados de bacterias; al realizarse la alimentación del afluente por la parte inferior y generarse gases (principalmente CO₂ y metano), estos flóculos pueden mantenerse en suspensión.

Tanto el gas libre como las partículas a las que se ha adherido el gas, ascienden hacia la parte superior del reactor donde se produce la liberación de este gas adherido, al entrar en contacto con unos deflectores desgasificadores. Las partículas desgasificadas suelen volver a caer y el gas se captura en una bóveda de recogida de gases instalada en la parte superior del reactor.

Es decir, permanentemente tenemos un flujo ascendente y otro descendente de agregados bacterianos, aunque no hay una distribución homogénea de los mismos, ya que su concentración es tanto mayor cuando más próximos están a la base del reactor.

Imagen N° 40: Sistema UASB



Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria – CEPIS.

El tiempo de contacto del reactor UASB es de 4 a 12 horas, permitiendo una reducción aproximada del 75 al 85% en la DQO. La velocidad de flujo necesaria para mantener el fango en suspensión es de 0.6 a 0.9 m/h.

11.1.16 TRATAMIENTO TERCIARIO.

Cuando los efluentes de una planta de tratamiento de aguas residuales de tipo secundario no cumplen con ciertos niveles de calidad se hace entonces necesario un tratamiento terciario o avanzado.

Los objetivos del tratamiento terciario son eliminar la carga orgánica remanente de un tratamiento secundario, desinfectarla para eliminar microorganismos patógenos, eliminar color y olor indeseables, remover detergentes, fosfatos y nitratos residuales, que ocasionan espuma y eutrofización respectivamente.

Esta depuración puede realizarse también por medio del lagunaje. El fundamento de este sistema no es más que utilizar el poder depurador de las bacterias presentes en el agua residual, las cuales permiten eliminar la materia en suspensión o disuelta y aquellos compuestos biodegradables como es la materia nitrogenada y carbonada.

La cloración también es parte del tratamiento terciario o avanzado que se emplea para lograr un agua más pura.

11.1.17 TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS OBTENIDOS.

Las diferentes operaciones de depuración de un agua residual generan una serie de residuos que pueden clasificarse en dos grupos:

- **Sólidos gruesos** que normalmente se obtienen en los pre tratamientos y que, por lo general, o bien son incinerados o bien se depositan en vertederos.
- **Lodos**, que se generan tanto en los tratamientos primarios como en los secundarios.

Los lodos o fangos se presentan en forma líquida o semisólida y con un contenido de entre 0.25 y 12% (en peso) de sólidos, según el proceso del que procedan.

Los lodos se someterán a uno u otro tratamiento según sea su origen y su carga contaminante o tóxica. Estos tratamientos intentan reducir el volumen de estos fangos (mediante deshidratación) y contemplan la posibilidad de, o bien recuperar algún componente, o bien acondicionarlos para su reutilización (por ejemplo, en agricultura). La acumulación de lodos o fangos genera tres problemas esenciales:

- **Problema de espacio** (el fango ocupa espacio).
- **Problema medio-ambiental**, debido a que los fangos presentan un alto contenido en metales pesados, por lo que su acumulación en el suelo es conflictiva.

La presencia de nitratos en los fangos puede originar problemas de contaminación en aguas subterráneas. Además, los fangos contienen todo tipo de contaminantes orgánicos.

- **Problema higiénico-sanitario**, en el uso o manipulación de fangos que hayan sido sometidos a un tratamiento térmico a alta temperatura que asegure la eliminación de los organismos patógenos que puedan contener.

Operaciones preliminares en el tratamiento de fangos.

El tratamiento de los fangos es complejo, tanto por el hecho de contener gran parte de las sustancias responsables de la toxicidad del agua residual no tratada, como por contener materia orgánica. El fango producido en el tratamiento biológico contiene la materia orgánica presente en el agua residual en una forma diferente a la inicial, susceptible de descomponerse y llegar a ser tóxica.

Antes de iniciarse el tratamiento de los fangos es necesario, en ocasiones, realizar una serie de operaciones preliminares para obtener un compuesto relativamente homogéneo y en cantidad constante. Las operaciones preliminares típicas son:

- El triturado del fango.
- El desarenado (cuando la separación de la arena se haya realizado en el sedimentador primario).
- El mezclado de los distintos fangos producidos a lo largo del proceso de depuración y almacenado, así se corrigen las variaciones en la producción de fango.

Estabilización.

Con la estabilización, el fango pierde sus características iniciales de putrescibilidad, se limitan los inconvenientes sanitarios que podrían derivarse de su uso (presencia de patógenos) y se eliminan los malos olores. Todos estos inconvenientes son debidos a la acción microbiana sobre la fracción orgánica o volátil del fango. Los mecanismos para solventar estos problemas y obtener productos estables e inertes son:

- Reducción biológica de volátiles.
- Oxidación química de la materia volátil.
- Adición al fango de compuestos químicos que impidan la supervivencia de microorganismos.
- Aplicación de calor para desinfectar o esterilizar el fango.

Esta estabilización del fango se realiza mediante procedimientos de digestión anaerobia o aerobia (aireación prolongada en tanques iguales a los de lodos activos, que permite oxidar las materias volátiles y descomponer el fango), o mediante tratamientos químicos o térmicos como alternativa. De hecho, se considera que existen dos categorías generales en los procesos de tratamiento de fangos:

- Sistemas que incluyen digestión biológica.
- Sistemas sin tratamiento biológico.

Deshidratación.

Finalmente, se somete a los fangos a algún proceso de deshidratación a fin de seguir reduciendo su contenido de humedad para obtener un producto de más

fácil manejo y reducir los costos de transporte a su destino último; además, la deshidratación es necesaria antes del compostaje o de la incineración.

Un sistema de deshidratación, lo constituyen los lechos de secado o eras de secado. Suelen ser tanques rectangulares contiguos, con un lecho poroso de arena y grava en su interior por el que se filtran las aguas que contienen los lodos ya digeridos o espesados. Su diseño permite que la eliminación de agua se realice tanto por el drenaje sobre lecho como por evaporación.

Sistemas de eliminación o reutilización del fango.

Los fangos de las depuradoras, una vez sometidos a todos o algunos de los tratamientos; se envían a un destino final que puede consistir en:

- **Eliminación de fango.** Consiste en la incineración o bien en la deposición en vertederos especiales. En ambos casos, se produce una pérdida económica importante y es inevitable un fuerte impacto medio-ambiental.
- **Reutilización del fango.** Minimiza los negativos efectos económicos y ambientales de la eliminación. Los objetivos fundamentales de la reutilización son aprovechar los fangos como fuente de energía y aprovechar los componentes de los mismos. El destino más frecuente de los fangos lo constituye su esparcimiento sobre o justamente por debajo de la superficie del suelo. Una vez sobre el terreno, la luz y los microorganismos del suelo terminan de destruir los patógenos y muchas sustancias orgánicas tóxicas que se encuentran en el fango.

Esta reutilización del fango, para que sea de utilidad agrícola, debe tener un efecto fertilizante y/o de enmienda y correctivo del suelo (facilitar el transporte de nutrientes; incrementar la retención de agua).

Incineración del residuo.

La incineración o reducción térmica de los fangos permite la total o parcial conversión de los sólidos orgánicos a productos finales oxidados, principalmente dióxido de carbono y agua, generándose un residuo, llamado cenizas, biológicamente inerte, pero con una fuerte carga mineral de macro y micronutrientes que las convierte en un material aprovechable para el abonado.

Esta incineración presenta diferentes inconvenientes como son una alta inversión inicial, fuertes costos de operación, requerir de personal especializado y emisión de gases tóxicos (dispersan a la atmósfera partículas de aerosol de metales pesados y de óxidos de azufre y nitrógeno).

Vertido controlado.

El vertido se debe realizar en vertederos especiales bajo un estricto control. Se lleva a cabo de forma compacta y en capas alternadas de fango y suelo sobre materias impermeables.

Entre los problemas que presenta el vertido controlado se deben mencionar el elevado costo de transporte, dificultad para encontrar vertederos adecuados y la contaminación del suelo y capas freáticas por lixiviación de elementos potencialmente tóxicos.

Reutilización agrícola de los fangos.

La aplicación del fango sobre terrenos agrícolas puede ser directa, previa estabilización, o a través del compostaje. El compostaje es un proceso de degradación biológica, llevado a término por bacterias, actinomicetos y hongos, que estabilizan la materia orgánica. Consiste básicamente en esparcir sobre el terreno una delgada capa de material orgánico, dejándolo descomponerse y penetrar poco a poco en el suelo. Este material sufre una descomposición aerobia y asegura la cobertura y protección del suelo.

Es aplicable sobre residuos sólidos urbanos, materiales orgánicos naturales fermentables y fangos deshidratados derivados de la depuración de aguas residuales. Generalmente, el compostaje se realiza en condiciones aerobias por espacio de 21-28 días, se alcanzan altas temperaturas (es un proceso exotérmico y pueden alcanzarse hasta 50-70°C), asegurándose la destrucción de patógenos, y se minimizan los problemas por malos olores. Los fangos debidamente compostados son seguros desde el punto de vista sanitario y son parecidos al humus del suelo al contener ácido húmico.

Los fangos de depuradora y el compost presentan altos contenidos en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y oligoelementos (como cobre, hierro y zinc), circunstancia por lo que se ha estudiado ampliamente su uso como abono órgano mineral y como enmienda orgánica del terreno. Algunas de las propiedades que tiene el fango sobre el suelo son:

- Los fangos actúan sobre las propiedades físicas del suelo, en especial aumentan la capacidad de retención de agua del mismo y favorecen la formación de agregados estructuralmente estables que elevan la porosidad y facilitan el aireamiento. Este efecto reestructurador y de mejora de las condiciones químicas y físicas del suelo reduce su erosionabilidad.
- Los fangos constituyen una base importante para el desarrollo de los microorganismos que actúan como reguladores de los ciclos biogeoquímicos del suelo.
- El dióxido de carbono formado en el proceso de mineralización de la materia orgánica del fango, proceso que transforma en disponible para las plantas los elementos nutritivos contenidos en el fango, facilita la disgregación y solubilización de los minerales del terreno. Además, el incremento del flujo de anhídrido carbónico desde el suelo a la atmósfera permite la intensificación de los procesos fotosintéticos.
- Los fangos aumentan la capacidad de intercambio catiónico de suelo, mejorando de esta manera su capacidad de reserva de nutrientes.

11.1.18 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE LAGUNAS.

11.1.19 CONCEPTO DE LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN.

Una laguna de estabilización de aguas residuales es una estructura simple para embalsar agua, de poca profundidad de 1 a 4 m y con períodos de retención de magnitud considerable (de uno a cuarenta días).

Cuando las aguas residuales son descargadas en lagunas de estabilización, se realiza en las mismas, en forma espontánea, un proceso conocido con el nombre de autodepuración, o estabilización natural, en el que ocurren fenómenos de tipo físico, químico y biológico.

Este proceso se lleva a cabo en casi todas las aguas con alto contenido de materia orgánica putrescible o biodegradable. La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de las aguas descargadas en una laguna de estabilización, y del effluente de las mismas, es el parámetro que más se ha utilizado para evaluar las condiciones de trabajo de las lagunas de estabilización y su comportamiento.

La estabilización de la materia orgánica se lleva a cabo a través de la acción de organismos aerobios cuando hay oxígeno disuelto en el agua, y de organismos anaerobios cuando no hay oxígeno disuelto en la misma.

Los factores que intervienen en el proceso de las lagunas de estabilización son:

- Físicos: temperatura, insolación, infiltración y evaporación, precipitación pluvial y vientos.
- Químicos: demanda bioquímica de oxígeno, pH, nutrientes, contaminantes resistentes.
- Biológicos: algas y bacterias.

11.1.20 OBJETIVOS DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN.

Las lagunas de estabilización se construyen con los siguientes objetivos:

- Protección epidemiológica, a través de la disminución de organismos patógenos presentes en las aguas residuales y dificultando la transmisión de los mismos.
- Protección ecológica, a través de la disminución de la carga orgánica (DBO) de las aguas residuales, lográndose de esta manera que el nivel de oxígeno disuelto en los cuerpos receptores se vea menos comprometido, con el consiguiente beneficio para su reúso.
- Reúso directo del agua servida tratada en la agricultura, así como en piscicultura, evitando los riesgos e inconvenientes del reúso de aguas servidas crudas.

11.1.21 VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

- VENTAJAS

- Presenta alta eficiencia
- Costo inicial bajo.
- Gastos de operación y mantenimiento bajos.
- Gran capacidad para recibir sobrecarga.
- Simplicidad de operación.
- No requiere equipo mecánico.

- DESVENTAJAS

- Requiere grandes extensiones.
- Puede ocasionar problemas de olores (generalmente las lagunas anaerobias).
- Puede producir vectores.
- En épocas de frío disminuye su eficiencia.
- Si el precio del terreno es alto puede salir costosa.

11.1.22 CLASIFICACIÓN.

DE ACUERDO AL PROCESO BIOLÓGICO DESARROLLADO:

• LAGUNAS AEROBIAS:

Predominan los procesos aerobios (presencia de oxígeno). Se basan en el aporte de oxígeno a partir del crecimiento de fotosintetizadores y permiten obtener efluentes de baja DBO soluble, pero de alto contenido de algas, las que deberían ser cosechadas a fin de controlar los cuerpos receptores.

La profundidad debe ser tal que no se alcancen a producir regiones sin oxígeno, sobre todo teniendo presente que la turbiedad impide el paso de la luz solar; se suelen encontrar profundidades de 30 a 50 centímetros y tiempos de retención hidráulicos (es decir, volumen de la laguna dividido por caudal medio tratado) de 4 a 6 días de modo que el terreno requerido para esta tecnología puede ser intolerablemente grande. Permiten reducciones del 80 al 95% de la DBO₅. La tasa de carga de este tipo de lagunas cae en el rango de 85 a 170 Kg. de DBO₅/ha.día.

• LAGUNAS ANAEROBIAS:

Predominan los procesos de fermentación anaerobia. "las bacterias anaerobias no requieren oxígeno para reducir la materia orgánica, el proceso es más sensible a condiciones ambientales, produce olores desagradables, es largo y la estabilización no es total".

Las lagunas anaerobias suelen recibir cargas de 225 a 600 Kg. de DBO₅/ha.día con tiempo de retención hidráulico de 20 a 50 días. Rendimientos en la reducción de la DBO₅ del 50-85%. La profundidad puede ser entre 2.5 y 5 m.

- **LAGUNAS FACULTATIVAS:**

Laguna o estanque de tratamiento con una sección superior aerobia y una inferior anaerobia de modo tal que los procesos biológicos aerobios y anaerobios se produzcan en forma simultánea.

En el estrato superior de una laguna facultativa primaria existe una simbiosis entre algas y bacterias, en presencia de oxígeno; en los estratos inferiores se produce una biodegradación anaerobia de los sólidos sedimentables.

La carga aceptable para estas lagunas cae entre 85 y 170 Kg. DBO5/ha.día. Se recomienda eficiencias entre el 70 y 90%. El tiempo de retención hidráulico cae en el rango de 5 a 30 días y la profundidad de operación debe estar entre 1.2 a 2.5 metros; por otra parte, se debe garantizar que el fluido utilice todo el volumen de la laguna, evitando corto circuitos y/o regiones muertas.

- **LAGUNAS DE AERACIÓN:**

Este tipo de lagunas se desarrolló a partir de los estanques de estabilización facultativos en los que solo se tuvo que instalar aereadores de superficie para eliminar los olores que se producían al estar sometidos a sobrecargas orgánicas.

DE ACUERDO AL LUGAR QUE OCUPAN; CON RELACIÓN A OTROS PROCESOS

- Lagunas primarias: reciben aguas residuales crudas.
- Lagunas secundarias: reciben efluentes de otros procesos de tratamiento.
- Lagunas de acabado: lagunas de mayor grado que las secundarias. También llamadas estanques de estabilización de baja carga, son lagunas terciarias diseñadas para mejorar la calidad de los efluentes de tratamientos secundarios y la nitrificación estacional. Las cargas aplicadas al sistema deben de ser bajas para poder mantener las condiciones aerobias.

DE ACUERDO A LA DISPOSICIÓN DE LAS UNIDADES.

- Lagunas en serie: permite una mejora importante en la calidad bacteriológica del efluente.
- Lagunas en paralelo: no mejora la calidad del efluente, pero en cambio, ofrece muchas ventajas desde el punto de vista constructivo y operativo. En contar con por lo menos un sistema en paralelo permite sobrecargar una mientras se lleva a cabo la limpieza o mantenimiento de la otra.

11.1.23 FUNCIONAMIENTO DE LAS LAGUNAS.



El funcionamiento de las lagunas está gobernado por diferentes factores, entre los cuales tenemos:

- Penetración de la luz solar en el agua, necesaria para el desarrollo de condiciones aerobias.

- La profundidad del estanque: los muy profundos limitan el alcance de los rayos solares sólo a las capas superiores y los estanques poco profundos son favorables a la aparición de diversos tipos de plantas que podrían limitar el paso de los rayos.
- Precipitación y evaporación en la zona: que podrían alterar el funcionamiento debido a las variaciones de volumen.
- Permeabilidad del suelo: por la cantidad de caudal que se filtra en el fondo y costados de la laguna.
- Vientos: mejoran el funcionamiento cuando son moderados, por la acción mezcladora que producen.
- Naturaleza y fructificación de las algas, ya que consumen anhídrido carbónico y en condiciones climáticas adecuadas liberan oxígeno durante el día.





Existen varios sistemas y tecnologías de tratamiento de aguas residuales, las cuales varían entre sí dependiendo del tipo de tratamiento que realizan, sus requerimientos, costos de inversión (de acuerdo al número de personas a las que va a servir), sus impactos ambientales, así como los costos de operación y mantenimiento que demande. Todo esto lo podemos ver resumido en las siguientes imágenes:

Imagen N° 41: Tecnologías en Tratamientos de Aguas Residuales I.

Tecnología	Foto o esquema	Tipo de tratamiento	Requerimientos para aplicación	Consideraciones ambientales a tener en cuenta al elegir la tecnología (*)	Costo aproximado (mínimo y máximo) US\$ / Habitante (**)	Costos de Operación y mantenimiento
Lagunas de estabilización		Primario, Secundario y Terciario. Aguas residuales pueden ser aprovechadas.	Área mínima: 4ha Distancia mínima a la población: 100m Distancia mínima a agua superficial o subterránea: 50m	- Control de olores - Control de insectos y roedores - Incremento de vegetación - Limpieza de Lodos	301 1182	Entre US\$ 15,000 /año a US\$ 40,000
Lodos activos		Primario, Secundario y Terciario. Aguas residuales pueden ser aprovechadas.	Área mínima: 2 ha Distancia mínima a la población: 100m Distancia mínima a agua superficial o subterránea: 50m	- Control de olores - Control de insectos y roedores - Incremento de vegetación - Limpieza de Lodos	603 1104	Desde US\$ 20,000 /año
Lagunas aeradas		Primario, Secundario y Terciario. Aguas residuales pueden ser aprovechadas.	Área mínima: 3 ha Distancia mínima a la población: 100m Distancia mínima a agua superficial o subterránea: 50m	- Control de olores - Control de insectos y roedores - Incremento de vegetación - Limpieza de Lodos	1005 6546	Desde US\$ 20,000 /año
Tanques Imhoff		Primario, Secundario y Terciario. Aguas residuales pueden ser aprovechadas.	Área mínima: 2 ha Distancia mínima a la población: 100m Distancia mínima a agua superficial o subterránea: 50m	- Control de olores - Control de insectos y roedores - Incremento de vegetación - Limpieza de Lodos	3347 928	Entre US\$ 5,200 / año a US\$ 10,000 / año



Fuente: GUITAR – Guía para la toma de decisiones en la selección de sistemas de tratamiento de aguas residuales no convencionales.

Imagen N° 42: Tecnologías en Tratamientos de Aguas Residuales II.

Tecnología	Foto o esquema	Tipo de tratamiento	Requerimientos para aplicación	Consideraciones ambientales a tener en cuenta al elegir la tecnología (*)	Costo aproximado (mínimo y máximo) US\$ / Habitante (**)	Costos de Operación y mantenimiento
Biofiltro		Tratamiento Primario, Secundario y Terciario. Aguas residuales pueden ser aprovechadas.	Área mínima: 0,3 ha Distancia mínima a la población: 20m Distancia mínima a agua superficial o subterránea: 25m	- Control de insectos y roedores - Incremento de vegetación - Limpieza de Lodos	169 18210	Desde US\$ 4,000 / año
Humedales Artificiales		Primario, Secundario y Terciario. Aguas residuales pueden ser aprovechadas.	Área mínima: 0,5 ha Distancia mínima a la población: 50m Distancia mínima a agua superficial o subterránea: 30m	- Control de olores - Control de insectos y roedores - Incremento de vegetación - Limpieza de Lodos	6311 24812	Entre US\$ 3,600/año a US\$ 8,000/año
Reactores Anaeróbicos de Flujo Ascendente		Primario, Secundario y Terciario. Aguas residuales pueden ser aprovechadas.	Área mínima: 3 ha Distancia mínima a la población: 100m Distancia mínima a agua superficial o subterránea: 30m	- Control de olores - Control de insectos y roedores - Incremento de vegetación - Limpieza de Lodos	15013 1714	Entre US\$ 18,750 a US\$ 20,000 / año
Filtro percolador		Primario, Secundario y Terciario. Aguas residuales pueden ser aprovechadas.	Área mínima: 1 ha Distancia mínima a la población: 100m Distancia mínima a agua superficial o subterránea: 30m	- Control de olores - Control de insectos y roedores - Limpieza de Lodos	9215	Desde US\$ 6,000 / año

Fuente: GUITAR – Guía para la toma de decisiones en la selección de sistemas de tratamiento de aguas residuales no convencionales.

Imagen N° 43: Tecnologías en Tratamientos de Aguas Residuales III.

Tecnología	Foto o esquema	Tipo de tratamiento	Requerimientos para aplicación	Consideraciones ambientales a tener en cuenta al elegir la tecnología (*)	Costo aproximado (mínimo y máximo) US\$ / Habitante (**)	Costos de Operación y mantenimiento
Baños con tratamiento posterior.		Primario, Secundario y Terciario. Aguas residuales pueden ser aprovechadas.	Área mínima: 50 m2 Distancia mínima a la población: < 5 m Distancia mínima a agua superficial o subterránea: 25m	- Control de olores - Control de insectos y roedores - Limpieza de Lodos	20016	Desde US\$ 200 /año
Baños Seco (separación en fuente)		Se genera compost que puede ser reutilizado	Área mínima: 10 m2 Distancia mínima a la población: Inaplicable Distancia mínima a agua superficial o subterránea: 25m	- Control de olores - Control de insectos y roedores - Incremento de vegetación - Limpieza de Lodos	16217	Desde US\$ 3,476 / año
Reciclaje de orina		Tratamiento primario	Área mínima: Inaplicable Distancia mínima a la población: Inaplicable Distancia mínima a agua superficial o subterránea: 2m	- Control de olores	5018	No aplicable

Las consideraciones ambientales son aquellos aspectos a tener en cuenta al elegir cualquier tecnología de tratamiento de aguas residuales, para adoptar medidas complementarias que reduzcan los impactos ambientales y eviten generar (ej. para el Control de Olores se pueden instalar pantallas vegetales).

En cada caso, se ha señalado un costo mínimo y máximo (valorizado en US\$ / Habitante) promedio. Para obtener el monto de inversión aproximado total se debe multiplicar la cantidad señalada por el número de habitantes a servir con el sistema.

Fuente: GUITAR – Guía para la toma de decisiones en la selección de sistemas de tratamiento de aguas residuales no convencionales.

11.1.24 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Como hemos podido observar anteriormente, existen diversas formas de tratar el agua residual, evaluando costos de inversión, ejecución, áreas y tecnologías, se pudo escoger la PTAR que sea la más idónea de acuerdo a la zona y a la cantidad de población a la que se va a servir se determinó por elegir una Laguna Facultativa como forma para tratar el agua residual en este distrito.

LAGUNA FACULTATIVA:

Una laguna de estabilización es una estructura simple para embalsar aguas residuales con el objeto de mejorar sus características sanitarias. Las lagunas de estabilización se construyen de poca profundidad (2 a 4 m) y con períodos de retención relativamente grandes (por lo general de varios días).

Cuando las aguas residuales son descargadas en lagunas de estabilización se realizarán en las mismas, en forma espontánea, un proceso conocido como autodepuración o estabilización natural, en el que ocurren fenómenos de tipo físico, químico, bioquímico y biológico. Este proceso se lleva a cabo en casi todas las aguas estancadas con alto contenido de materia orgánica putrescible o biodegradable.

Los parámetros más utilizados para evaluar el comportamiento de las lagunas de estabilización de aguas residuales y la calidad de sus efluentes son la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) que caracteriza la carga orgánica; y el número más probable de coliformes fecales (NMP CF/100ml), que caracteriza la contaminación microbiológica. Además, tienen importancia los sólidos totales sedimentables, en suspensión y disueltos.

El diseño de la Laguna de Estabilización que usaremos en este proyecto se basa en las recomendaciones que da la Guía CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente), en la cual se definen los siguientes conceptos:

- **Aguas servidas:** Son todas las aguas de alcantarillado ya sean de origen domésticos (aguas de las casas habitación, edificios comerciales, etc.) o industrial, una vez que han sido utilizadas por el hombre.
- **Afluente:** Líquido que llega a una unidad o lugar determinado, por ejemplo, el agua que llega a una laguna de estabilización.
- **Cámara o compartimiento:** Compartimiento estanco, en que se divide el tanque séptico para mejorar el tratamiento de las aguas residuales.
- **Caudal:** Volumen de agua que pasa por un punto dado por unidad de tiempo. Se expresa normalmente en l/seg o m³/seg.
- **Efluente:** Líquido que sale de una unidad o lugar determinado, por ejemplo, agua que sale de una laguna de estabilización.

- **Lodos:** Sólidos que se encuentran en el fondo del tanque séptico.
- **Nata:** Sustancia espesa que se forma sobre el agua almacenada en el tanque séptico, compuesto por residuos grasos y otro tipo de desechos orgánicos e inorgánicos flotantes.
- **Sólido sedimentable:** Partícula presente en el agua residual, que tiene la propiedad de precipitar fácilmente.
- **Tanque séptico:** Sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas provenientes de una vivienda o conjunto de viviendas que combina la separación y digestión de lodos.
- **Demanda bioquímica de oxígeno (D.B.O.):** Cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la sustancia orgánica, en un tiempo y a una temperatura especificada. Depende enteramente de la disponibilidad de materia utilizable como alimento biológico y de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos durante la oxidación.

Ventajas

- Pueden recibir y retener grandes cantidades de agua residual, soportando sobrecargas hidráulicas y orgánicas con mayor flexibilidad, comparativamente con otros tratamientos.
- Formación de biomasa más efectiva y variada que en los procesos de tratamiento con tanque séptico y tanque imhoff.
- No requieren de instalaciones complementarias para la producción de oxígeno. El mismo se produce en forma natural dentro del sistema.
- Debido a los tiempos de retención prolongados y a los mecanismos del proceso, son sistemas altamente eficaces para la remoción de bacterias, virus y parásitos, comparativamente con otros tratamientos.
- En las lagunas no hay necesidad de desinfección con cloro. Aquí la desinfección es natural. Mínimo mantenimiento. No requiere de personal calificado.

Desventajas

- Requieren de grandes áreas de terreno para su implantación.
- Es un sistema sensible a las condiciones climáticas.
- Puede producir vectores.
- No permite modificaciones en las condiciones de proceso.

Conocido las ventajas y desventajas de las lagunas de estabilización, quedará a criterio del ingeniero encargado del proyecto si es conveniente emplear esta unidad en la localidad donde se desea tratar las aguas residuales de uso doméstico.

11.1.25 DISEÑO DE LA LAGUNA FACULTATIVA.

Para el dimensionamiento de lagunas facultativas se tomarán en consideración los criterios de la Norma OS.090 "Planta de Tratamiento de Aguas Residuales" del Reglamento Nacional de Edificaciones.

La metodología permite diseñar las dimensiones y saber el tiempo de retención que va a tener la laguna proyectada, pero para saber si se necesita dimensionar otra laguna para tratar el efluente, la primera se tendrá que calcular un valor estimado de la remoción de la DBO y de los coliformes fecales que se da en la laguna y compararlo con los valores que están estipulados en las normas de la ley general de aguas, acerca de la calidad del agua del efluente la salida de la planta de tratamiento de aguas residuales.

El diseño ha sido elaborado mediante una hoja de cálculo en Excel, dicho procedimiento se encuentra en los anexos de la presente.

XII. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

12.1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

El Estudio de Impacto Ambiental, es un documento técnico que nos permite diagnosticar o predecir, la evolución del medio, constituyendo, por lo tanto, una herramienta fundamental para el proyecto, ya que nos permite obtener una propuesta técnica que sea respetuosa con el medio ambiente, a nivel de las diferentes etapas: Pre-inversión, construcción, operación, abandono de los sistemas propuestos. Buscando evitar los impactos negativos al medio ambiente o atenuar los impactos negativos mediante técnicas adecuadas.

12.1.2 OBJETIVOS GENERALES.

- Obtener la aprobación del Estudio de Impacto Ambiental para las obras de las infraestructuras sanitarias previstas de las entidades gubernamentales que corresponda.
- Analizar los efectos sobre el ambiente de las obras proyectadas para el mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable e instalación del sistema de alcantarillado de acuerdo a las necesidades básicas y mejorar el nivel de vida de la población que se hallan dentro del área de influencia de la obra.
- El Estudio de Impacto Ambiental tiene como objetivo fundamental identificar, predecir, interpretar y comunicar los posibles impactos, positivos y negativos, generados por el proyecto en sus etapas de planificación, construcción y operación, proporcionando los lineamientos a seguir para la mitigación de los efectos negativos, conforme a lo establecido por la normatividad vigente en materia ambiental.
- Formular las medidas que deberán incluirse en los diseños definitivos, especificaciones y contratos de obra para evitar y/o mitigar los impactos negativos producidos por las obras de ingeniería; así como la formulación de las medidas más convenientes para potenciar los impactos positivos que originará el proyecto.

12.1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Elaborar el diagnóstico ambiental del ámbito en el que se tiene previsto ejecutar el proyecto.
- Identificación, definición, evaluación y valoración de los impactos y de los posibles efectos, directos e indirectos por el desarrollo de las actividades de construcción y operación del proyecto en el ámbito de influencia.
- Elaboración de medidas mitigadoras, lineamientos del Plan de Manejo Ambiental, correspondientes a las medidas de mitigación de impactos ambientales.

- Formular las medidas que deberán incluirse en los diseños definitivos, especificaciones y contratos de obra para evitar y/o mitigar los impactos negativos producidos por las obras de ingeniería; así como la formulación de las medidas más convenientes para potenciar los impactos positivos que originará el proyecto.
- Determinar los impactos ambientales que puede generar el proyecto durante las etapas de planificación, construcción y operación, cierre y/o rehabilitación.
- Proponer el Plan de Gestión Ambiental, que incluyen las medidas ambientales adecuadas que permitan prevenir, mitigar o corregir los efectos adversos significativos.
- Proponer el Programa de Monitoreo Ambiental.
- Proponer el Plan de Abandono de las áreas intervenidas.
- Proponer el Plan Participación ciudadana.
- Elaborar el Programa de Inversiones, dentro del cual se halla comprendidos todos los costos que demanden los diferentes programas que integren el Plan de Manejo Socio-ambiental.

12.1.4 METODOLOGÍA.

En el Estudio de Impacto Ambiental se plantea la interacción con el ambiente, siendo necesario para ello el conocimiento de las actividades necesarias para su realización, conocimiento sobre los procesos constructivos a desarrollar, así como el conocimiento de los componentes ambientales, representados por los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos del área de influencia del proyecto en estudio. Comprende la realización de las siguientes actividades:

- **Trabajo preliminar**

Consiste en la revisión del estudio de factibilidad, recopilación, procesamiento, evaluación y análisis de la información temática complementaria, relacionada con el ámbito de influencia del proyecto. Con esta información se elaborará el material necesario para realizar el trabajo de campo, y además se eligieron las metodologías de evaluación de impactos ambientales que podrían presentarse en las etapas de planificación, construcción y operación, cierre y/o rehabilitación del proyecto en estudio.

- **Trabajo de campo**

En esta etapa se evaluará el medio natural, socioeconómico, y cultural en el cual se va a desarrollar el proyecto teniéndose en cuenta el desarrollo de las siguientes actividades:

- Reconocimiento de campo del área de influencia del proyecto, para la evaluación de las unidades ambientales.
- Observaciones específicas en el área de ubicación de las obras, a fin de coordinar y dar la solución a los problemas ambientales que podrían presentarse en la ejecución y operación del proyecto propuesto.
- Determinación de los puntos críticos para el desarrollo del proyecto.
- Recopilación de la información complementaria sobre agricultura, industria, comercio, educación, salud y otras actividades económicas en la zona.
- Recopilación de los resultados de los análisis de aguas a fin de evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica de las mismas.

12.1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LÍNEA BASE.

En este capítulo se mostrará la información de las características del distrito donde se realizará el estudio, descritos anteriormente en los capítulos I y II.

12.1.6 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

En este capítulo se mostrará la información de las características del distrito donde se realizará el estudio, descritos anteriormente en los capítulos I y II.

12.1.7 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

La evaluación de impacto ambiental es un proceso sistemático técnico – administrativo que examina las consecuencias ambientales de los proyectos, programas, planes y políticas orientadas a prevenir, corregir o mitigar los efectos y/o impactos ambientales que se ocasionen sobre el entorno.

En general el impacto ambiental viene a ser el cambio en un parámetro ambiental dentro de un período determinado y en un área definida, como resultante de un proyecto específico, comparado con la situación que se hubiera dado si no se hubiera ejecutado tal proyecto. Por otro lado, un impacto ambiental es cualquier alteración significativa en el ambiente debido a las actividades humanas.

En el presente capítulo se desarrolla la identificación y evaluación de los impactos ambientales que se generarán durante las etapas de planificación, construcción, operación-mantenimiento y abandono de las obras para el proyecto.

El análisis de los impactos ambientales, se ha desarrollado, considerando la naturaleza del proyecto y la información base de los diferentes componentes ambientales descritos anteriormente en la línea base ambiental y complementada con los trabajos de campo, con el propósito de puntualizar los aspectos ambientales más relevantes vinculados con el proyecto, determinando las relaciones que se establecerán entre el proyecto y su entorno.

La identificación y evaluación de impactos ambientales es parte fundamental del presente estudio, pues constituye la base para la elaboración del Plan de Manejo Ambiental, en el cual se plantearán las medidas que permitirán prevenir, mitigar o corregir los impactos ambientales negativos y la potenciación de los impactos positivos, para la conservación y protección del medio ambiente.

Metodología

Para el análisis de los impactos ambientales ocasionados por las obras del proyecto, es necesario determinar aquellas actividades potencialmente impactantes del proyecto y los factores ambientales susceptibles de recibir impactos. De esta manera, se permitirá interrelacionar los aspectos de interés del proyecto con los componentes del entorno.

El proceso metodológico de la identificación y evaluación de los posibles impactos ambientales, se presenta en la figura siguiente, el mismo que está diseñado y adaptado a las características del presente Proyecto.

Metodología para la identificación y evaluación de impactos ambientales

La identificación y la evaluación de los impactos ambientales que podrían presentar en la ejecución de los proyectos, es la parte fundamental del Estudio de Impacto Ambiental. Este es el punto de partida para diseñar el Plan de Gestión Ambiental.

Metodológicamente se efectuará la identificación y evaluación por las etapas de desarrollo del proyecto: planificación, construcción, operación y abandono.

Teniendo definidas las actividades por etapas, y bajo una concepción integral es que se procede a la identificación de impactos propiamente dicha, desde una perspectiva general a una perspectiva específica. Para lo cual, se utilizará como metodología la Matriz Tipo Leopold.

12.1.8 PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL.

Luego de realizar la Evaluación ambiental del Proyecto, se ha llegado a la conclusión de que la ejecución de la obra proyectada en las etapas de construcción y funcionamiento, ocasionarán impactos ambientales directos e indirectos, positivos y negativos, dentro del ámbito de la influencia directa.

En general, las acciones causantes de impacto serán variadas, la afectación más significativa corresponderá a la etapa de construcción, estando está asociada principalmente a la actividad de excavaciones, cimentaciones, movimientos de tierra, apertura o rehabilitación de accesos, transporte de materiales, apertura o uso de caminos peatonales por la generación de polvo, ruidos, emisiones de los vehículos, etc.

Para contrarrestar los posibles impactos potenciales se diseña un Plan de Manejo Ambiental (PMA), el cual constituye un documento técnico que contiene un

conjunto estructurado de medidas destinadas a evitar, mitigar, restaurar o compensar los impactos ambientales negativos previsibles durante las etapas de construcción, operación y abandono.

Para la implementación del PMA durante la ejecución (construcción) de la obra, la empresa contratista deberá contar con un Área de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (ASSA) cuyo personal será responsable de velar por el cumplimiento de todas las medidas indicadas en los diversos programas que conforman el Plan de Manejo Ambiental y los programas relacionados a éste. En el siguiente diagrama se presenta la estructura orgánica básica que deberá integrar el Área de Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiente (ASSA).

• **Jefe de Medio Ambiente y Seguridad**

Es el responsable de implementar, documentar, registrar y verificar el cumplimiento de lo dispuesto en el presente Plan de Manejo Ambiental; así como de evaluar los resultados obtenidos en coordinación con el Supervisor de Seguridad y Salud Ocupacional y con el Supervisor de Medio ambiente, a fin de cumplir con lo establecido en la normatividad ambiental vigente y los compromisos asumidos en la presente Evaluación Ambiental. Adicionalmente, el Jefe de Medio ambiente y Seguridad deberá:

- Informar al Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento sobre la existencia de alguna eventualidad o incidente ambiental u ocupacional, haciendo énfasis en los procedimientos de respuesta y de ser necesario, mejorarlos luego del respectivo informe por parte de sus supervisores.
- Evaluar, revisar y aprobar de ser necesario las modificatorias de los diversos Programas que propongan los Supervisores de Seguridad y Salud Ocupacional y el Supervisor de Medio Ambiente, a fin de mejorarlos.
- Establecer canales apropiados y formales de comunicación con la población, siempre y cuando tengan relevancia con respecto a los aspectos ambientales significativos y las demandas sociales asociadas al Proyecto.

• **Supervisor de Salud y Seguridad Ocupacional**

Es el responsable de velar por el cumplimiento efectivo de la aplicación de las disposiciones con respecto a la salud y seguridad ocupacional, incluidas en el presente Plan de Manejo Ambiental y que se basan en lo establecido en el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional, D.S. N° 009-2005-TR y sus modificatorias y que son detalladas en el Programa de Salud y Seguridad Ambiental.

Además, deberá crear la Unidad de Contingencias en colaboración con el Supervisor de Medio Ambiente, presentando en conjunto reportes al Jefe de Medio Ambiente y Seguridad sobre la ocurrencia de algún evento de contingencias y los resultados de la aplicación de las medidas diseñadas para el evento.

Este reporte debe contener además recomendaciones y ajustes si es que las respuestas al evento así lo requieran. Así mismo, se encargará de redactar las charlas de capacitación y educación ambiental referidas a temas de seguridad y salud ocupacional.

12.1.9 SUPERVISOR DE MEDIO AMBIENTE.

Es el responsable del cumplimiento de las disposiciones con respecto al medio ambiente y el componente social involucrado al Proyecto. Como se ha mencionado, en colaboración con el Supervisor de Salud y Seguridad Ocupacional creará la Unidad de Contingencias y presentarán en conjunto los reportes al Jefe de Medio Ambiente y Seguridad.

Es el responsable directo de la correcta aplicación de las medidas ambientales planteadas en el Plan de Manejo Ambiental, pero contando con la colaboración del Supervisor de Salud y Seguridad Ocupacional en lo referido al almacenamiento y transporte de los residuos sólidos y peligrosos.

Es quien vela por la implementación y cumplimiento del Programa de Capacitación y Educación Ambiental, coordinando oportunamente la elaboración del material informativo referido a seguridad y salud ocupacional con el Supervisor de Salud y Seguridad Ocupacional.

A continuación, se desarrolla cada uno de los planes y programas que comprende el Plan de Manejo Ambiental del EIA del Proyecto. El Plan de Gestión Ambiental comprenderá:

12.1.10 MEDIDAS DE CONTROL.

Las medidas que se adoptarán, teniendo como autoridad responsable a Área de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (ASSA), estarán divididas en 3 etapas: antes, durante y después de la ejecución del Proyecto:

A) Medidas de control ambiental antes de la ejecución de las obras (Actividad: Planificación).

Tabla N° 56: Medidas de Mitigación y/o Control Ambiental antes de la Ejecución.

Impacto Ambiental	Medidas de mitigación y/o control ambiental
<p>1 Contaminación del suelo Producido por Residuos Sólidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Originado por excavaciones para estudio de los terrenos (calicatas). - Almacenamiento del material en la zona que luego será transportado con el desmonte. 	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminar el desmonte que corresponde a los materiales sobrantes en el menor plazo establecido en la programación de obras, la cual será realizada por la Contratista, quien a su vez solicitará el permiso a la municipalidad correspondiente para disponerlo adecuadamente en el relleno sanitario autorizado.
<p>2. Incremento en las expectativas de empleo. Producido por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generación de empleos temporales (mano de obra calificada y no calificada) - Concurrencia de personas y vehículos a la zona de estudio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Priorizar la contratación de pobladores locales, que residan en la zona de influencia del proyecto durante la respectiva etapa. - Realizar una labor informativa para difundir la política de contratación de mano de obra, así como la demanda del personal requerido (requisitos y condiciones laborales), con el fin de evitar crear falsas expectativas en la población.
<p>3 Posibles conflictos con la población local. La elaboración y presentación de los estudios técnicos a las autoridades competentes podrían generar desacuerdos en la población por la ejecución del mismo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar talleres informativos para la población y las autoridades principales, señalando las conclusiones y los puntos relevantes del mismo, entre ellos el área de influencia del proyecto, las diferentes actividades a realizarse, los riesgos e impactos ambientales y sociales que se puedan generar.
<p>4. Posibles problemas de alteración del tráfico por presencia del personal de topografía.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar coordinaciones con la Policía Nacional a fin de dar las indicaciones del caso para el desvío de tráfico.

B) Medidas de control ambiental durante la ejecución y/ construcción de las obras

Durante la ejecución de las obras, denominada también etapa de construcción, se presentan diversos impactos ambientales tanto en el aspecto físico (aire, suelo, agua), biótico (flora, fauna), así como en el aspecto socio-económico, los cuales son detallados a continuación:

Tabla N° 57: Medidas de Mitigación y/o Control Ambiental durante la Ejecución.

Impacto Ambiental	Medidas de mitigación y/o control ambiental
<p>1 Incremento en las expectativas de empleo y aparición de nuevos tipos de comercio: Producido por: -Generación de empleos temporales (mano de obra calificada y no calificada) -Concurrencia de personas y vehículos a la zona de estudio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Priorizar la contratación de pobladores locales, que residan en la zona de influencia del proyecto durante la etapa de construcción. - Difundir la política de contratación de mano de obra, así como la demanda del personal requerido (requisitos y condiciones laborales), con el fin de evitar crear falsas expectativas en la población.
<p>2 Afectación de la Flora (cobertura vegetal y/o área verde): -Las diferentes actividades realizadas durante la etapa de construcción (obras generales y rehabilitación de redes secundarias de agua y alcantarillado).</p>	<p>Delimitar y señalar adecuadamente el área de trabajo.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Informar e instruir al personal de mano de obra que realice su labor dentro del sector correspondiente. - Informar mediante charlas y talleres al personal sobre la importancia de valorar los recursos naturales y el medio ambiente. - Realizar la reposición de la cobertura vegetal en los espacios afectados por las obras ejecutadas, teniendo en cuenta la utilización de especies locales, con el fin de preservar la identidad de la zona.
<p>3 Afectación de la Fauna: -Las diferentes actividades realizadas durante la etapa de construcción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Delimitar y señalar adecuadamente el área de trabajo. -Informar e instruir al personal de mano de obra que realice su labor dentro del sector correspondiente. -Las maquinarias de trabajo deberán usar silenciadores para apaciguar el ruido, además de contar con su mantenimiento respectivo. -Informar a los trabajadores mediante charlas de inducción de 5 minutos sobre la importancia de valorar los recursos naturales (fauna, etc.) y el medio ambiente.

12.1.11 MEDIDAS DE COMUNICACIÓN SOCIAL.

Se considera de vital importancia suministrar oportunamente a la población del área de estudio (población beneficiaria por el Proyecto) la información necesaria sobre el impacto de la implementación del Proyecto cause algún malestar en relación con las condiciones de vida de la comunidad.

Se deberá de comunicar los fines de la realización del proyecto, sus trastornos e incomodidades durante la ejecución y los beneficios que se persigue.

12.1.12 PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL.

12.1.13 OBJETIVO GENERAL.

Vigilar la calidad del aire y los niveles de emisión de ruido ambiental en el ámbito del área de influencia del Proyecto, a fin de generar información confiable, comparable y representativa, así como evaluar el cumplimiento del Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental de Aire y los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.

12.1.14 OBJETIVO ESPECÍFICO.

- Identificar y analizar el grado en que las actividades realizadas y los resultados obtenidos por el proyecto concuerdan con lo planificado.
- Elaborar informes periódicos sobre la situación ambiental del proyecto.

A. Monitoreo ambiental en la Etapa de Construcción

A.1 Monitoreo de la Calidad del Aire

De acuerdo a las dimensiones del proyecto, éste queda definido como de escala local para la realización de Monitoreos Ambientales, por lo que se usarán las especificaciones para este tipo de escala señaladas por el Protocolo de Monitoreo y Calidad de Aire de DIGESA (Decreto Supremo N° 009-2003-SA) y el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad del Aire o ECA Aire (Decreto Supremo N° 074-2001-PCM).

En lo que respecta al protocolo, este se encuentra diseñado para proporcionar a los operadores del monitoreo de la calidad del aire los principios básicos para la operación de una red de monitoreo de la calidad del aire en exteriores, para centros poblados en sus diferentes etapas, así como la gestión de los datos.

a. Parámetros a Monitorear

De acuerdo con las actividades a realizarse en la etapa de construcción (que incluyen fundamentalmente actividades generadoras de polvo como son la excavación de zanjas, la remoción y nivelación de tierras y gases emitidos por los equipos mecánicos) se han seleccionado los siguientes parámetros a monitorear:

- PM10
- Dióxido de Nitrógeno
- Dióxido de Carbono
- Monóxido de Carbono y
- Dióxido de Azufre.

Los datos meteorológicos también deben ser medidos; y en este caso, los parámetros de relevancia son: velocidad y dirección del viento, temperatura y humedad.

La medición de los parámetros y calidad de aire se realizará, a través de un laboratorio debidamente acreditado ante INDECOPI y con amplia experiencia nacional e internacional en el tema de monitoreo ambiental cumpliendo con las exigencias establecidas en el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad del Aire.

b. Frecuencia de Muestreo

La frecuencia del monitoreo, que es el número de muestras que se tomarán en un punto determinado, de cada uno de los contaminantes, depende de los objetivos del monitoreo y de la normativa nacional que establece los periodos de evaluación (Decreto Supremo N° 074-2001-PCM). Para la aplicación del Programa de Monitoreo establecido para el Proyecto, se hará una medición mensual de los parámetros mencionados, durante 24 horas continuas mientras dure la etapa constructiva.

A.2 Monitoreo de la Calidad de Ruido Ambiental

El monitoreo de los niveles de ruido, con el fin de garantizar la salud pública, los resultados obtenidos del mismo, deben de cumplir con lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido-Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, para lo cual se debe tener en cuenta la zona de aplicación.

Imagen N° 44: Niveles de Ruido Máximos Permitidos.

Zonas de aplicación	Valores expresados en (LAeqT)	
	Horario Diurno (De 7:01 a 22:00 hrs.)	Horario Nocturno (De 22:01 a 7:00 hrs.)
Zona de protección especial (colegios, centros de salud, etc.)	50	40
Zona residencial	60	50
Zona comercial	70	60
Zona industrial	80	70

Fuente: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.

Para la ubicación de los puntos de monitoreo es necesario, primero, establecer las fuentes de emisión de ruidos, las cuales son:

Fuente Fija: Viene a estar dado por la ubicación estacionaria de productoras de concreto y otros.

Fuentes Móviles: Está dado, en su mayoría, por el incremento en la circulación de vehículos por la zona de estudio.

B. Monitoreo ambiental en la Etapa de Operación

B.1 Monitoreo de la Calidad del Agua

El monitoreo de la calidad del agua durante la fase de operación considerará los siguientes parámetros:

- Cloro residual.
- Exento de coliformes termo tolerables.

La frecuencia del monitoreo se realizará de manera trimestral a cargo de la empresa contratante (SEDAPAL - Gerencia de Servicio Comas), verificando la potabilidad del agua almacenada en los reservorios y de manera aleatoria en algunos grifos o viviendas.

12.1.15 PROGRAMA DE COSTOS AMBIENTALES.

El Programa de Capacitación y Educación Ambiental, desarrolla una serie de acciones que busca crear conciencia ambiental entre todos los pobladores y trabajadores en las distintas etapas de las Obras.

Para la aplicación del Programa, se ha establecido una metodología que a continuación se desarrolla, definida para las etapas de construcción y operación del proyecto.

Tabla N° 58: Población del Programa de Costos Ambientales.

Beneficiarios	Personal de obra (mano de obra no calificada, técnico y profesional)	Población local
Temática	Seguridad laboral	<ul style="list-style-type: none"> - Importancia del Proyecto para las poblaciones cercanas, considerando que implicará una mejora en la calidad de vida de la población a través de los beneficios de transporte, acceso a nuevos mercados, entre otros. - Concientizar a las diferentes organizaciones sociales, que deberán contribuir en la formación de los valores y hábitos de las personas y a su vez difundir conocimientos y habilidades para proteger la naturaleza. - Promover la coordinación de las comunidades con sus respectivos municipios, a fin de poder alcanzar la información sobre asuntos relacionados con el medio ambiente. - Promover el respeto de las señales de tránsito (charlas informativas y preventivas).
	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones ambientales de la zona de trabajo. - Riesgos de trabajo. - Manejo de residuos sólidos y líquidos generados. - Manejo de equipos y materiales. - Equipos de protección personal. 	
	Salud	
	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación médica general - Higiene personal. - Polvo, contacto con residuos peligrosos y ruido. 	
	Protección ambiental	
	<ul style="list-style-type: none"> - Responsabilidad personal sobre protección ambiental. - Medidas preventivas y/o correctivas. - Segregación, tratamiento y disposición de residuos y/o desechos. - Contaminación de agua, aire y suelo. 	
	Procedimientos ante emergencias	
	<ul style="list-style-type: none"> - Incendios. - Derrames de combustibles y otros elementos nocivos. - Sismos. - Derrumbes o Deslizamientos. 	
Frecuencia	Relaciones comunitarias	- Bimestral
	- Código de conducta.	
Insumos	- 01 charla general a todo el personal al inicio de las obras. - 02 charlas semanales de 30 minutos de duración a todo el personal.	- Manuales de educación ambiental.

Fuente: Propia.

A los trabajadores, principalmente al personal técnico, se les dará a conocer las normas legales aplicables, las penas y multas a los infractores, y el marco institucional encargado del cumplimiento de las normas ambientales de una manera didáctica y de fácil entendimiento.

Se dará a conocer lineamientos generales, respecto al uso de sustancias tóxicas (en especial pinturas, combustibles y aditivos) a fin de prevenir los efectos negativos sobre el personal y el ambiente.

Asimismo, se capacitará al personal sobre las medidas de precaución a tomar en cuenta, en caso de vertimientos accidentales de aguas residuales, o elementos tóxicos.

Las medidas preventivas a tener en cuenta, en caso de incendios y sismos serán: dinamizar los programas de capacitación y entrenamiento de campo para todo el personal y revisar frecuentemente la operatividad de los equipos a ser utilizados, así como, difundir su ubicación, manejo y estado de mantenimiento.

En la etapa de operación, SEDAPAL luego de evaluar la parte presupuestaria tomará una decisión enmarcada en dos escenarios alternativos:

- i)** SEDAPAL directamente brindara la capacitación al personal operario del mantenimiento de las obras proyectadas y
- ii)** SEDAPAL contratará a una empresa para que se encargue de capacitar al personal de mantenimiento de las estructuras proyectadas.

Tabla N° 59: Población Beneficiaria en Etapa de Operación.

Beneficiarios	Personal de obra - Mantenimiento	Población local
Temática	<ul style="list-style-type: none"> - Medidas de seguridad e higiene laboral en el trabajo para la prevención de accidentes (riesgos de trabajo). - Uso de equipos de protección personal. - Normas de comportamiento, respetando las buenas costumbres de los pobladores locales y sus propiedades. - Capacitación para la ejecución del Programa de Contingencias y el Programa de Prevención y/o Mitigación desarrollados en el Plan de Manejo Ambiental, como medidas y procedimientos de acción en caso de ocurrir alguna emergencia o las medidas a seguir para evitar la contaminación de los cursos de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> - Efectos negativos al ambiente por contar con vehículos en mal estado, se deberá hacer énfasis en el mantenimiento de los vehículos y sus beneficios para la salud y el entorno. - Prácticas apropiadas para el manejo de residuos sólidos a fin de concientizar y que no se arrojen desperdicios en las calles, para así evitar la proliferación de vectores. - Así mismo, se deberá incluir temas sobre la problemática y los impactos negativos sobre el mal manejo del recurso hídrico a fin de crear una conciencia de ahorro de agua.
Frecuencia	<ul style="list-style-type: none"> - 01 charla general a todo el personal al inicio de las obras. - 01 charlas semanal de 30 minutos de duración a todo el personal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cada vez que se inicie el mantenimiento de la infraestructura proyectada.
Insumos	Manuales con las reglas de salud, seguridad y ambiente.	Volantes, dípticos, anuncios radiales, entre otros.
Responsable	SEDAPAL y/o Contratista de Obra - Mantenimiento	SEDAPAL y/o Contratista de Obra-Mantenimiento

Fuente: Propia.

12.1.16 PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL.

La seguridad y salud ocupacional está en función del control de los riesgos y de los comportamientos inseguros, de manera que disminuyan los daños y los padecimientos en el lugar de trabajo (resultantes de las lesiones y enfermedades crónicas y agudas).

En la operación de un proyecto de saneamiento, estos riesgos varían en función del diámetro de las tuberías para agua potable, rehabilitación y construcción de reservorios además de los riesgos físicos y microbiológicos. La clave para prevenir o reducir al mínimo los efectos adversos asociados con el trabajo en obra y con su operación posterior es prevenir, identificar, evaluar y controlar dichos riesgos.

El principal objetivo del Plan de Salud y Seguridad Ambiental es proveer seguridad, protección y atención a los empleados que laboren en la reinstalación del Sistema de Agua Potable e instalación del Sistema de Alcantarillado.

Según el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional (D.S. N° 009-2005-TR), el responsable de la seguridad ocupacional en las obras es el empleador, quien debe definir y adoptar disposiciones para que todo trabajador de la organización esté capacitado para asumir deberes y obligaciones relativos a la seguridad y la salud (Artículo 16).

Además, en el caso de esta obra, los trabajadores deben constituir un Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo, que estará constituido de forma paritaria (Artículo 18).

La evaluación de seguridad ocupacional se dará mediante el establecimiento de un sistema de seguridad y salud que se iniciará con una evaluación o estudio de línea de base y que será evaluado de forma continua, para adoptar las medidas necesarias para eliminar y controlar los peligros asociados al trabajo (Artículos 26 y 30). Los procedimientos de la empresa, en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo, deben revisarse periódicamente a fin de obtener mayor eficacia y eficiencia en el control de los riesgos asociados al trabajo (Artículo 36).

Asimismo, la Norma Técnica N° G.050-Seguridad durante la Construcción correspondiente al Reglamento Nacional de Edificaciones, especifica las consideraciones mínimas indispensables de seguridad a tener en cuenta en las actividades de construcción civil. Asimismo, en los trabajos de montaje y desmontaje, incluido cualquier proceso de demolición, refacción o remodelación. De otro lado, la Norma Técnica N° G.050 contempla consideraciones generales en el lugar de trabajo, la misma que debe reunir las condiciones necesarias para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

Se mantendrá en buen estado y convenientemente señalizadas, las vías de acceso a todos los lugares de trabajo. El empleador programará, delimitará desde el punto de vista de la seguridad y la salud del trabajador, la zonificación del lugar de trabajo en la que se considera las siguientes áreas: i) Área administrativa, ii) Área de

servicios (SSHH, comedor y vestuarios), iii) Área de Operaciones de obra, iv) Área de preparación y habilitación de materiales y elementos prefabricados, v) Área de almacenamiento de materiales, vi) Área de parqueo de equipos, vii) Vías de circulación peatonal y de transporte de materiales, viii) Guardianía, ix) Áreas de acopio temporal de desmonte y de desperdicios.

Asimismo, se deberá programar los medios de seguridad apropiados, la distribución y la disposición de cada uno de los elementos que los componen dentro de los lugares zonificados. Se adoptarán todas las precauciones necesarias para proteger a las personas que se encuentren en la obra y sus inmediaciones, de todos los riesgos que puedan derivarse de la misma.

El ingreso y tránsito de personas ajenas a la obra deberá ser utilizando el equipo de protección personal necesario, y será reglamentado por el responsable de Seguridad de la Obra. Se debe prever medidas para evitar la producción de polvo en la zona de ti-abajo, con la aplicación de paliativos de polvos y en caso de no ser posible utilizando equipo de protección personal y protecciones colectivas.

Para que el Plan de Salud y Seguridad Ambiental sea eficiente es necesario que el empleador imparta a los trabajadores capacitación y entrenamiento en seguridad y salud, al momento de su contratación y durante el desempeño de su labor (Artículo 43). Como se indicó anteriormente, el cumplimiento del Plan de Seguridad y Salud Ocupacional estará a cargo del Supervisor de Salud y Seguridad Ocupacional como indica el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional, D.S. N° 009-2005-TR (artículo 20), las funciones del Supervisor de Seguridad y Salud en el Trabajo son:

- a) Hacer cumplir el presente Reglamento, las normativas sectoriales y el Reglamento Interno de Seguridad y Salud de la empresa.
- b) Aprobar el Programa Anual de Seguridad y Salud.
- c) Realizar inspecciones periódicas a las instalaciones.
- d) Aprobar el Reglamento Interno de Seguridad y Salud.
- e) Reunirse mensualmente en forma ordinaria para analizar y evaluar el avance de los objetivos establecidos en el programa anual, y en forma extraordinaria para analizar los accidentes graves o cuando las circunstancias lo exijan.
- f) Analizar las causas y las estadísticas de los incidentes, accidentes y de las enfermedades ocupacionales emitiendo las recomendaciones respectivas.

12.1.17 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.

A. Riesgos físicos

Los espacios cerrados, la puesta en marcha inadvertida de máquinas o partes de ellas y los resbalones y caídas, entrañan riesgos físicos. Las consecuencias de un

riesgo físico pueden a menudo ser inmediatas, irreversibles y graves, o incluso mortales.

Los riesgos físicos varían en función del recorrido de las redes de agua potable y de las condiciones de trabajo en cada uno de los reservorios a rehabilitar, si el trabajador se encuentra dentro de una zanja que está siendo excavada y si se ponen en funcionamiento involuntariamente los equipos de excavación, mientras un trabajador realiza tareas de instalación, reparación o mantenimiento. Las superficies húmedas, frecuentes en tales lugares, contribuyen al riesgo de resbalones y caídas.

B. Fallas humanas

Los accidentes de trabajo pueden tener dos orígenes:

1. Por condiciones inseguras de trabajo.
2. Por negligencia del propio trabajador.

Generalmente, las principales condiciones inseguras de trabajo se presentan por:

- Manipular herramientas, o recojo de desechos con la mano por no contar con los elementos necesarios, como guantes apropiados, los que puede ocasionar cortes en las manos.
- Manipulación inadecuada de sedimentos en el momento de limpieza de las unidades, lo que puede producir desgastes excesivos del trabajador, o desgarramientos por levantamiento excesivo de peso.
- Jornada de trabajo excesivamente larga, causando la fatiga de los trabajadores.
- Carencia de uniformes adecuados y equipos individuales de protección.

Entre los actos de negligencia más comunes, del propio trabajador, son:

- No usar el equipo individual de protección.
- Ingerir bebidas alcohólicas durante la jornada de trabajo.
- Forma indebida de levantamiento de recipientes u objetos pesados.
- Forma indebida de manipulación de herramientas.
- No prestar atención al tráfico vehicular.

Por lo tanto, se deben identificar cuidadosamente todas las condiciones inseguras y las causas más comunes de accidentes de trabajo y riesgos a que esté expuesto el trabajador para darle la solución más adecuada.

12.1.18 MEDIDAS DE PREVENCIÓN.

A. Prevención de riesgos físicos

- Debe dotarse a los trabajadores de elementos de protección como: cascos, guantes botas con puntas de acero, lentes para protección de polvos, orejeras, chalecos reflectores y mascarillas. Facilitar a los trabajadores de la protección necesaria contra las caídas, así como formación adecuada en materia de seguridad.

- Debe definirse un programa rutinario de labores de inspección, mantenimiento y reparación, estableciendo una serie de actividades diarias, mensuales y anuales, así como las acciones por tomar en caso de posibles fallas o colapsos de tuberías del sistema de abastecimiento de agua potable.

B. Prevención de fallas humanas.

A continuación, se dan las siguientes recomendaciones para tratar de minimizar los problemas anteriormente descritos:

b.1 Equipo de Protección Personal y Obligaciones

Todo el personal en obra deberá usar en todo momento las prendas de protección personal siguientes:

- Casco de seguridad
 - Calzado de seguridad
 - Overol, camiseta o chaleco con el logotipo de la empresa.
- Para trabajos que así lo requieran, se usará:
 - Anteojos o lentes de seguridad
 - Guantes protectores adecuados
 - Protección auditiva (tapones u orejeras)
 - Protección nasal contra el polvo, vapores o gases
 - Botas altas de hule y punta de acero
 - Mameluco impermeable

Es obligación de cada trabajador:

- No originar situaciones de riesgo para él y/o sus compañeros.
- Cuidar y mantener en buen estado sus prendas de protección individual.
- Solicitar a su capataz la reposición inmediata de cualquier prenda de protección faltante o deteriorada.
- Reportar inmediatamente a su capataz los incidentes o accidentes de trabajo, aun cuando estos no generen lesiones.

- Contribuir al orden y limpieza de la obra, depositando los desperdicios en los cilindros destinados para tal fin, y así preservar el medio ambiente.
- Comunicar a su capataz sobre cualquier trabajo que le sea encomendado y que a su juicio conlleve peligro.
- Si a pesar de las medidas que se adopten aún no está convencido de que pueda realizar un trabajo seguro, el trabajador deberá acudir a un nivel superior de control (maestro, ingeniero de campo, ingeniero residente), en caso contrario deberá abstenerse de realizar la tarea en cuestión.
- Si observa una condición insegura en su área, avisarle al capataz para que le haga eliminar o eliminarla el mismo, si puede hacerlo sin peligro.
- Usar siempre la herramienta y el equipo adecuado, verificando su buen estado.
- Colocar las herramientas, materiales y equipos ordenados en el área de trabajo manteniendo las vías de circulación y evacuación despejadas.
- Cumplir con todos los procedimientos de trabajo seguros, directivas, estándares normas de seguridad y de conducta establecidas en obras.

Queda terminantemente prohibido:

- Circular o descansar en áreas no autorizadas.
- Realizar necesidades fisiológicas fuera de los baños portátiles.
- Ingerir alimentos, fumar y/o dejar restos de comida en el área de trabajo.
- Participar en riñas o peleas.
- Ingresar a la obra con cámaras fotográficas o grabadoras, sin autorización.
- Retirar de obra, cualquier material, herramientas o equipos sin autorización.
- Ingresar a obra bajo efectos de alcohol o sustancias estupefacientes.
- Permanecer en obra sin autorización fuera de las horas de trabajo.

b.2 En la Actividad de Excavación

- Cercar todo el perímetro de la excavación con cinta, aun cuando se use el material de la excavación como berma. De noche, coloque material refractario cada 5 metros.
- La cinta perimetral debe colocarse a una altura no menor de 0.55 metros ni mayor de 0.70 metros respecto del piso.
- No acopie material proveniente de la excavación inmediatamente en el borde de la misma (cresta). El acopio debe quedar mínimo a 0.60 metros de la cresta a fin de evitar derrumbes. En caso de suelos arenoso o muy deleznable, la distancia de acopio será mayor a la profundidad de excavación, respetándose siempre el mínimo antedicho.

- Coloque a lo largo de la zanja una tabla de 1" x 6", afianzada con estaciones de madera para retener el material acopiado.
- Amarrar herramientas, equipos y materiales para evitar su caída.
- Efectuar toda movilización vertical de objetos con soga.

b.3 En la Circulación del Personal

- En excavaciones y zanjas de profundidad mayor a 1.20 m se usarán escaleras, rampas, escalinatas u otro sistema que garantice un fácil y seguro ingreso y salida del personal de las labores.
- Si se usan escaleras, éstas deberán sobresalir de la superficie del terreno por lo menos 1.00 m y serán afianzadas para evitar su deslizamiento. Estas escaleras no deberán estar alejadas más de 25 m entre sí.
- Si el ancho de zanja a nivel del suelo se encuentra entre 0.70 y 1.20 m, se deberán colocar pasarelas sólidas de por lo menos 0.90 m de ancho.
- Las pasarelas no se distanciarán más de 20 m entre sí, a fin de evitar que el personal salte sobre las zanjas.

b.4 De la Circulación de Vehículos y Equipos en el Área de Trabajo.

- El tránsito de vehículos de cualquier magnitud se hará a una distancia horizontal mínima del borde de la excavación igual a 1.5 veces la profundidad de la excavación.
- Si alguna maquinaria pesada (palas, retroexcavadoras, camiones, grupos electrógenos, etc.) se necesita instalar temporalmente cerca del borde de una excavación, lo hará a una distancia no menor a 1.5 veces la profundidad de la excavación.
- Los sectores adyacentes de equipos móviles, estacionarios o semi estacionarios deberán ser señalizados y además cercados, colocando cintas o bermas de una altura mínima de 1.00 m para limitar la distancia de los equipos hacia la excavación o zanja.
- Se ubicarán vigías para advertir el movimiento de vehículos, especialmente en los accesos a las excavaciones.
- Todo el personal involucrado en trabajos de excavación cercanos a tráfico vehicular usará chalecos refractantes.

b.5 Para operadores de equipos móviles

- Los operadores están en la obligación de chequear los vehículos diariamente, llenando para ello un formato de pre uso del equipo.

- El formulario de pre uso incorporará aspectos como: frenos, dirección, alarmas de retroceso, equipos de emergencia, neumáticos, luces, caja de cambio, accesorios entre los más importantes.

b.6 Para Manejo de Residuos Sólidos

- Los residuos sólidos orgánicos deben ser dispuestos en los rellenos sanitarios registrados en la DIGESA y autorizados por la Municipalidad correspondiente.
- Los residuos sólidos inorgánicos segregados con fines de comercialización deberán manejados por una empresa comercializadora de residuos sólidos (EC-RS) registrada en la DIGESA y autorizada por la Municipalidad correspondiente.
- El material sobrante y desmote, deberá ser trasladado y dispuesto en un relleno sanitario autorizado por la Municipalidad correspondiente o en algún otro lugar en que sea requerido, siempre y cuando este material sea un desmote limpio.

b.7 Para Reducir la Generación de Ruidos

- Lubrique las piezas ruidosas de las máquinas y equipos.
- Cerciórese que la máquina esté debidamente montada.
- Asegúrese que la máquina esté balanceada.
- Reemplace las piezas gastadas.

En los anexos se muestra la matriz de Leopold en la cual se evalúan los diversos aspectos que conllevaría la ejecución de este proyecto.

XIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

13.1.1 CONCLUSIONES

SISTEMA DE AGUA POTABLE

- Se amplió la red de distribución para el periodo de diseño, obteniéndose diámetros de 4" y 6".
- Se verificó la presión mínima en todos los tramos de la red de distribución, siendo estas mayores a la mínima determinada por el reglamento nacional de edificaciones (RNE OS.050 – Redes de Distribución de Agua para Consumo Humano).
- Para la línea de impulsión se obtuvo un diámetro comercial de 8" de material PVC siendo este igual al que presenta en la actualidad.
- Se obtuvo una potencia de 22 HP y una potencia instalada de 24 HP para la estación de bombeo, siendo esta potencia igual a la que presenta en la actualidad (24 HP).

SISTEMA DE ALCANTARILLADO

- Se amplió la red de alcantarillado para el periodo de diseño, obteniéndose diámetros de 8", 10" y 12".
- Se verificó la tensión tractiva en todos los tramos de la red de alcantarillado, siendo estas mayores a la mínima determinada por el reglamento nacional de edificaciones (RNE OS.070 – Redes de Aguas Residuales).
- En todos los tramos se trabajó con valores de pendiente entre el rango de 3 0/00 y 10 0/00.
- Se diseñó la línea de impulsión obteniendo un diámetro comercial de 8" de material PVC°.
- Se obtuvieron profundidades de buzones entre el rango de 1.20 m y 5.60 m.
- Se obtuvo una potencia de 2 HP y una potencia instalada de 2.5 HP siendo esta potencia menor a la que presentan en la actualidad (10 HP).

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

- Se optó por diseñar lagunas facultativas por ser idóneas no solo por su costo relativamente bajo sino también por las características de la zona y por contar con disponibilidad de terreno.
- Se diseñaron 2 lagunas facultativas con dimensiones de 40 m x 150 m con tirantes de agua de 1.70 m y 1.50 m, la primera y segunda, respectivamente.

- Se obtuvo una carga superficial de diseño de 263 kgDBO/hab/día.
- El área necesaria para la implementación de estas lagunas será de 1.20 ha en total.
- El efluente servirá como agua para riego de vegetación de tallo alto, de acuerdo a los límites establecidos en los reglamentos nacionales.

13.1.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar este tipo de investigación con otro sistema de diseño en alcantarillado, como por ejemplo el “Diseño de Alcantarillado por Vacío” como alternativa para el diseño tradicional por gravedad.
- Se recomienda realizar investigaciones similares comparando el reglamento nacional con reglamentos extranjeros, como por ejemplo, compararlo con el reglamento de Nicaragua o de Brasil, entre otros.
- Se recomienda realizar investigaciones similares para distintas características de zona, población, etc.; dentro del territorio nacional, con el fin de establecer parámetros nacionales y no adaptar reglamentos extranjeros al nuestro.
- Se recomienda contrastar lo diseñado en gabinete con lo realmente ejecutado en obra.

XIV. ANEXOS

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN N° 01: ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE PUERTO ETEN.....	9
IMAGEN N° 02: ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL DISTRITO DE PUERTO ETEN.....	10
IMAGEN N° 03: UBICACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE EN EL MAPA DEL PERÚ.....	12
IMAGEN N° 04: UBICACIÓN DEL DISTRITO DE PUERTO ETEN EN LA CIUDAD DE CHICLAYO.	13
IMAGEN N° 05: MAPA DE UBICACIÓN DE LA LOCALIDAD BENEFICIARIA.....	13
IMAGEN N° 06: ÍNDICE DE MORBILIDAD GENERAL DE PUERTO ETEN, 2012.....	18
IMAGEN N° 07: ÍNDICE DE MORBILIDAD GENERAL DE PUERTO ETEN, 2013.....	18
IMAGEN N° 08: ÍNDICE DE MORBILIDAD GENERAL DE PUERTO ETEN, 2014.....	19
IMAGEN N° 09: ÍNDICE DE MORBILIDAD GENERAL DE PUERTO ETEN, 2015.....	19
IMAGEN N° 10: VIVIENDAS Y RESTAURANTE DEL DISTRITO DE PUERTO ETEN.	20
IMAGEN N° 11: JOSÉ ANTONIO GARCÍA Y GARCÍA.....	21
IMAGEN N° 12: EVALUACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO.....	23
IMAGEN N° 13: TOMA DE MUESTRA DE AGUA.....	23
IMAGEN N° 14: TANQUE ELEVADO Y CASETA DE BOMBEO.....	26
IMAGEN N° 15: OPERADOR ENCARGADO DE LA CLORIFICACIÓN.....	29
IMAGEN N° 16: TANQUE ELEVADO.....	30
IMAGEN N° 17: VISTA DEL EFLUENTE DE AGUAS RESIDUALES.....	32
IMAGEN N° 18: CASETA DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES.....	33
IMAGEN N° 19: VISTA INTERIOR DE LA CASETA DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES.....	35
IMAGEN N° 20: GRÁFICA DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO.....	60
IMAGEN N° 21: GRÁFICA DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO.....	61
IMAGEN N° 22: CARTA DE PLASTICIDAD.....	65
IMAGEN N° 23: INTERVALO DE ASENTAMIENTOS DE PLACAS BAJO CARGA ÚLTIMA.....	66
IMAGEN N° 24: INTERVALOS DE TIPOS DE FALLA SEGÚN PESO ESPECÍFICO.....	67
IMAGEN N° 25: FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI.....	68
IMAGEN N° 26: FACTORES MODIFICADOS DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI.....	69
IMAGEN N° 27: ÁREAS DE INFLUENCIA.....	83
IMAGEN N° 28: SECCIÓN HIDRÁULICA DE LA TUBERÍA.....	90
IMAGEN N° 29: DESCRIPCIÓN GRAFICA DE LA TENSIÓN TRACTIVA EN UN COLECTOR CIRCULAR.....	95
IMAGEN N° 30: DIMENSIONES DE BUZÓN TÍPICO.....	104
IMAGEN N° 31: PRESIÓN EN TAPA DE BUZÓN.....	104
IMAGEN N° 32: ESFUERZOS ACTUANTES EN EL BUZÓN.....	106

IMAGEN N° 33: ANÁLISIS DE PRESIONES EN EL BUZÓN	106
IMAGEN N° 34: ESTADO DE PRESIONES.....	108
IMAGEN N° 35: VISTA EN PLANTA DE LOSA SUPERIOR (TÍPICA).....	111
IMAGEN N° 36: MONTAJE DE TUBOS CON ANILLOS DE CAUCHO.....	135
IMAGEN N° 37: CLASIFICACIÓN DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS CONTENIDAS EN UN AGUA RESIDUAL, SEGÚN SU DIÁMETRO.....	184
IMAGEN N° 38: ESQUEMA DEL TANQUE IMHOFF.....	191
IMAGEN N° 39: ESQUEMA DEL PROCESO DE LODOS ACTIVADOS.....	192
IMAGEN N° 40: SISTEMA UASB.....	193
IMAGEN N° 41: TECNOLOGÍAS EN TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES I.....	201
IMAGEN N° 42: TECNOLOGÍAS EN TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES II.....	202
IMAGEN N° 43: TECNOLOGÍAS EN TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES III.....	202
IMAGEN N° 44: NIVELES DE RUIDO MÁXIMOS PERMITIDOS.....	215

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 01: ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS.	8
TABLA N° 02: CARACTERÍSTICAS DE LAS LÍNEAS DE IMPULSIÓN DE AGUA POTABLE DE PUERTO ETEN – 2006.	17
TABLA N° 03: RÉGIMEN DE OPERACIONES DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO DE CIUDAD ETEN PARA PUERTO ETEN.	17
TABLA N° 04: CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DE POZO N° 01 DE CIUDAD ETEN.	21
TABLA N° 05: PRODUCCIÓN DE AGUA DEL POZO N° 01 PARA LA LOCALIDAD DE PUERTO ETEN	22
TABLA N° 06: CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR DEL EQUIPO DE BOMBEO EN EL POZO N° 01.	24
TABLA N° 07: CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA DEL EQUIPO DE BOMBEO EN EL POZO N° 01.	24
TABLA N° 08: CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR ESTACIONARIO.	25
TABLA N° 09: COEFICIENTES DE HAZEN & WILLIAMS POR TIPO DE MATERIAL DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN.	27
TABLA N° 10: COMPOSICIÓN DE LÍNEA DE IMPULSIÓN DE ACUERDO AL MATERIAL DE LA TUBERÍA.	27
TABLA N° 11: TUBERÍA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE SEGÚN DIÁMETRO Y MATERIAL.	30
TABLA N° 12: ACCESORIOS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.	31
TABLA N° 13: CLASIFICACIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE AL AÑO 2003.	31
TABLA N° 14: CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES DEL EQUIPO DE BOMBEO EN LA CÁMARA DE BOMBEO DE DESAGÜES.	34
TABLA N° 15: CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS DEL EQUIPO DE BOMBEO EN EL POZO.	34
TABLA N° 16: TUBERÍA EN LA RED DE RECOLECCIÓN DE DESAGÜE SEGÚN DIÁMETRO Y MATERIAL.	36
TABLA N° 17: CLASIFICACIÓN DE BUZONES SEGÚN PROFUNDIDAD.	37
TABLA N° 18: CLASIFICACIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARIAS DE DESAGÜE AL AÑO 2003.	37
TABLA N° 19: HORARIO DE FUNCIONAMIENTO DE CÁMARA DE BOMBEO DE DESAGÜES DE PUERTO ETEN.	37
TABLA N° 20: INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS.	45
TABLA N° 21: HERRAMIENTAS.	45
TABLA N° 22: INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.	48
TABLA N° 23: CARACTERÍSTICAS DE LAS CALICATAS.	53
TABLA N° 24: ENSAYOS DE REALIZADOS.	54
TABLA N° 25: TIPO DE SUELO SEGÚN EL ÍNDICE DE PLASTICIDAD.	57
TABLA N° 26: ESPONJAMIENTO SEGÚN EL ÍNDICE DE PLASTICIDAD.	57
TABLA N° 27: COHESIVIDAD SEGÚN EL ÍNDICE DE PLASTICIDAD SEGÚN TERZAGHI.	57
TABLA N° 28: SUELOS SUSCEPTIBLES A CAMBIOS DE VOLUMEN SEGÚN HOLTZ Y GIBBS.	58

TABLA N° 29: CLASES DE SUELOS SEGÚN SU PORCENTAJE DE SAL	59
TABLA N° 30: POBLACIÓN ESTIMADA AL 2007.....	75
TABLA N° 31: CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS SEGÚN EL MATERIAL.....	81
TABLA N° 32: PRESIÓN DE TRABAJO POR CLASE DE TUBERÍA.....	81
TABLA N° 33: VALORES DEL COEFICIENTE DE MANNING.....	92
TABLA N° 34: PENDIENTES MÍNIMAS Y MÁXIMAS.	97
TABLA N° 35: PROFUNDIDADES POR DIÁMETROS.....	101
TABLA N° 36: DISTANCIA MÁXIMA ENTRE CÁMARAS DE INSPECCIÓN.	102
TABLA N° 37: DISTANCIA ENTRE BUZONES.....	103
TABLA N° 38: ALTURA EQUIVALENTE DE SOBRECARGA.....	105
TABLA N° 39: COEFICIENTE DE EMPUJE ACTIVO.	108
TABLA N° 40: EMPUJE LATERAL.....	109
TABLA N° 41: PRESIÓN POR SOBRECARGA.....	109
TABLA N° 42: PRESIÓN EN LA PARED DEL BUZÓN.	109
TABLA N° 43: PRESIÓN ACTUANTE.....	110
TABLA N° 44: ANCHO DE ZANJA.	120
TABLA N° 45: VOLÚMENES DE ACUERDO A LAS DIMENSIONES DE ZANJAS.	122
TABLA N° 46: VALOR APROXIMADO DE EMPUJE EN ACCESORIOS EN UNA LÍNEA DE TUBOS PVC POR CADA KG/CM ² DE PRESIÓN HIDRÁULICA.....	126
TABLA N° 47: VALORES DE RESISTENCIA ADMISIBLE DE DIVERSOS TIPOS DE TERRENO.	127
TABLA N° 48: LONGITUD DE CHAFLÁN.....	135
TABLA N° 49: FLECHA MÁXIMA ADMISIBLE A 20° C PARA TUBOS DE 6ML.	137
TABLA N° 50: NORMAS PARA VÁLVULAS DE COMPUERTA.....	140
TABLA N° 51: DIMENSIONES DE VÁLVULAS.	140
TABLA N° 52: PÉRDIDA MÁXIMA DE AGUA EN LITROS POR HORA PARA CIEN UNIONES PARA TUBERÍA DE PVC – U.	145
TABLA N° 53: CLASE Y DESCRIPCIÓN DE SUELOS.....	161
TABLA N° 54: RELACIÓN ENTRE ALGUNOS CONSTITUYENTES INORGÁNICOS Y EL AGUA RESIDUAL.	185
TABLA N° 55: COMPOSICIÓN TÍPICA DEL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA.	188
TABLA N° 56: MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y/O CONTROL AMBIENTAL ANTES DE LA EJECUCIÓN.	212
TABLA N° 57: MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y/O CONTROL AMBIENTAL DURANTE LA EJECUCIÓN.	213
TABLA N° 58: POBLACIÓN DEL PROGRAMA DE COSTOS AMBIENTALES.....	217
TABLA N° 59: POBLACIÓN BENEFICIARIA EN ETAPA DE OPERACIÓN.....	219

XV. BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Rodríguez Serquem, William. Libro Mecánica de Suelos. 2017.
- 2.- Márquez, José. Manual Mecánica de Suelos e Ingeniería. 2012.
- 3.- Braja Medina, Carlos. Libro Principios Ing. de Cimentaciones. 2005.
- 4.- Rodríguez Serquén, Arturo. Libro de Puentes. 2007.
- 5.- Díaz Fernández, Mario. Ecuaciones y Cálculos para el Tratamiento de Aguas Residuales. 2012.
- 6.- Russell, David L. Tratamiento de Aguas Residuales: un enfoque práctico. 2012.
- 7.- Vierendel. Abastecimiento de Agua y Alcantarillado. 1997.
- 8.- Sette Ramalho, Rubens, Tratamiento de Aguas Residuales. 2003.