



**UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PREFACTIBILIDAD EN LA ELABORACIÓN DE UN COMBUSTIBLE
ALTERNATIVO A PARTIR DE RESIDUOS SÓLIDOS**

RODRIGO DEL RÍO ÁLVAREZ

PROFESOR GUÍA: MIGUEL ÁNGEL GONZÁLEZ LORENZO

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**SANTIAGO – CHILE
DICIEMBRE 2017**



**UNIVERSIDAD
ANDRÉS BELLO**
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ESPECIALIDAD

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD Y PROPIEDAD

Yo, **Rodrigo Del Río Álvarez**, declaro que este documento no incorpora material de otros autores sin identificar debidamente la fuente.

Santiago, 07 DICIEMBRE de 2017

Firma del alumno

AGRADECIMIENTOS

*A mis padres, por su constancia en incentivar me a seguir adelante,
A mis hijos por sus palabras de apoyo llenas de ternura e inocencia
A mi pareja, por su comprensión
Incondicional y creer en mí.*

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.	1
I.1. Importancia de realizar el proyecto de elaboración de un combustible alternativo a partir de residuos sólidos.	4
I.2. Breve discusión bibliográfica	6
I.2.1. Reflexión del autor.	10
I.3. Contribución del trabajo.	11
I.4. Objetivo general.	12
I.4.1. Objetivos específicos.	12
I.5. Limitaciones y alcances del proyecto.	12
I.6. Normativa y leyes asociadas al proyecto.	13
I.7. Organización y presentación de este trabajo.	14
II. ESTUDIO DE MERCADO.	15
II.1. Análisis de la oferta.	15
II.2. Análisis de la demanda.	19
II.3. Análisis estratégico.	22
II.3.1. Análisis PEST.	23
II.3.2. Análisis de las cinco fuerzas de Porter.	26
II.4. Plan de marketing.	29
II.4.1. Marketing mix.	29
II.5. Estrategia de negocios.	35
III. ESTUDIO TÉCNICO.	37
III.1. Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto.	37
III.2. Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto.	41
III.3. Identificación y descripción del proceso.	43
III.4. Determinación de la organización humana y jurídica del proyecto.	46
III.5. Análisis de la disponibilidad y el costo de los suministros e insumos.	49

IV. ESTUDIO ECONÓMICO.....	54
IV.1. Inversión inicial.	54
IV.2. Depreciación.	55
IV.3. Gastos operacionales.....	57
IV.4. Costo Variable.	58
IV.5. Ingresos estimados.....	59
IV.6. Capital de trabajo	60
IV.7. Evaluación económica.	61
IV.7.1. Tasa de descuento o interés exigido (método CAPM).	61
IV.7.2. Flujo de caja.....	64
IV.8. Análisis de Sensibilidad.....	66
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES GENERALES.	68
V.1. Discusión de resultados.....	68
V.2. Conclusiones generales.....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
ANEXOS	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II-1 Recepción de residuos Bravo Energy.	18
Tabla II-2 Tabla de consumo Cemento Melón (ton/año).	19
Tabla II-3 Proyección de demanda.	21
Tabla II-4 Costos mensual de disposición Bravo Energy 2016.	32
Tabla II-5 Costo transporte a cementeras.	33
Tabla III-1 Demanda versus superficie requerida.	41
Tabla III-2 Superficie demandada por el proyecto.	42
Tabla III-3 Costos por infraestructura.	43
Tabla III-4 Tabla de descripción de cargo.	48
Tabla III-5 Tabla comparativa de trituradores.	50
Tabla III-6 Diferencia en costos de trituradores en evaluación.	51
Tabla III-7 Costo por inversión en equipos.	51
Tabla III-8 Rendimiento de acuerdo al tamizado.	52
Tabla IV-1 Inversión inicial.	55
Tabla IV-2 Nomina de bienes publicados por SII relacionados al proyecto.	56
Tabla IV-3 Depreciación de activos del proyecto.	57
Tabla IV-4 Costo operacional del equipo (Costo fijo).	58
Tabla IV-5 Resumen costos por transporte a Cemento Melón.	59
Tabla IV-6 Ingresos (ahorro).	60
Tabla IV-7 Tabla de flujo efectivo para determinar capital de trabajo	60
Tabla IV-8 Promedio tasa libre riesgo.	62
Tabla IV-9 Promedio IGPA.	63
Tabla IV-10 Flujo de caja esperado.	64
Tabla IV-11 Flujo de caja escenario pesimista demanda 40% menos del esperado.	65
Tabla IV-12 Flujo de caja escenario optimista demanda a 10% más del esperado.	65
Tabla IV-13 Resumen de escenarios pesimista, estimado y optimista.	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1 Generación de residuos industriales en Chile.	1
Figura I.2 Generación de residuos peligrosos en Chile.	2
Figura I.3 Estructura interna de un relleno sanitario.....	3
Figura II.1 Grafica de recepción de residuos Bravo Energy.....	18
Figura II.2 Consumo combustible 2015 2016 Cemento Melón.....	20
Figura II.3 Variación porcentual PIB.....	24
Figura II.4 Tasa nacional de desempleo INE periodo 2011 – 2016.....	25
Figura II.5 Cuadro 5 fuerzas de Porter.....	28
Figura II.6 Picadillo obtenido de la trituración de residuos.....	30
Figura II.7 Certificado de análisis a combustible alternativo sólido.....	31
Figura II.8 Rutas hacia las cementeras.....	34
Figura II.9 Matriz de Ansoff.....	36
Figura III.1 Ubicación Bravo Energy.....	38
Figura III.2 Plano general Bravo Energy.	39
Figura III.3 Layout de planta trituradora.....	40
Figura III.4 Vista de instalación de molino.....	44
Figura III.5 Diagrama de flujo del proceso de elaboración del combustible.	45
Figura III.6 Organigrama del área involucrada en el proyecto.	47
Figura III.7 Triturador 4 ejes.....	49
Figura III.8 Vista isométrica triturador con tornillo sinfín.	53

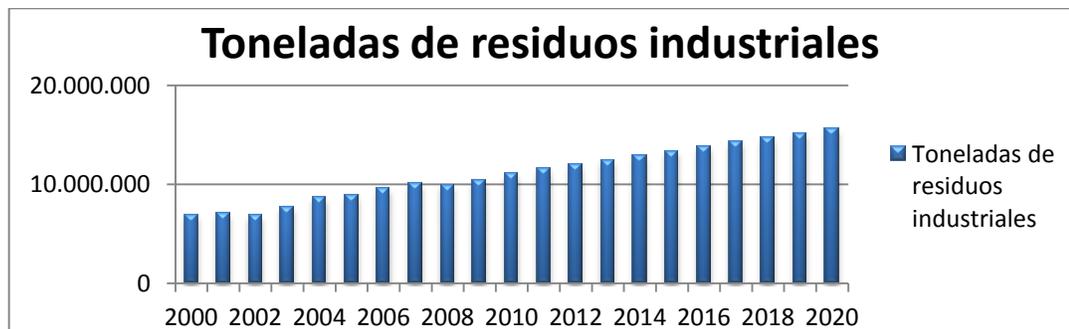
I. INTRODUCCIÓN.

Los residuos industriales no solo son un problema para quienes los generan, sino también para todos aquellos que lo rodean, sin mencionar el efecto que tienen sobre el medioambiente. Su manejo requiere de sofisticados sistemas de tratamientos que pocas empresas implementan para el manejo y/o disposición final de estos.

Chile ha experimentado un crecimiento económico durante las últimas décadas gracias a los principales procesos productivos tales como la minería, industria manufacturera, construcción, energía - agua y silvoagropecuaria, además en el sector de los servicios, destacan los servicios financieros y personales. Junto a este crecimiento viene un aumento gradual en la generación de residuos por parte de la industria, los cuales deben ser manejados de acuerdo a las normativas ambientales vigentes, las cuales cada vez están siendo más rigurosas.

De acuerdo al primer reporte del manejo de residuos sólidos en Chile, la generación de residuos industriales entre 2000 -2009, se muestra en el gráfico siguiente junto con datos estimados de acuerdo a proyección hasta 2020.

Figura I.1 Generación de residuos industriales en Chile.



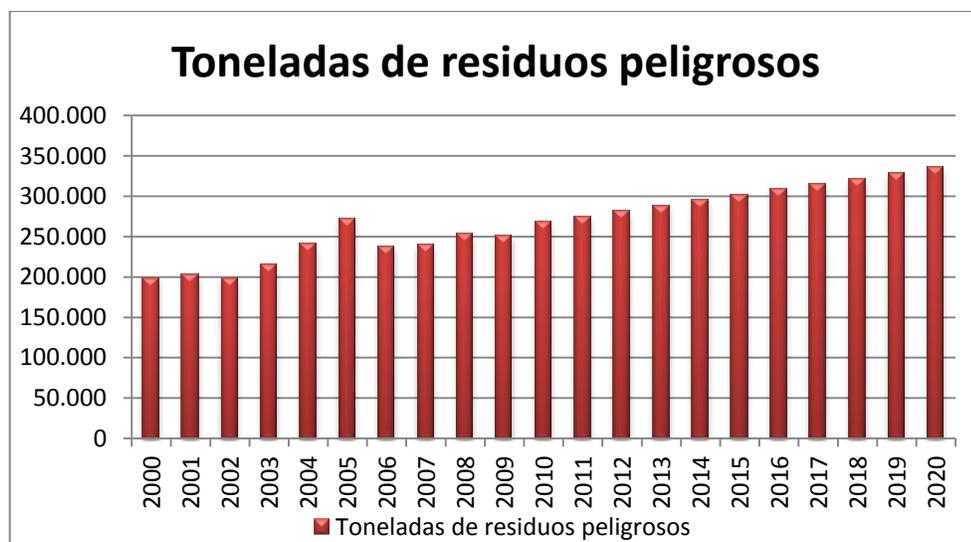
Fuente: Primer reporte del manejo de residuos sólidos en Chile, CONAMA.

El crecimiento en términos de la actividad industrial de Chile ha provocado un aumento en la generación de residuos peligrosos. Estos residuos no siempre han sido manejados de manera ambiental y sanitariamente correcta generando impactos ambientales negativos.

El promedio de generación estimada de residuos peligrosos en la década pasada fue de alrededor de 230.600 toneladas anuales, correspondiendo para el año 2009 a 249.755 toneladas que representan el 2,4% del total de los residuos industriales sólidos.

De acuerdo al primer reporte del manejo de residuos sólidos en Chile publicado del 2010, la generación estimada de residuos peligrosos entre 2000 -2009, se muestra en el gráfico siguiente junto con datos proyectados hasta 2020.

Figura I.2 Generación de residuos peligrosos en Chile.



Fuente: Primer reporte del manejo de residuos sólidos en Chile, CONAMA.

En el año 2005, se aprecia un aumento en las cifras de residuos de aproximadamente 30.000 toneladas, valores que tienen relación con la entrada en

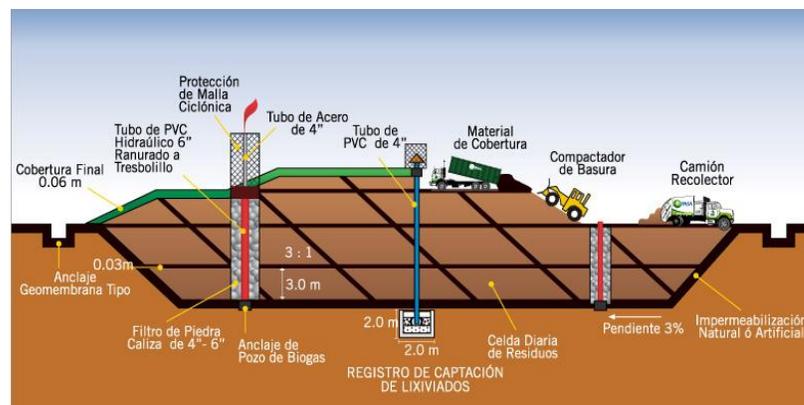
vigencia el año 2004 del D.S. 148. Sin embargo, en los años siguientes se observa cierta estabilización de la tasa de generación de residuos peligrosos en torno a las 250.000 toneladas.

En la generación estimada desde 2010 en adelante se proyecta un crecimiento de hasta 100.000 ton más que el promedio obtenido en la primera década.

El manejo inadecuado de los residuos tiene impactos presentes y futuros. A los problemas sanitarios y ambientales de hoy, se agrega la generación de pasivos ambientales y otros tipos de residuos, con altos costos de tratamiento.

El relleno sanitario es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen.

Figura I.3 Estructura interna de un relleno sanitario.



Fuente: www.ingenierosinc.com.

La política establece acciones concretas de corto plazo, con responsabilidades y fechas claras para su implementación, además de líneas de trabajo

para el mediano plazo. De esta manera, se cuenta con guías y sistemas de información para los residuos peligrosos, reglamentos para rellenos sanitarios, residuos hospitalarios y lodos, además de una norma para incineración y co-incineración de residuos, entendiendo que es fundamental completar y regularizar el marco regulatorio para todos los tipos de residuos sólidos.

I.1. Importancia de realizar el proyecto de elaboración de un combustible alternativo a partir de residuos sólidos.

Ante inminente existencia de los residuos industriales, nace inmediatamente la necesidad de eliminarlos, y de forma segura. Bravo Energy se dedica al manejo de residuos, transformándolos en energía útil mediante el desarrollo de tecnologías, generando combustibles alternativos. Se a situado en el mercado gracias a la experiencia que posee operando plantas de recuperación de residuos. Se especializa en el proceso de aceites usados y ofrece una alternativa única para su eliminación total, re-utilizándolos como un recurso energético. La empresa enfoca su atención y recursos en la recolección de aceite usado en Latinoamérica.

Con más de 20 años de experiencia Bravo Energy ha podido aplicar su conocimiento en la recuperación de energía, manejo de residuos y la protección del medio ambiente. A su vez ha implementado un sistema de recolección de residuos estratégicamente localizado en 3 países en Latinoamérica Chile, Argentina y México.

Bravo Energy ofrece un servicio integral del residuo peligroso, desde la recolección, transporte, análisis de laboratorio, almacenaje, procesos de los aceites usados con tecnología de punta, disposición final de los residuos sólidos, entregando al cliente toda la documentación que exige la ley, promueve un medio ambiente seguro y más limpio.

Los residuos peligrosos (RESPEL) que trata mayormente la empresa y con potencial de contribuir a la elaboración del CAS (Combustible Alternativo Solido) son:

- Paños, Guaipes, Aserrín contaminado con Aceites y/o Solventes.
- Ropa de seguridad.
- Envases Plásticos.
- Mangueras.
- Materias primas (polvos).
- Fármacos molidos.
- Papeles y Cartones.
- Borrás de Hidrocarburos.

Los componentes principales del combustible alternativo sólido son los paños, guaiques, ropa de trabajo, denominado residuos operacionales (50 a 60%), aserrín (20%), envases plásticos (10%), materias primas (10%), otros (10%).

En vista que el manejo de residuos sólidos va en aumento, debido al crecimiento propio de las empresas que lo generan, es que surge la posibilidad de la construcción de una planta de trituración para dar un proceso de molienda a estos residuos sólidos y generar un picadillo rico en energía calórica para la quema en hornos cementeros.

El producto generado mediante la molienda tendrá las siguientes características:

- Tamaño de la partícula de 10 a 15cm aprox.
- Densidad a granel de 373 Kg/m³.

En función de los antecedentes expuestos y de los volúmenes actuales de recepción de residuos con potencial de ser transformados en Combustible Alternativo Sólido, es que se puede ofrecer un volumen mensual desde 100 hasta 600 toneladas (ton), dispuestos en planta del cliente mediante el empleo de Camiones Tolvas de 30 m³ (2 tolvas de 15 m³ cada una).

I.2. Breve discusión bibliográfica

Carlos González Isla (02 de Agosto 2016, artículo La Tercera <http://www.latercera.com/noticia/chile-es-el-segundo-pais-que-mas-basura-envia-a-rellenos/>) Dice: “Después de Turquía, Chile es el país que más envía basura a rellenos sanitarios entre los 34 países que integran la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Le siguen en la lista México e Israel y Grecia. En el otro extremo, figuran Suiza, Alemania y Suecia, países donde los rellenos son reemplazados por incineración (con y sin producción de energía o calefacción), reciclaje y compostaje.

Así lo indica la última Evaluación de Desempeño Ambiental sobre Chile realizada por la OCDE, divulgada en julio, en la que se señala que los rellenos sanitarios en el país absorbieron más del 96% de los residuos totales recolectados en 2010-2011, mientras que sólo el 4% de la basura recuperó de alguna forma.

En los países OCDE, en promedio, sólo el 44% de la basura termina en estos lugares, el 34% se recicla y el 22% se incinera.

Chile hoy posee 38 rellenos sanitarios, donde llega la mayor parte de las casi 7 millones de toneladas de residuos domiciliarios municipales.

“Es una solución sanitaria y ambiental efectiva, pero claramente no es suficiente. Con la implementación de la Ley de Reciclaje recién promulgada, esperamos incrementar la tasa de reciclaje del país hasta un 30% en los próximos cinco años”, señala Alejandra Salas, jefa de la Oficina de Residuos y Riesgo Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente, quien recuerda que hace 20 años todos los residuos domiciliarios se eliminaban en basurales”.

Sebastián Soza, Jefe de Innovación & Sustentabilidad de M-Risk((Mayo 2016, Artículo Magazine HSEC, <http://www.emb.cl/hsec/articulo.mvc?xid=897&tip=7&xit=residuos-solidos-en-chile-y-la-responsabilidad-extendida-del-productor>) Dice: “Las cifras del segundo reporte del

estado del medio ambiente del MMA -publicado el año 2015- indican que a nivel nacional más de seis millones de toneladas de residuos sólidos municipales fueron eliminados en sitios de disposición final. En cuanto a la generación de residuos industriales, se ha experimentado un alza a nivel país, explicado principalmente por el crecimiento y expansión de las industrias de los distintos sectores. Es así como, desde el año 2009 en adelante, la generación de residuos sólidos industriales supera los 10 millones de toneladas anuales.

Si bien es un importante avance el hecho que los residuos de disposición final tengan como destino un relleno sanitario, no implica que sea una tarea sustentable en el tiempo. En la Región Metropolitana, el 99% de los residuos destinados a disposición final son depositados en rellenos sanitarios, sin embargo, el 14,41% del total de residuos recolectados son reciclados, bastante inferior al 62% de Austria y Alemania, según cifras de la Agencia Europea de Medio Ambiente. La mayor parte de los residuos que hoy son destinados a disposición final pueden ser reutilizados o integrar un proceso de valorización. En este sentido, la gestión integral de residuos es un tema contingente para el desarrollo sustentable del país, poniendo énfasis en la necesidad de reducir la cantidad de desechos en pos de la reutilización, reciclaje y valoración energética.

El mayor desafío en materia de gestión de residuos sólidos -domiciliarios e industriales- es abordar los altos niveles de generación de los mismos, de modo que la estrategia debe estar enfocada en la promoción de acciones tendientes a disminuir la generación y a potenciar la reutilización o reciclaje. Si bien existen avances a nivel país en la valoración de residuos, el tema aún se encuentra en etapas incipientes de desarrollo, de modo que se requiere un marco legal que potencie y fomente las acciones que persigan los objetivos mencionados anteriormente. Es en este contexto donde nace el Proyecto de Ley de Responsabilidad Extendida del Productor, más conocido como REP o Ley del Reciclaje”.

Marcela Romero (28 de Febrero 2017, Fuente: La Segunda, <http://www.terram.cl/2017/03/gestion-de-residuos-peligrosos-comienza-a-estar-en-el-debate/>) Dice:”El Ministerio del Medio Ambiente considera que “la gestión integral de

los residuos sólidos, que permita reducir los impactos ambientales, es una de las dimensiones que componen una gestión moderna de manejo de residuos. Por ello, el ministerio ha establecido impulsar un cambio en la mirada y en la forma de tratar el tema. Esto significa promover la prevención en la generación de residuos y, si ello no es posible, fomentar, en este orden: su Reducción, Reutilización, Reciclaje, Valorización Energética, tratamiento y disposición final de los mismos como última alternativa. Esta visión permite aprovechar al máximo los materiales que componen los residuos antes de simplemente desecharlos sin extraer su valor total”.

Como una de las líneas de acción está justamente la actualización del Reglamento de Residuos Peligrosos D.S. 148/2005 ya descrito.

Paralelamente en junio pasado entró en funcionamiento la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (REP). Para su funcionamiento se requieren reglamentos. Los tres primeros que se someterán a consulta son el Reglamento Procedimental, el Reglamento de Movimiento Transfronterizo de Residuos, y el Reglamento del Fondo para el Reciclaje.

Claudia Alarcón, directora de Asuntos Corporativos RAM-Grupo Inppamet, plantea que “nuestro país se ha caracterizado siempre por el respeto al derecho internacional y a los compromisos que ha asumido en ese ámbito. Ejemplos sobran. Y en esta materia creemos que no se puede actuar de otra forma, por lo tanto, la Ley REP, en este caso los reglamentos que están en debate, deben ceñirse estrictamente a lo comprometido en ellos, que es impedir la importación y exportación de residuos peligrosos mientras exista capacidad instalada para tratarlos en el país. En el caso de las baterías fuera de uso eso es posible hoy”.

Asegura que es materia pendiente “la fiscalización y persecución más efectiva de personas y grupos que se dedican a recolectar y procesar estos residuos sin ningún cuidado, lo que pone en riesgo la salud de las personas y el cuidado del medio ambiente que es un patrimonio invaluable que nuestro país debe cuidar”.

Jose Silva (09 de Septiembre 2017, Blog Sidrep.cl, <https://www.sidrep.cl/single-post/2017/09/09/Modificaci%C3%B3n-DS148-y-Ley-REP-Oportunidades-de-Negocio>) Dice: “Poco se ha hablado de la modificación del DS.148 Reglamento de Manejo de Residuos Peligrosos y cómo coexistirá ese reglamento junto con la Ley REP. No es menor si pensamos que de los 6 Productos Prioritarios son 4 los productos de categoría peligroso: Pilas, Baterías, Aparatos eléctricos y electrónicos, y por último Aceites lubricante.

Estas son algunas oportunidades de negocio que hemos identificado:

- **Habilitación de las Instalaciones de Transferencia y el Procedimiento de Descontaminación.**

Actualmente sólo los envases de origen agroquímicos o pesticidas tienen definido un procedimiento autorizado de limpieza basado en el triple lavado. Aquellos envases que contienen sustancias peligrosas están exentos de este procedimiento y deben ser declarados como residuos peligrosos. El problema es que es mucho volumen por ende alto costo de transporte. La modificación del DS.148 permitirá presentar a la Seremi un "Procedimiento de Descontaminación" el cual una vez aprobado y ejecutado permitirá declarar como residuos no peligrosos aquellos envases que contuvieron sustancias peligrosas.

- **2. Planes de Manejo REP.**

De acuerdo al análisis de nuestra Big data el 2016 declararon residuos peligrosos vía SIDREP 6.114 establecimientos. De los cuales 1.529 generaron más de 12 ton de residuos peligrosos y por ende requieren un Plan de Manejo de residuos peligrosos.

El nuevo reglamento situó la línea de corte para implementar un Plan de Manejo de RESPEL en 6 ton, es decir a la mitad. Por ende el mercado de generadores que requiera planes de manejo aumentará un

51.34% según nuestros registros (785 generadores adicionales que declaran entre 6 ton y 12 ton anual).

La Ley REP es la oportunidad de emprendimiento y apertura de nuevas líneas de negocio”.

Revista induambiente (edición N°147 de julio-agosto 2017 pagina 52 a 53, <http://www.induambiente.com/secciones/destacamos/de-residuos-a-subproductos>) dice: “La disposición de los residuos de cualquier actividad productiva muchas veces se convierte en un dolor de cabeza para las empresas: ¿Qué hacer con ellos? disponerlos, almacenarlos, regalarlos o cualquier otra solución implica un costo en recursos materiales y humanos, además de ambientales.

En la Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT) de la Universidad de Concepción suman años de investigación sobre la biomasa, vegetal y animal, sus características, propiedades y relaciones con otros materiales, buscando formas innovadoras y sustentables de aprovechar toda la materia prima que nos entrega la naturaleza. “Es así como hemos logrado una importante experiencia valorizando residuos, que para la UDT más que residuos son subproductos, pues son materias primas para nuevos procesos. Corteza, aserrín, viruta, guanos de aves y porcinos, paja de trigo, cenizas, lodos, conos de pino, entre otros, son todos elementos a los que hemos encontrado una nueva vida útil y mayor valor agregado”, asegura Carla Pérez, Jefa del Área Medio Ambiente y Servicios de la UDT.”

I.2.1. Reflexión del autor.

La creciente generación de residuos gracias a la industria ubica a Chile, de los países pertenecientes a la OCDE, como el segundo país que más residuos envía a rellenos sanitarios además de la entrada en vigencia de la ley 20.920 o ley REP que hace mención a la responsabilidad extendida del productor o generador la cual lo obliga a realizar el manejo de sus residuos de manera adecuada y correcta y por último, la

propuesta que se baraja en cuanto a la modificación del DS 148 (manejo de residuos peligrosos) en la cual se busca fomentar, en este orden: su Reducción, Reutilización, Reciclaje, Valorización Energética, tratamiento y disposición final de los mismos como última alternativa, convierten el sector industrial de los residuos en un ambiente propicio en la elaboración de un combustible alternativo sólido a partir de los residuos industriales sólidos, entregando re valorización energética mediante el tratamiento y posterior incineración.

I.3. Contribución del trabajo.

La generación de residuos sólidos es algo que está presente en la mayoría de los procesos productivos, por lo tanto es un mal que acompleja a las empresas que los generan. Bravo Energy está dedicada al tratamiento de residuos sólidos industriales, por lo tanto la posibilidad de crear una nueva línea de producción a partir de estos, es posible.

La gran mayoría de las empresas dedicadas al rubro del manejo de residuos industriales sólidos disponen de sus residuos en rellenos sanitarios autorizados. En este proyecto se busca disminuir la contaminación, evitando los rellenos sanitarios e ir reemplazo de los combustibles fósiles convencionales. La ventaja que tiene este proyecto, en relación al manejo actual, es que disminuye los pasivos ambientales los cuales tarda miles de años en su descomposición, para ser eliminados de forma inmediata mediante la incineración. El disminuir los pasivos ambientales otorga un beneficio, no solo visual sino a nivel de subsuelo, mejorando la calidad de la tierra y con esto, a la gente que lo rodea.

I.4. Objetivo general.

Evaluar la pre factibilidad de la elaboración de un combustible alternativo a partir de residuos sólidos, para que de esta manera se pueda aumentar la utilidad, generando un ingreso adicional o disminución de costos por disposición final de los residuos sólidos.

I.4.1. Objetivos específicos.

- Realizar un estudio de mercado.
- Realizar un estudio Legal y técnico al proyecto.
- Realizar un estudio económico y financiero al proyecto.

I.5. Limitaciones y alcances del proyecto.

El alcance del proyecto sólo considera evaluación del proyecto, quedando a criterio de la empresa la decisión de implementarla, para lo cual se realizaran los estudios y análisis correspondientes, estudio de mercado, técnico y económico financiero para determinar la viabilidad del proyecto y mediante esto entregar la información necesaria a la empresa para una buena decisión.

Las limitaciones que podría tener el proyecto hacen referencia a si el layout de las instalaciones es suficiente además de la posibilidad de no tener acceso a toda la información necesaria para realizar los estudios.

I.6. Normativa y leyes asociadas al proyecto.

Para operar en base a residuos industriales, es necesario contar con los permisos que piden la normativa ambiental vigente y el servicio de autoridad sanitaria. Para esto Bravo Energy Chile, cuenta con los siguientes permisos.

- RCA N° 006/96 CONAMA R.M en 1996.
- Resolución Sanitaria Expresa N° 004217/1998 (Autorización de funcionamiento).
- Resolución N° 95/2001 autoriza sistema de neutralización y depuración de residuos industriales líquidos.
- Permiso específico de disposición de Filtros Usados: N° 4097/2001.
- Permiso específico de disposición de Aerosoles: N° 2073/2002.
- Resolución N° 056038/2003. Destrucción de residuos farmacéuticos vía incorporación en combustible alternativo.
- Permiso específico de destrucción de Grasas Residuales: N° 6214/2004.
- Permiso específico de disposición de Plásticos Residuales: N° 17525/2005.
- Resolución N° 9909/2006. Drenaje y eliminación de electrolito agotado de baterías ácido plomo.
- Resolución exenta N° 7430/2005. Autorización funcionamiento Centro Integral de Tratamiento Ambiental, Fundo las Cruces. Cita Ecobío S.A.
- Resolución exenta N° 115/2009. Autorización de Almacenamiento temporal de Residuos Peligrosos.

De esta manera se puede operar con residuos industriales sólidos, ya que la empresa cuenta con la autorización necesaria.

I.7. Organización y presentación de este trabajo.

En los capítulos siguientes se llevara a cabo el Estudio de Mercado, en el cual se realizará un estudio de empresas que quieran optar al cambio a combustibles alternativos y en base a esto estimar una demanda, estudiar los volúmenes actuales de materia prima que se tratan en planta y evaluar si satisface la demanda, si no es así aumentar el ingreso de materias prima, captando más clientes/proveedores, ofreciendo promociones atractivas para que traten sus residuos con Bravo Energy.

Con Estudio Técnico se realizará un análisis de la superficie que ocupa el proyecto, ubicación (layout), disposición de la materia prima, mano de obra (calificada), equipos, maquinarias, capacidades de materia prima a tratar, costos de operación.

Con el Estudio Económico-Financiero se definirá la inversión a utilizar para el funcionamiento del proyecto, tales como: maquinas y equipos, instalación de infraestructura, costos de puesta en marcha y operación, costos fijos y variables, depreciaciones y por su puesto la viabilidad de este.

Finalmente analizando los estudios realizados se discutirá si el proyecto es viable y sostenible en el tiempo, para su implementación. Este capítulo contiene además glosario, anexos y referencias bibliográficas que se utilizaron para la realización del estudio de pre factibilidad.

II. ESTUDIO DE MERCADO.

Debido a que la materia prima es un residuo generado por muchas empresas, estas pueden optar y decidir con quienes manejar dichos residuos, por lo que se deberá competir con empresas que se dedican al tratamiento de residuos industriales para obtener dicha materia prima. Luego de la generación del Combustible Alternativo Solido se deberá competir con quienes abastecen actualmente de un combustible fósil convencional a los hornos cementeros o bien con combustibles de similares características. Por lo que en el presente capítulo analizará el comportamiento de las materias primas así como los consumidores del Combustible Alternativo Solido y como satisfacen esta necesidad actualmente por alguna otra empresa del mercado, la conformidad con los valores manejados, tiempos de respuesta, asesorías postventa. Mediante el estudio de mercado que a continuación se realizará se determinara si la idea es viable para su ejecución.

II.1. Análisis de la oferta.

En Chile existen múltiples empresas que se dedican al transporte de residuos sólidos ya que poseen la autorización para ello, sin embargo tienen que llevarlos a una empresa autorizada para la disposición final.

Debido a que la materia prima para el presente proyecto son todos los residuos sólidos generados por las industrias, es que todas las empresas son potenciales clientes generadores de materia prima.

En cuanto a la oferta de combustible alternativo solido, es prácticamente nula solo una empresa lo desarrolla a partir de esta misma materia prima, sin embargo no lo trata de forma adecuada disminuyendo su calidad en cuanto a poder energético como combustible.

En el mercado actual existen empresas que se dedican al manejo y disposición final de los residuos industriales como una oferta integral, entre ellos destacan:

Hidronor Chile S.A.: “Fue fundado en 1991 para entregar una solución integral a la necesidad de gestionar los residuos originados por el desarrollo y el crecimiento que el país venía experimentando en las últimas décadas.

Así, en 1997 se inaugura en Santiago, en la comuna de Pudahuel, la Planta de Tratamiento y Recuperación de residuos industriales peligrosos, una de las más modernas de Latinoamérica.

A esta primera instalación se sumó luego una Planta Industrial en Concepción, operada por su coligada Copiulemu, hoy Hidronor, que permitió dar una mayor cobertura y atender las necesidades de la industria y los municipios del sur del país.

El crecimiento económico de Antofagasta, en la II Región, incentivó a Hidronor a expandir sus horizontes e instalarse en el extremo norte del país. Esta planta permite actualmente entregar avanzadas soluciones ambientales a una zona cuya principal actividad económica es la minería.

Hoy el grupo de Empresas Hidronor está conformado por capitales nacionales y extranjeros y cuenta con más de 20 años de experiencia en el tratamiento y gestión de residuos.” Fuente <http://www.hidronor.cl/>

ECOSER S.A.: “Se conforma el año 1995 por un grupo de profesionales con vasta experiencia en residuos urbanos, que se proyectan a atender las necesidades industriales de un país en crecimiento, dando así soluciones a la generación de residuos no peligrosos y peligrosos; contando con una gran variedad de equipos y tecnología para ofrecer soluciones de minimización, recolección, transporte, valoración, reciclaje y tratamiento de residuos.” Fuente <http://www.ecoser.cl/>

REGI Servicios: “Se ha creado con el afán de entregar soluciones ambientales a la Gestión de Residuos, además de ofrecer un servicio que incorpore una

gestión eficiente y eficaz, orientada fundamentalmente al cumplimiento normativo.

Ventajas Competitivas:

- Atención de clientes con alta y baja generación de residuos.
- Cuenta con una variada flota de camiones de distintas capacidades de almacenamiento y tonelaje, y por ende busca el camión de acuerdo a la necesidad del cliente, y obviamente el costo del servicio es proporcional al tipo del camión y a la distancia a recorrer.
- No sólo realiza el transporte y disposición final, sino que además cuenta con las maquinarias (cargador frontal, retroexcavadora, excavadora) para realizar el acopió y almacenamiento en los recipientes (maxi sacos o tambores metálicos) que el cliente estime y luego la carga (grúa horquilla) en la plataforma de camiones para transportar a disposición final.” Fuente <http://www.regiservicios.cl/residuos/>.

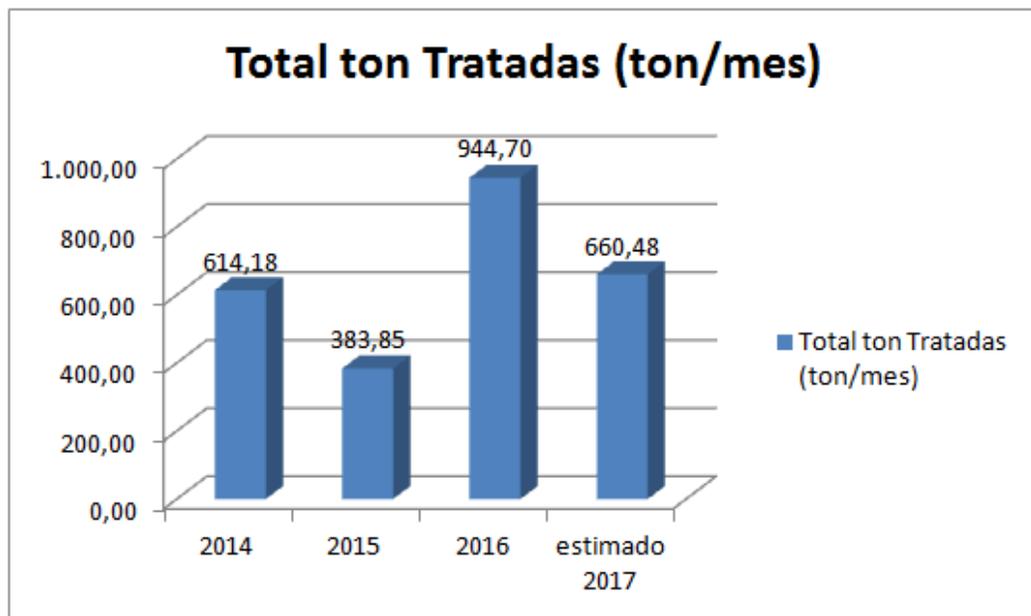
Debido a que el proyecto busca realizar un Combustible Alternativo Sólido que será sustituto de un combustible fósil convencional como el Fuel n°6 o Fuel n°5 o carbón de petróleo distribuido por Copec, Petrobras, Terpel y Shell, es que no será una amenaza para las grandes distribuidoras de combustibles además que solo puede ser usado en hornos cementeros. Cabe señalar que el proyecto contempla desarrollar un combustible a partir de residuos tratados actualmente por Bravo Energy, y la cantidad de combustible a generar está limitada por la cantidad de residuos a tratar. A continuación se detalla tabla histórica con residuos tratados por la empresa Bravo Energy.

Tabla II-1 Recepción de residuos Bravo Energy.

Disposición	Tipo de Residuo	2014 (Ton/mes)	2015 (Ton/mes)	2016 (Ton/mes)	Estimacion 2017 (Ton/mes)	Promedio (Ton/mes)
Ecobio (ton/mes)	Residuos peligrosos	562,08	325,14	826,27	464,46	544,49
Hidronor (ton/mes)	Residuos peligrosos	6,99	14,94	8,06	3,13	8,28
KDM (ton/mes)	Residuos no peligrosos	13,57	2,97	15,58	0,00	8,03
Tirsa S.A. (ton/mes)	Maderas	7,75	13,30	33,75	16,51	17,83
Exportadora PB (ton/mes)	Baterías	8,97	13,07	16,87	145,52	46,11
Comercial Hual Trading (ton/mes)	Chatarra	8,77	6,04	7,51	16,62	9,74
Sorepa (ton/mes)	Cartón	3,85	1,46	7,97	0,11	3,35
Gamplas LTDA. (ton/mes)	Plásticos	2,20	6,93	28,68	14,13	12,99
Total Stgo (ton/mes)		614,18	383,85	944,70	660,48	650,80

Fuente: Base de datos recepción y despacho Bravo Energy.

Figura II.1 Grafica de recepción de residuos Bravo Energy.



Fuente: Base de datos recepción y despacho Bravo Energy.

De acuerdo a la información descrita, la limitante en la generación del combustible alternativo sólido está dada por la cantidad de materia prima a tratar que inicialmente no podría ser mayor a 650 ton, de acuerdo al promedio registrado en la

disposición de residuos entre 2014 y el estimado de 2017, sin embargo este valor se puede aumentar fácilmente captando más clientes generadores de residuos todo esto dependiendo de la aceptación del proyecto.

II.2. Análisis de la demanda.

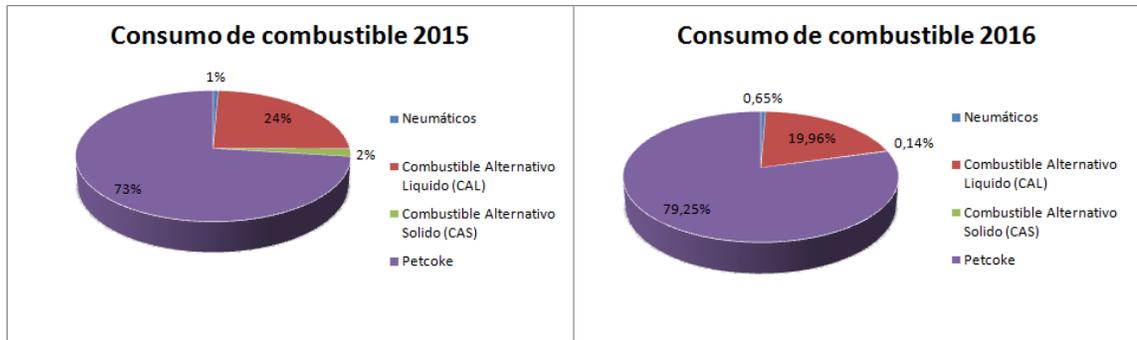
En Chile actualmente existen 3 grandes cementeras que pueden trabajar con combustibles sólidos, 2 de ellas tienen sus hornos adaptados para trabajar con dicho combustible. De acuerdo al los últimos reporte anuales 2016 de cemento Melón La Calera (con consumo activo), Cemento Bio Bio Teno (solo pruebas) y Cemento Polpaico Til Til (está en vías de adaptarse al uso de combustibles sólidos y en proceso de solicitud de permisos). De acuerdo a lo antes mencionado solo Cemento Melón la Calera es quien realiza consumo de combustible alternativo solido de manera estable y a la espera de oferta. Según el último reporte de sostenibilidad de 2016 de Cemento Melón, dentro de las iniciativas destaca el co procesamiento, que permite reemplazar hasta un 30% de combustibles fósiles por residuos industriales.

Tabla II-2 Tabla de consumo Cemento Melón (ton/año).

Combustibles utilizados en horno de clinker, en ton/año		
Tipo de combustible (ton/año)	2015	2016
Neumáticos (ton/año)	422	414
Combustible Alternativo Liquido (CAL) (ton/año)	15.205	12.673
Combustible Alternativo Solido (CAS) (ton/año)	1.190	91
Petcoke (ton/año)	45.521	50.318
Total (ton/año)	62.338	63.496
Porcentaje de consumo de combustibles alternativos	27%	21%

Fuente: Reporte de sostenibilidad Cemento Melón 2016.

Figura II.2 Consumo combustible 2015 2016 Cemento Melón.



Fuente: Reporte de sostenibilidad Cemento Melón 2016.

Se estima abastecer una parte del consumo total de cada cementera ya que la materia prima es limitada, se pretende abastecer a cementos Melón con alrededor de 100 toneladas mes y eventualmente Bio Bio con cifras similares, sin embargo la idea es entregar el Combustible Alternativo Sólido en una primera etapa a solo uno de estos clientes (Cementos Melón) debido a que se procesará en primera instancia y a modo de marcha blanca solo entre 100 a 500 ton/mes y luego en un segundo o tercer periodo a otro cliente (cemento Bio Bio, mientras perfecciona su sistema) y en una tercera etapa a Cemento Polpaico, asumiendo que ya estaría adaptado para el consumo de Combustibles alternativos Sólidos. Mientras tanto para ser una investigación aterrizada y realista se proyectara una producción basada en satisfacer la demanda de cemento Melón considerando la siguiente proyección:

Tabla II-3 Proyección de demanda.

Periodo	ton/mes	ton/año
Estimacion para 2018	200	2400
Estimacion para 2019	300	3600
Estimacion para 2020	400	4800
Estimacion para 2021	500	6000
Estimacion para 2022	600	7200

Combustibles utilizados en horno de clinker, en ton/año			Estimacion de consumo de combustible					
Tipo de combustible (ton/año)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Neumáticos (ton/año)	422	414	430	438	445	453	461	468
Combustible Alternativo Líquido (CAL) (ton/año)	15.205	12.673	14.346	14.603	14.860	14.960	14.550	13.760
Combustible Alternativo Sólido (CAS) (ton/año)	1.190	91	664	2.400	3.600	4.800	6.000	7.200
Petcoke (ton/año)	45.521	50.318	49.215	48.371	48.065	47.915	48.275	49.016
Total (ton/año)	62.338	63.496	64.654	65.812	66.970	68.128	69.286	70.444
Porcentaje de consumo de combustibles alternativos	27%	21%	24%	27%	28%	30%	30%	30%

Fuente: Reporte de sostenibilidad Cemento Melón y estimación de consumo mediante elaboración propia.

Teniendo estimada la demanda, se deberá proyectar los consumos de materia prima, los cuales son recolectados por Bravo Energy o bien a través de servicios de transporte con los debidos permisos de la autoridad sanitaria que prestan servicio a la empresa. Cabe mencionar que las materias primas a utilizar son:

- Paños, Guaipes, Aserrín contaminado con Aceites y/o Solventes.
- Ropa de seguridad.
- Envases Plásticos.
- Mangueras.
- Materias primas (polvos).
- Fármacos molidos.
- Papeles y Cartones.
- Borrás de Hidrocarburos.

Y entre los principales clientes/proveedores generadores de residuos industriales que los tratan en Bravo Energy se encuentran:

Servicios de vehículos:

- Kaufmann.
- Derco.

Mineras:

- Pelambres.
- Codelco Norte.
- Cerro Negro.
- El teniente.

Laboratorios:

- Maver.
- Andromaco.

La gran mayoría de residuos sólidos que recolecta Bravo Energy son compatibles con la elaboración de un combustible alternativo sólido (CAS), por lo tanto todo este residuo es potencial materia prima para producir CAS, de esta manera el costo de adquisición de dicha materia prima no tiene costo y al contrario, tiene un costo asociado al retiro y disposición con cargo al cliente generador.

En cuanto al abastecimiento del cliente consumidor de CAS, este sería sin costo salvo por el transporte a la planta cementera que consumirá dicho CAS.

II.3. Análisis estratégico.

Para identificar los factores del entorno general que van a afectar al desarrollo del presente proyecto se realizara un análisis al macro entorno mediante la herramienta PEST, la cual analiza al factor político, económico, social y tecnológico en el cual identificará puntos relevantes referentes a la realización del proyecto. Así como un análisis al micro entorno siguiendo el modelo de las Cinco Fuerzas de Porter.

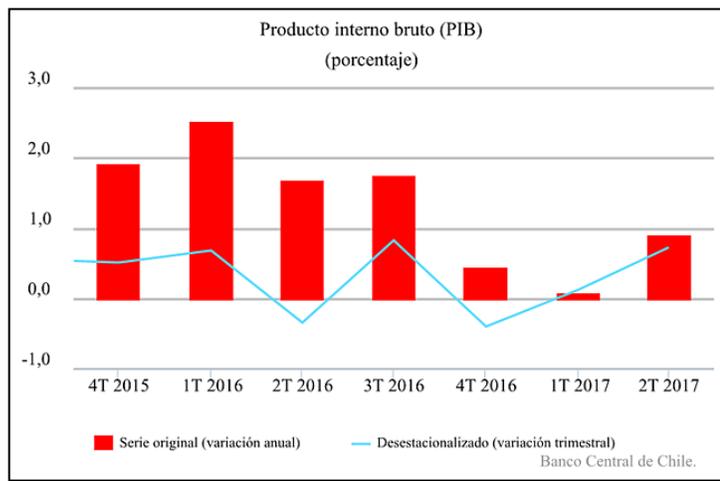
II.3.1. Análisis PEST.

Factor Político: La creación de nuevas políticas ambientales y reguladoras en cuanto a generación de residuos así como la creación del ministerio de medio ambiente y la ley 20.920 o ley REP (responsabilidad extendida de los productores) ya en vigencia, que obligan a los productores a organizar y financiar la gestión de los residuos derivados de sus productos, de esta manera tanto generadores como disponedores de residuos industriales deben manejarlos de manera amigable al medio además esta pronto a realizarse la elección de un nuevo presidente, y mediante lo cual se crea una pequeña incertidumbre en cuanto a las decisiones planteadas por cada candidato en sus programas de gobierno, y así es como cualquier elección ya sea comunal, regional o a nivel de país es causa de dicha incertidumbre.

Factor económico: la economía en Chile viene presentando una desaceleración desde años anteriores, con un crecimiento anual de 4.5% en 2013 llegando hasta un 1.6% en 2016. El inicio del presente periodo de mandato presidencial parte con un anuncio de reformas tributarias que busca aumentar los impuestos a las empresas y consumos en Chile, disminuyendo las utilidades de las empresas y encareciendo algunos bienes de consumo diario, para lo cual las empresas modifican y posponen las inversiones generando una menor producción y finalmente un menor crecimiento económico. Sin embargo la economía chilena poco a poco vuelve a la normalidad, pero aun esta resentida por las cicatrices dejadas en la falta de inversión en años anteriores, el país podrá volver a una economía con crecimiento sostenido hasta que las reformas generen cambios de raíz y se logre una acumulación de capital productivo. De acuerdo al IMACEC 2017, los indicadores económicos presentan una desaceleración desde Julio a Septiembre teniendo para Julio un 2,8% de crecimiento, agosto con un 2,4% y para el mes de septiembre fue de 1,3%, logrando un acumulado del año de un 1% al termino del último trimestre en análisis y se estima que el

crecimiento para el año 2017 cerrará en 1,5% en base a lo informado por el Banco Central de Chile.

Figura II.3 Variación porcentual PIB.



Fuente: Banco Central de Chile.

La tasa de desempleo de 6,73% del trimestre móvil Julio-Septiembre a disminuido con respecto al mismo periodo del año anterior sin embargo el resultado para el 2016 fue más bajo (6,47%) del que se lleva en los tres trimestres del presente año 2017 (6,67%) siendo este último, hasta ahora, la tasa de desempleo más alta registrada desde 2011 de acuerdo a lo informado en la base nacional de estadística del Banco Central de Chile obtenidos del INE. Por lo que el generar una nueva fuente de empleo sería positivo en el marco de la disminución en la tasa de desempleo.

Figura II.4 Tasa nacional de desempleo INE periodo 2011 – 2016.



Fuente: Base nacional de estadística del Banco Central de Chile.

Factor Social: debido al aumento de la industrialización es que también a aumentado la contaminación y con esto toda la problemática ambiental que conlleva, vale decir contaminación de los océanos, efecto invernadero, calentamiento global, muerte de flora y fauna, entre otros. Todos estos efectos ya casi irreversibles hacen que hoy exista una mayor cultura ciudadana en cuanto al cuidado del medio ambiente, lo que promueve la conciencia ambiental de cada persona por respetar al medio en el cual vive. Se han creado grupos ecologistas que tienen un propósito en común, cuidar o velar por el medio ambiente, toda esta mentalidad ecologista ha llevado a la creación del ministerio de medio ambiente y ley 20.920 o ley REP (responsabilidad extendida del productor) entre otros importantes.

Cada día las personas son mas conscientes en temas de reciclaje y eficiencia energética, adoptándolas como su manera de vivir. Y es de esta manera que se va a exigir a todo ente generador de residuos el tratamiento adecuado de estos, en son del bienestar del medio ambiente.

Factor Tecnológico: el mercado posee una variada gama de productos y equipos que ayudan en el área industrial, aumentando la eficiencia de los procesos lo que lleva de la mano una mayor productividad. El crecimiento tecnológico junto con el

acceso a toda esta tecnología es cada vez mayor, gracias a la globalización, lo que permite importar y exportar equipos con mayor facilidad, sin embargo el costo de adquisición y mantención de dicha tecnología es alta.

Como resultado del análisis Pest se puede concluir que el país se está recuperando de una economía con bajos índices de crecimiento de años anteriores pero con buenas expectativas de crecimiento y estabilidad, además de las tendencias ecologistas y políticas gubernamentales que regulan la generación y disposición de los residuos industriales, hacen de un ambiente favorables en la elaboración de un combustible alternativo de manera eficiente gracias a la tecnología existente.

II.3.2. Análisis de las cinco fuerzas de Porter.

El análisis de las 5 fuerzas de Porter, permitirá tener una visión específica de la posición del proyecto en la industria y mercado actual, para esto será necesario analizar 5 factores importantes del entorno, los cuales son:

- Amenaza de nuevos entrantes.
- Rivalidad de la industria.
- Peligro en alianza de proveedores.
- Peligro en alianza de clientes.
- Amenaza de productos sustitutos.

Amenaza de nuevos entrantes: El riesgo es bajo, la industria se encuentra en un estado de madurez es por esto que las barreras de entrada a la industria del manejo de residuos son altas, posee mucha normativa ambiental, y además se debe contar con un alto capital de inversión para terrenos, maquinas, gestiones legales, entre otros lo que hace que la posibilidad que exista competencia entrante es baja.

Rivalidad de la industria: El riesgo es alto, ya que la competencia actual también ha tenido que adaptarse a los cambios, por lo que existe una constante competencia en el manejo y disposición de los residuos industriales y con esto la

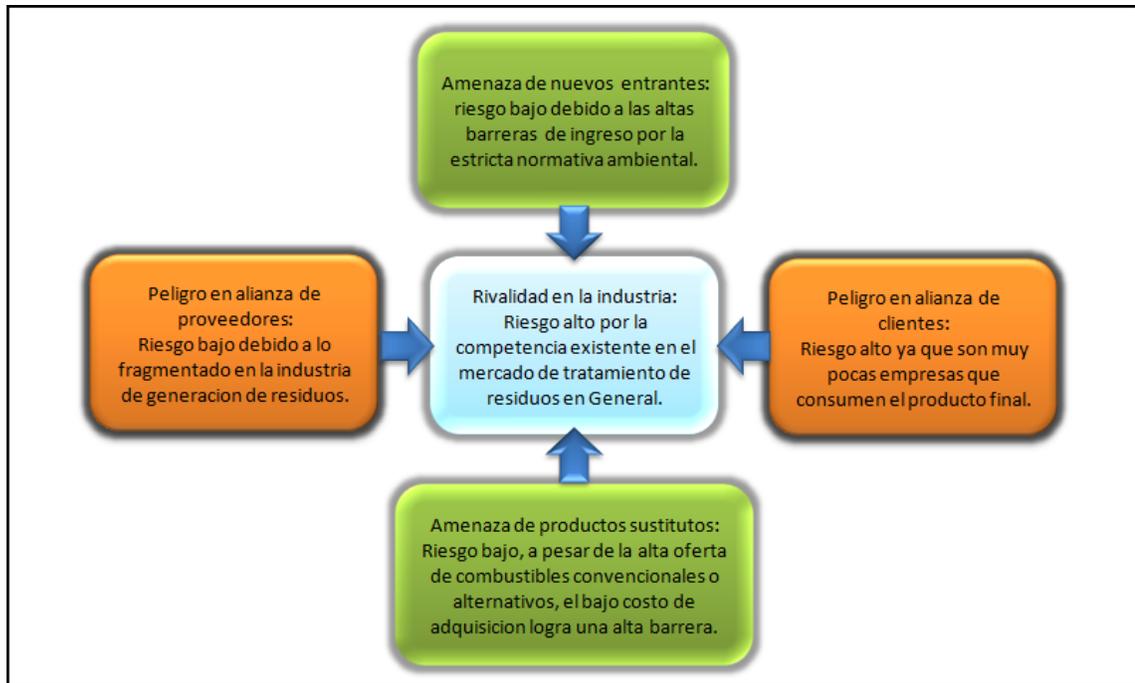
posibilidad de hacer uso de ellos como aporte energético. Existe un crecimiento de la industria del manejo de residuos industriales debido a nuevas políticas ambientales que obligas a la industria generadora a tratar sus residuos con empresas certificadas, lo que abre un abanico de posibilidades ya que la mayoría entrega un servicio integral de transporte, validación, tratamiento y disposición.

Peligro en alianza de proveedores: El riesgo es bajo, debido a que los proveedores son todas aquellas empresas generadoras de residuos industriales que tratan de alguna manera sus residuos con empresas certificadas, la posibilidad que existan alianzas entre ellos es bastante baja ya que se trata de un mercado que está muy fragmentados.

Peligro en alianza de clientes: el riesgo es alto, debido a que las empresas que consumen combustibles alternativos son pocas es que existe una alta probabilidad que generen alianzas entre ellas, con esto generar un gran poder de negociación.

Amenaza de productos sustitutos: el riesgo es bajo aun cuando la gran cantidad de competencia en la industria con productos sustitutos que satisfacen la necesidad energética ya sea con combustibles alternativos o bien con combustibles fósiles convencionales los cuales se encuentran disponibles en todo Chile y al alcance de cualquiera, los bajos costos de adquisición del CAS propuesto en la presente prefactividad hacen que las barreras de entrada para productos sustitutos sean altas.

Figura II.5 Cuadro 5 fuerzas de Porter.



Fuente: Elaboración propia.

Se puede concluir que el mercado de los residuos industriales está constituido por empresas en etapa de madurez con altas barreras de entrada, por ende, tiene una gran capacidad de negociación con los proveedores, sin embargo los clientes que pueden consumir un combustible alternativo en base a residuos sólidos son pocos, por lo que tienen alta influencia en los precios. Es por esto que para entrar en este mercado se debe ser cauto y estar alerta a los cambios, regulaciones ambientales y avances tecnológicos debido a la gran rivalidad que existe en la industria, por consiguiente, se debe enfocar en entregar un servicio de calidad con altos estándares tecnológicos de elaboración.

II.4. Plan de marketing.

II.4.1. Marketing mix.

Se desarrollará esta herramienta la cual es una disciplina que busca fidelizar y mantener a los clientes de un producto o servicio, mediante la satisfacción de sus necesidades. Se busca el análisis de los cuatro factores principales del producto denominados las “Cuatro P”: el Producto, el Precio, la Plaza y la Promoción. Combinados de diferente manera se obtienen resultados propicios en la elaboración del combustible a partir de residuos sólidos.

Producto: el producto a elaborar es un CAS (combustible alternativo sólido) el cual es una mezcla de residuos industriales sólidos que serán triturados para obtener un picadillo rico en poder energético que busca ir en reemplazo de un combustible fósil convencional satisfaciendo la necesidad energética demandada por los procesos de combustión en la elaboración del cemento, el producto será elaborado en las dependencias de la empresa Bravo Energy Chile S.A. y será distribuido mediante el empleo de Camiones Tolvas de 30 m³ (2 tolvas de 15 m³ cada una). Para determinar algunas características relevantes, se obtiene un análisis de una muestra representativa de CAS la cual fue masada y medida volumétricamente, concluyendo que el picadillo obtenido posee una densidad aproximada de 373 Kg/m³ y un tamaño de partícula de 10 cm, considerando la densidad del CAS para el transporte los camiones podrán llevar alrededor de 11.2 ton por viaje.

Figura II.6 Picadillo obtenido de la trituración de residuos.



Fuente: Archivos Bravo Energy.

Para obtener una muestra representativa del CAS se toma un picadillo de los elementos más representativos vale decir: paños contaminados, ropa de seguridad, envases plásticos, mangueras, materias primas (polvos), fármacos molidos, papeles y cartones, borras de hidrocarburo entre otros y finalmente se realiza un análisis externo. Debido a que los análisis de cromatografía a elementos sólidos para medir propiedades físico-químicas de una muestra representativa son costosos y sabiendo que los elementos con los cuales se preparará el combustible alternativo sólido no variarán es que se considera el análisis de laboratorio realizado con laboratorio PCM que se detalla a continuación:

Figura II.7 Certificado de análisis a combustible alternativo sólido.

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		CONTACTO COMERCIAL		RUT	96.726.750-3
Ciudad	Bravo Energy Chile S.A.	Contacto Comercial	Gerard Camus	RUT	96.726.750-3
Dirección	Av Las Industrias 12600, Maipú	Teléfono	02-5943310	Fax	
Comuna	Maipú	Giro	Ventas al por mayor de otros productos	e-mail	gcamus@bravoenergy.cl
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA Fecha Recepción: 10-09-2012 ID PCM: 24967 ID Cliente: Combustible Alternativo Solido Representatividad: ND		Fecha de Muestreo: ND Tipo de Muestra: Combustible Alternativo Solido Fecha Análisis: 09-10-2012 Lugar de Muestreo: ND			
RESULTADOS DEL ANÁLISIS					
Parámetro	NORMA	Como Recibido	Base Seca		
Humedad Total (%)	CEN/TS 14774	27,35			
Humedad Residual (%)	CEN/TS 14774	2,84			
Cenizas (%)	CEN/TS 14775	9,85	13,56		
Materia Volátil (%)	CEN/TS 15148	57,73	79,47		
Carbono Fijo (%)	ASTM D 3172	5,07	6,98		
Azufre (%)	ASTM D 4239	0,285	0,393		
Poder Calorífico Superior (kcal/kg)	CEN/TS 14918	4.407	6.066		
Poder Calorífico Inferior (kcal/kg)	CEN/TS 14918	4.007	5.735		
Carbono (%)	CEN/TS 15104	33,27	45,79		
Hidrógeno (%)	CEN/TS 15104	7,70	6,39		
Nitrógeno (%)	CEN/TS 15104	0,43	0,59		
Oxígeno (%)	CEN/TS 15296	48,29	33,03		
Cloro (%)	St. Methods 4500	0,179	0,246		
Mn (ppm)	CEN/TS 15297	157	216		
As (ppm)	CEN/TS 15297	52	72		
Pb (ppm)	CEN/TS 15297	1697	2336		
Cu (ppm)	CEN/TS 15297	202	278		
Cr (ppm)	CEN/TS 15297	366	504		
Cd (ppm)	CEN/TS 15297	<50	<50		
Mo (ppm)	CEN/TS 15297	<50	<50		
Hg (ppm)	CEN/TS 15297	<0,5	<0,5		
Ni (ppm)	CEN/TS 15297	<50	<50		
V (ppm)	CEN/TS 15297	<50	<50		
Co (ppm)	CEN/TS 15297	<50	<50		
Zn (ppm)	CEN/TS 15297	546	751		
Sb (ppm)	CEN/TS 15297	<50	<50		
OBSERVACIONES :					
La muestra fue preparada en PCM. El Hidrógeno y Oxígeno reportados en base "como Recibido" incluyen el contenido de éstos elementos en el agua.					

Fuente: Archivos Bravo Energy laboratorio PCM Lab.

Precio: el precio de los combustibles es fijado semanalmente por ENAP en base al valor del barril de petróleo y la variación de dólar. Sin embargo como el producto a elaborar se trata de un combustible alternativo y elaborado a partir de residuos sólidos es que no se rige por el valor que ofrece la competencia, más bien por el

costo oportunidad que involucra el procesarlo y no disponerlo en rellenos sanitarios vale decir el ahorro generado por no disponerlo. El ahorro por tonelada procesada de acuerdo a los registros de recepción y despacho y al máster de precios tabulados en la base de datos de Bravo Energy para el año 2016 fue de un promedio de 2,54 UF/ton mas el costo por transporte al respectivo destinatario y/o relleno sanitario correspondiente que promedió 0,83 UF/ton, juntos generan un ahorro promedio total de 3,37 UF/ton como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla II-4 Costos mensual de disposición Bravo Energy 2016.

valor UF 31 Diciembre 2016	\$ 26.347,98		costo disposición residuos 2016 mensual			
Disposición	Tipo de Residuo	tratamiento UF/Ton	transporte a destinatario final UF/Ton	ton/mes tratadas	Subtotal UF/mes	Subtotal CLP
Ecobio (ton/mes)	Residuos peligrosos	1,6	1,5	826,27	2.561	\$ 67.488.568
Hidronor (ton/mes)	Residuos peligrosos	3,5	0,4	8,06	31	\$ 828.325
KDM (ton/mes)	Residuos no peligrosos	2,5	0,9	15,58	53	\$ 1.395.705
Tirsa S.A. (ton/mes)	Maderas	1	0,5	33,75	51	\$ 1.333.906
Exportadora PB (ton/mes)	Baterías	4	1	16,87	84	\$ 2.222.452
Comercial Hual Trading (ton/mes)	Chatarra	3,5	0,66	7,51	31	\$ 823.427
Sorepa (ton/mes)	Cartón	1,9	0,78	7,97	21	\$ 562.782
Gamplas LTDA. (ton/mes)	Plásticos	2,3	0,9	28,68	92	\$ 2.418.449
Promedio UF/ton		2,54	0,83			
Costo mensual disposición					2.925	\$ 77.073.616
ahorro aproximado anual						\$ 924.883.388

Fuente: Máster de precios y base de datos de recepción y despacho de Bravo Energy.

Mientras que el precio de venta va a estar dado por el transporte del CAS hacia el cliente, esto quiere decir que para el cliente no tendrá costo alguno adquirirlo. El transporte mediante ramplas de 30m3 es de 11.7 UF/flete con destino a Cemento Bio Bio Teno y de 10,6 UF/flete para Cemento Melón La Calera, debido a que el CAS posee una densidad de 373 kg/m3 es que solo se podrá transportar alrededor de 11.2 ton por flete, lo que significa un costo de transporte por tonelada de 0,95 UF/ton para el caso de abastecer a Cemento Melón como muestra la siguiente Tabla:

Tabla II-5 Costo transporte a cementeras

Datos					
valor UF 31/10/17		\$ 26.634,90			
Densidad del combustible (Kg/m3)		373			
Transporte Santa Maria (TSM)					
Destino	valor por transporte (UF/flete)	volumen a transportar (m3)	recorrido (km)	maximo a transportar (ton/flete)	costo por tonelada (UF/ton)
Cemento Melón La Calera	10,60	30,00	128,00	11,19	0,95

Costo por transporte					
Destino	2018	2019	2020	2021	2022
Demanda estimada (ton/año)	2.400	3.600	4.800	6.000	7.200
Cemento Melón La Calera (CLP/año)	\$ 60.553.338	\$ 90.830.008	\$ 121.106.677	\$ 151.383.346	\$ 181.660.015

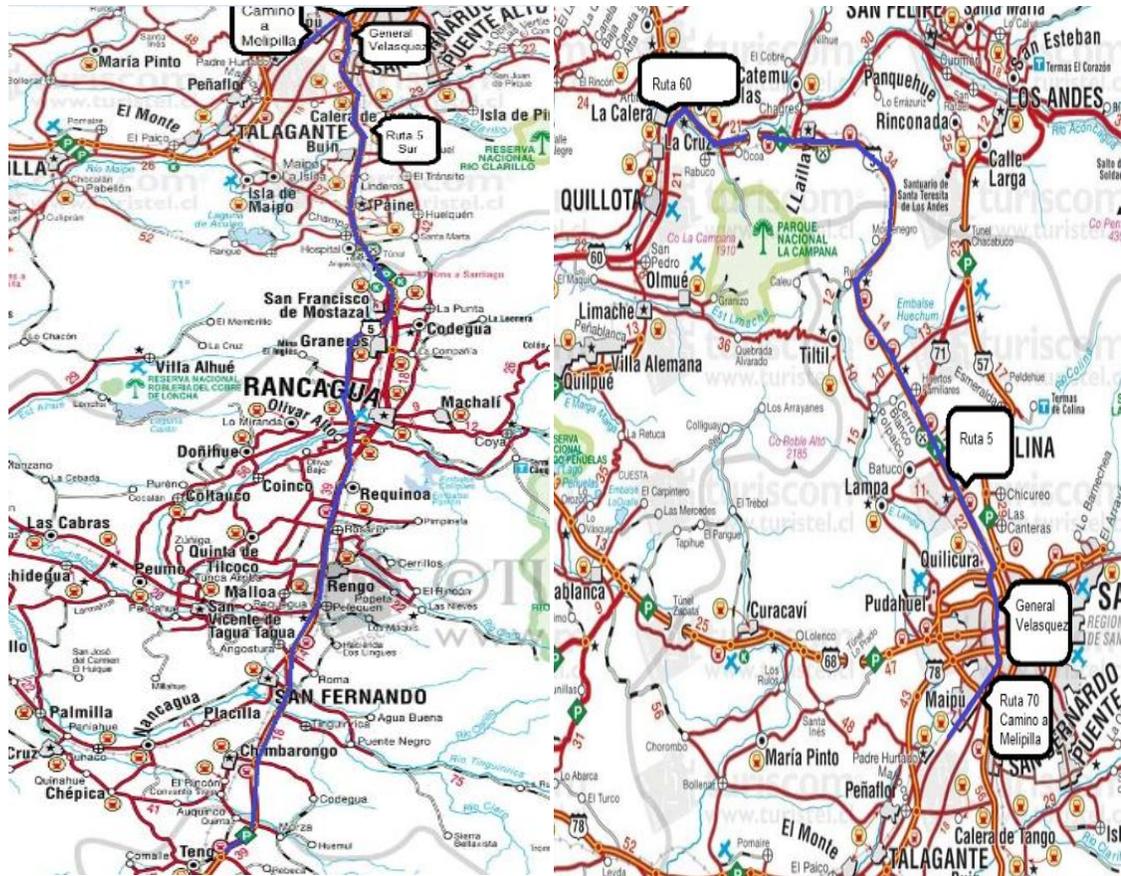
Fuente: Lista de precios para Bravo Energy de Transporte Santa Maria

Cabe señalar que el ahorro en la disposición del residuo versus el tratamiento mediante la molienda, es lo que ha motivado el presente estudio de pre factibilidad.

Promoción: En cuanto a la promoción del producto debido a que se trata de un residuo procesado y el destino final son los hornos cementeros es que solo se ofertara mediante marketing directo, dando a conocer las ventajas del producto directamente a los clientes mediante reuniones. Además de incluirlo en el mix de productos elaborados por la empresa y esto sería anunciado mediante página web.

Plaza: el producto estará disponible para el cliente en las dependencias de Bravo Energy Chile S.A. en la planta de tratamiento ubicada en Avenida las industrias #12.600, en la comuna de Maipú en la Región Metropolitana. Será comercializado a través del área de ventas mediante coordinación por teléfono y/o correo electrónico y quedara a disposición del cliente por el área de operaciones en los patios de carga.

Figura II.8 Rutas hacia las cementeras.



Fuente: Mapas de rutas con destinos Cementeras Melón La calera (128Km) y Bio Bio Teno (170Km).

II.5. Estrategia de negocios.

Para definir la estrategia de negocios es necesario crear un modelo de negocio que establezca los objetivos a corto o mediano plazo que defina:

Que ofrecer al mercado: se trata de un combustible alternativo sólido (CAS) derivado de la trituración de residuos sólidos manejados por la empresa Bravo Energy, los cuales se revalorizan energéticamente al usarlos como reemplazo de combustibles y no ser enviados a rellenos sanitarios.

Quiénes serán los clientes: el producto CAS está dirigido a la industria cementera, ya que son los que poseen la tecnología en sus grandes hornos para poder utilizar dicho CAS.

Como obtener las materias primas: las materias primas son residuos tratados actualmente por la empresa Bravo Energy, las cuales son recolectadas a través de servicios externos mediante departamento de ventas para luego ser procesadas al interior de la empresa y finalmente derivadas a destino final, los rellenos sanitarios.

Como se elabora el producto: cuando los residuos captados por el área de ventas están en planta, se define cuáles cumplen con las especificaciones y se envía a tratamiento (clasificación, segregación, neutralización, disposición y/o trituración-compactación) donde finalmente se procesa mediante trituración generando el CAS. El que será comercializado a la industria cementera, coordinado previamente por el departamento de ventas para finalmente ser registrados, pesados en romana y enviado a cliente con su respectiva guía de despacho.

Como definir y diferenciar el producto: el producto CAS se define como un combustible alternativo sólido que va en reemplazo de un combustible fósil convencional y debido a que se trata de una revalorización de un residuo se convierte en un producto idóneo y en pro del medio ambiente.

Como estrategia de crecimiento se le atribuye al proyecto el llegar a un mercado existente con un producto nuevo, vale decir, se cubre la necesidad de generar

energía mediante la combustión para obtener la elaboración del cemento, promoviendo la utilización de un combustible alternativo que cubre esa demanda de energía. Este tipo de estrategia de crecimiento es llamada en la matriz de Ansoff como estrategia de desarrollo de productos o diferenciación.

Figura II.9 Matriz de Ansoff

		PRODUCTOS	
		ACTUALES	NUEVOS
MERCADOS	ACTUALES	Penetración del mercado	Desarrollo de productos
	NUEVOS	Desarrollo del mercado	Diversificación

Fuente: Elaboración propia

Como estrategia de negocio y analizando la integración del CAS en el nicho de los hornos cementeros, el bajo costo en la adquisición, buena logística de entrega, la fomentación a la reutilización de residuos industriales como combustibles alternativos en temas ambientales, son puntos favorables que hacen atractiva la idea de la utilización del CAS propuesto en la presente pre factibilidad.

III. ESTUDIO TÉCNICO.

El proyecto consiste en la construcción y operación de una planta de trituración de residuos sólidos, con el objetivo de acondicionarlos para su posterior uso en hornos cementeros en reemplazo de combustibles fósiles tradicionales.

En líneas generales el proyecto consiste en la segregación y trituración de RIS (residuos industriales sólidos) y RESPEL (residuos peligrosos) que ya son manejados por la empresa Bravo Energy y cuyo destino actual corresponde a rellenos de seguridad tales como Ecobio principalmente e Hidronor en menor medida. El objetivo general del proyecto es el de utilizar los residuos gestionados por la empresa Bravo Energy en la sustitución de combustibles fósiles tradicionales en hornos cementeros autorizados.

III.1. Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto.

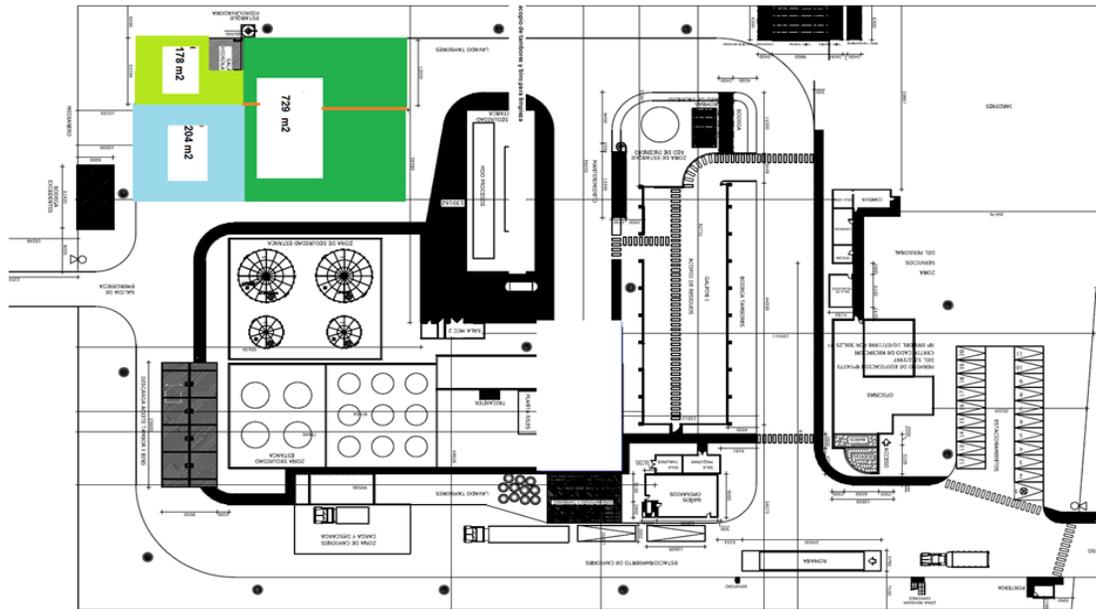
El proyecto de elaboración de combustible sólido a partir de residuos industriales, se llevará a cabo bajo las propias dependencias de la empresa Bravo Energy, ubicada geográficamente en el sector industrial de de la comuna de Maipú, específicamente en Av. Las industrias #12.600, cuenta con un terreno de 20.000 m², distribuido en las distintas áreas que desarrollan el negocio de la compañía, entre ellas se encuentra el área administrativa, área comercial y el área de operaciones. El proyecto se llevara a cabo en una sub dependencia del área de operaciones y en una primera etapa utilizara el espacio físico actualmente destinado al manejo y clasificación de residuos sólidos de acuerdo a las siguientes imágenes:

Figura III.1 Ubicación Bravo Energy.



Fuente: Vista 3d Google maps.

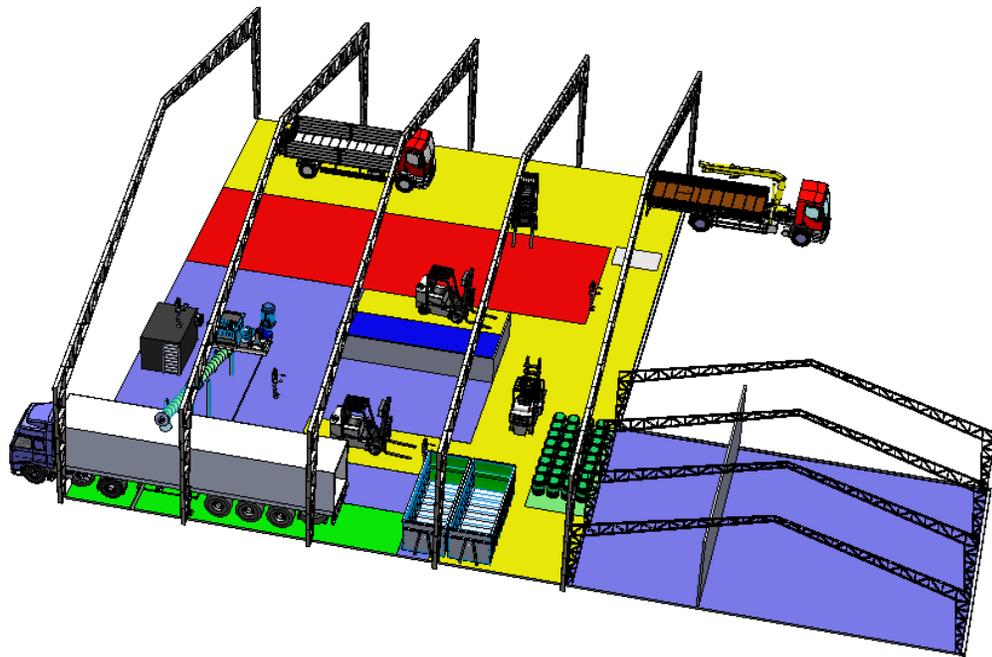
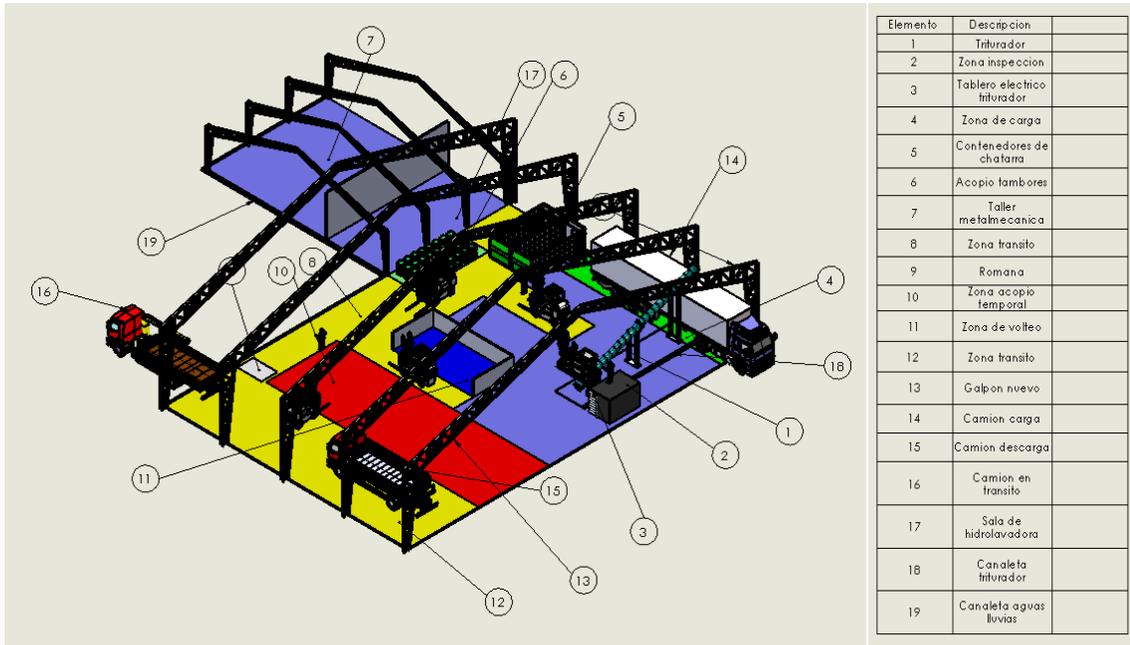
Figura III.2 Plano general Bravo Energy.



Fuente: Plano general archivos Bravo Energy.

El sector escogido para la planta de trituración cuenta con un piso asfalto y acceso de camiones por ambos costados, en el cual se instalara un galpón, lo que implica que se deberán modificar los accesos y reordenar el layout dentro del galpón de la siguiente manera, de acuerdo a la figura III.3; estacionamiento para descarga de materia prima (zona amarilla 12), área de acopio temporal de residuos sólidos (zona roja 10), contenedor de chatarra (5), trituradora mas cinta transportadora (zona morada 1,2 y 3) y carga de combustible alternativo solido (sector verde 14).

Figura III.3 Layout de planta trituradora.



Fuente: Vista Isométrica Bravo Energy/elaboración propia.

III.2. Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto.

La construcción de la planta de trituración para la elaboración del Combustible alternativo solido será realizada para satisfacer la demanda real existente y quedará en estado de espera la implementación de 2 ampliaciones. Por lo que contará con 3 etapas; la primera será la implementación de un galpón de 800 m² y para las 2 etapas restantes, su realización dependerá de los consumos demandados.

Tabla III-1 Demanda versus superficie requerida.

Etapa	Toneladas/mes a procesar	Superficie requerida	Infraestructura necesaria
1	100-600	800 m ²	Galpón estructural de 800 m ²
2	800	1000 m ²	Adosar un galpón de 200 m ²
3	1000	1200 m ²	Repavimentar planta mas galpón de 1200 m ²

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera inicialmente para desarrollar el proyecto se utilizaría la infraestructura señalada, considerando un galpón de 800 m² contemplando el espacio físico que actualmente segrega y clasifica los residuos sólidos a granel que trata Bravo Energy, espacio suficiente para la instalación de la planta de trituración y todos los periféricos que esta puede traer. Luego en las etapas siguientes se contemplara adosar un galpón de 200 m² y por ultimo una tercera etapa eliminar los galpones existentes de metalmecánica y lavado luego repavimentar la planta para el nuevo acceso de camiones

y equipos, y generar galpón adicional de 200 m² adicional, para establecer la superficie que se requiere se considera la siguiente tabla:

Tabla III-2 Superficie demandada por el proyecto.

Actividad	Superficie inicial 100-600 ton/mes (m ²)	Plena Capacidad 800 ton/mes (m ²)	Plena Capacidad 1000 ton/mes (m ²)
Tránsito de Camiones (ancho vía de 7	168	168	168
descarga de camiones	48	96	144
Pesaje de carga	2	4	6
Pasillo zona de pesaje	3	6	9
Acopio temporal de carga	147	196	245
Zona de volteo	32	32	32
Pasillos y Tránsito grúas	120	160	200
Zona de alimentación triturador	24	24	24
Triturador	30	30	30
Plataforma de chequeo	9	9	9
Carga de camiones	48	48	48
Acopio de chatarra	20	20	20
Acopio tambores para compacto*	21	21	21
Sub Total	672	814	956
% de seguridad (20%)	134,4	162,8	191,2
Total espacio requerido (m ²)	806,4	976,8	1147,2
Total Ajustado	800	1000	1200

Fuente: Elaboración propia.

Para operar de acuerdo a la primera etapa, lo cual satisface la demanda inicial (200 600ton), se necesita ampliar a un galpón de mayor superficie a la existente para cubrir la superficie requerida, junto con la repavimentación de los accesos a dicho galpón, el empalme eléctrico junto con la conexión de equipos e iluminación, fabricación de estructuras complementarias de inspección, sistemas de mitigación de polvo. Para evaluar los costos asociados a estas ampliaciones se realizaron cotizaciones, arrojando los siguientes valores.

Tabla III-3 Costos por infraestructura.

ITEM	DESCRIPCIÓN	PROVEEDOR	UN	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL CLP	TOTAL U.F.
Triturador Conveyor	Equipo triturador	SID SA	und	\$ 225.082.134	1	\$ 225.082.134	8451
Fundación del Galpón	Excavación, retiro de escombros, emplantillado y armado de moldajes de fundación	INCOVAP SA	m2	\$ 25.286	800	\$ 20.228.500	759
Pavimento integral pisos de Galpón	Escape, retiro de excedentes, compactación base e instalación de pavimento hormigón HP 30090 20/8	INCOVAP SA	m3	\$ 26.810	800	\$ 21.447.960	805
Estructura de galpón M3 986 800m2	Fabricación y montaje con estructura canal, cubierta plancha NV-4 zinc alum 0,4 mm	INCOVAP SA	m1	\$ 89.266	800	\$ 71.412.930	2681
Fundación Triturador	Excavación, retiro de escombros, emplantillado y armado de moldajes de fundación	INCOVAP SA	und	\$ 4.870.365	1	\$ 4.870.365	183
Grúa Horquilla 2,5 ton	compra de un equipo adicional a los existentes	SKC maquinarias S.A.	und	\$ 14.511.972	1	\$ 14.511.972	545
Rampa de inspección	Estructura complementaria para inspección.	Eduardo Díaz Vidal construcciones	und	\$ 4.850.000	1	\$ 4.850.000	182
Proyecto eléctrico	Incluye empalme, tableros luminaria, conexionado, planimetría e inscripción SEC	Integra Ingeniería	und	\$ 16.826.154	1	\$ 16.826.154	632
Sistema de mitigación de polvo	Sistema de aspersores de agua para mitigación de polvo	Eduardo Díaz Vidal construcciones	und	\$ 870.000	1	\$ 870.000	33
TOTAL						\$ 380.100.015	14.271
UF al 31/10/17							26.634,90

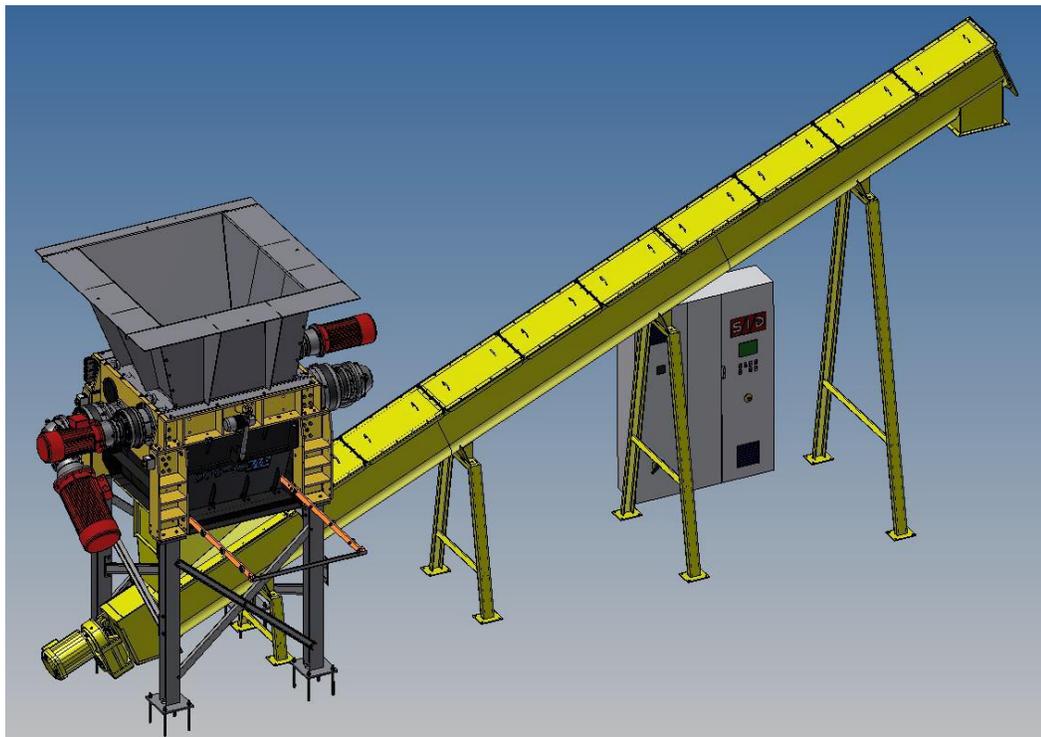
Fuente: Planilla resume de cotizaciones a proveedores. Ver Anexo 1.

III.3. Identificación y descripción del proceso.

El proceso de elaboración del producto involucra cohesión entre las áreas de la empresa ya que el área comercial está encargada de captar clientes que sean generadores de residuos industriales peligrosos o no, y el área de operaciones se encarga de tratarlos. La relación con el cliente generador parte en cuanto están dispuestos a tratar sus residuos con Bravo Energy, quien se encarga de visitar en terreno al cliente generador, observar y catalogar el tipo de residuo, es ahí donde se define si se puede tratar en las dependencias de la empresa o no, si esta dentro de los residuos que Bravo Energy puede manejar se solicita la gestión de retiro mediante un coordinador logístico de la compañía, al llegar el residuo a las instalaciones se masa en romana para registrar peso y se realizan análisis de laboratorio para corroborar el tipo de residuo, si no corresponde a lo declarado se devuelve al cliente. Finalmente son derivados a sector de

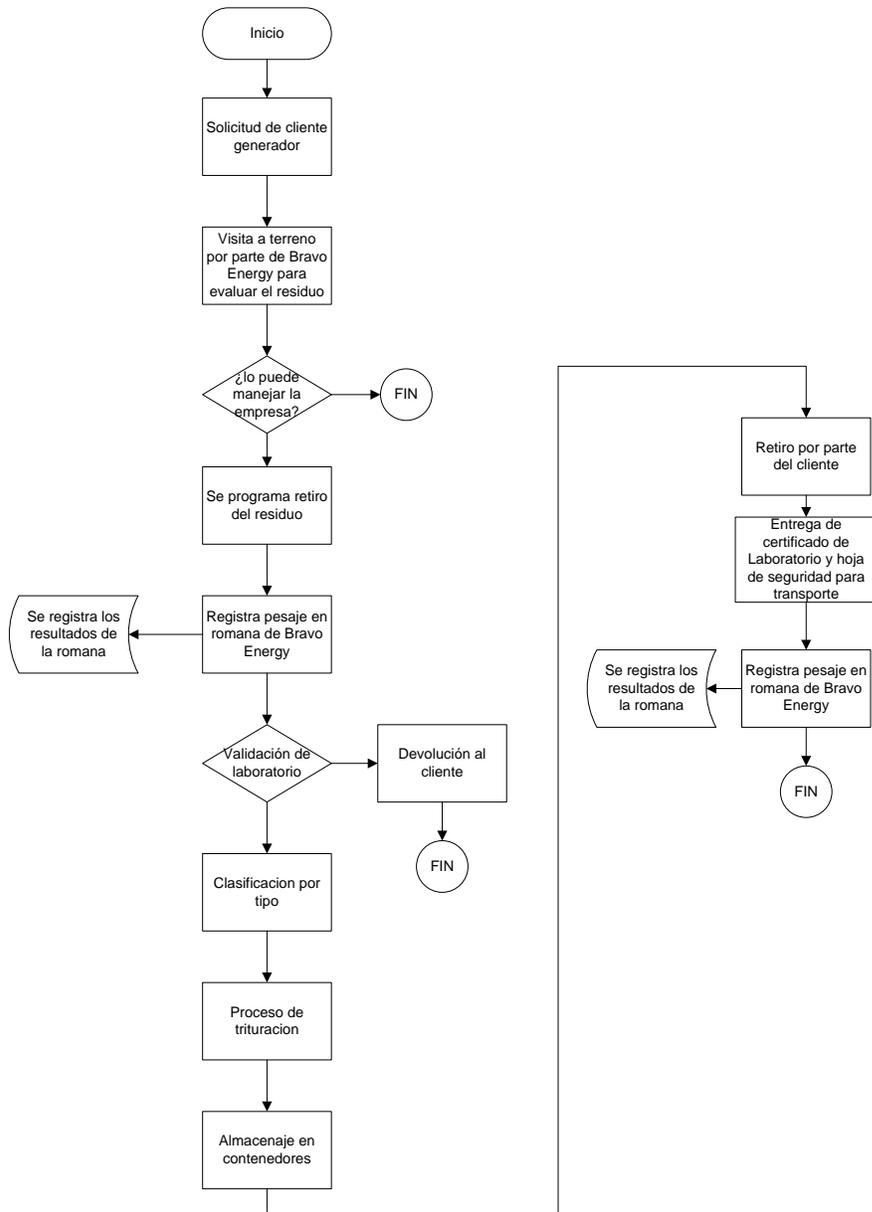
almacenaje en donde se clasificaran según su tipo mediante grúa horquilla y se envían mediante un equipo volteador a la tolva del triturador para ser procesado a un flujo másico entre 3 a 15 toneladas hora dependiendo de la demanda, el triturador es capaz de dejar un picadillo de un tamaño de 10 cm, ya sea madera, cartón, cauchos, filtros, paños contaminados, mangueras, plásticos, entre otros. El picadillo, obtenido del proceso de trituración será retirado del triturador mediante tornillo sinfín y enviado a contenedores de almacenaje para su posterior retiro por parte del cliente, una vez cargado el camión del cliente pasará antes por la romana de la empresa para emitir la guía de despacho y entrega de hoja de seguridad y certificación de calidad por parte de laboratorio de la carga.

Figura III.4 Vista de instalación de molino.



Fuente: Ficha técnica SID D70 -4S.

Figura III.5 Diagrama de flujo del proceso de elaboración del combustible.

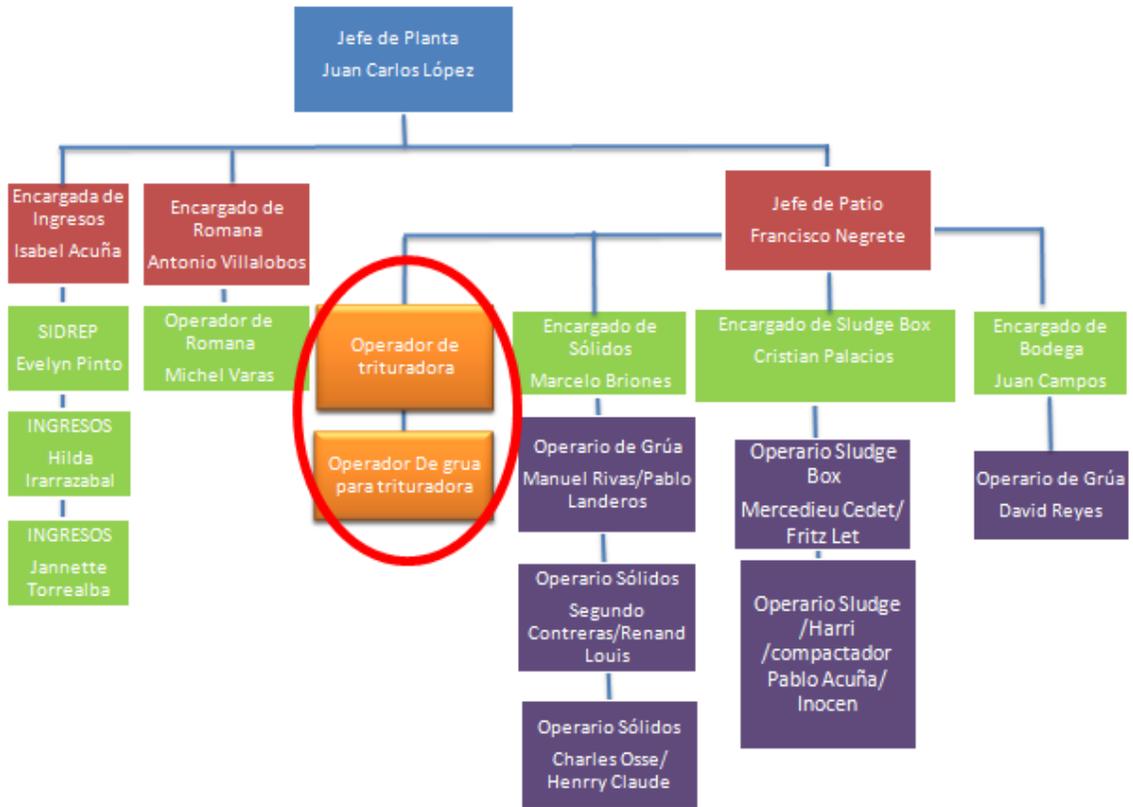


Fuente: Elaboración propia.

III.4. Determinación de la organización humana y jurídica del proyecto.

Debido a que el negocio del tratamiento de residuos industriales hoy en día es parte de las actividades de la empresa, es que existe un departamento de ventas encargado de la captación de clientes, existiendo ya una cartera definida para cada vendedor. En cuanto al pesaje y análisis de laboratorio, Bravo Energy cuenta con la tecnología, los equipos y el personal para realizar las mediciones necesarias en cuanto a la recepción y aceptación de los residuos industriales a tratar, para el almacenaje y clasificación se cuenta con grúas horquillas con operadores. Por lo tanto para la obtención de materia prima, validación, pesaje, almacenamiento y distribución no será necesario contratar personal ya que actualmente son parte del negocio solo hay que reasignar las actividades, sin embargo en cuanto a la operación del triturador y volteador se necesita contratar personal idóneo al cargo de “operador de trituradora”. La cantidad de operadores a contratar será para operar el equipo de trituración y correa transportadora y uno adicional encargado del volteador o grúa Horquilla. El nuevo organigrama de la empresa será como se presenta a continuación:

Figura III.6 Organigrama del área involucrada en el proyecto.



Fuente: Organigrama Bravo Energy.

El principal trabajo para el operador de trituradora estará definido por el siguiente cuadro con la descripción del cargo.

Tabla III-4 Tabla de descripción de cargo.

Puesto o Cargo	Operador de Trituradora
Localización:	Galpon de solidos
Dependencia Jerárquica:	Supervisor Planta_ Subgerencia de operaciones
1. MISIÓN	
Operar, controlar y mantener el funcionamiento de del triturador para garantizar la operación correcta de los sistemas, y la continuidad del proceso de trituración. Controlar parámetros de funcionamiento y ajuste de las variables que componen el proceso, limpieza del sector de trabajo.	
2. PRINCIPALES RESULTADOS	
ACCIONES (¿Qué hace?)	RESULTADO ESPERADO (¿Para qué lo hace?)
Efectúa Limpieza a la tolva	Mantener tolva limpia a fin de evitar su saturación y trabamiento
Asiste en la colocación y retiro de equipos, verificación de tableros eléctricos	Restaurar el servicio de los mismos
Efectúa la limpieza de los equipos sector de trabajo	Mantener el estado de conservación de los mismos
3. PRINCIPALES CONOCIMIENTOS, EXPERIENCIAS Y HABILIDADES	
3.1- Formación requerida	
Educacion media completa	
3.2- Experiencia requerida	
Manejo de equipos eléctricos o hidráulicos industriales (con opción de capacitación)	
Operaciones básicas de campo (limpieza de tolva, retiro y colocación de equipos, mantenimiento basico de tablero	
3.3- Habilidades y destrezas requeridas	
Habilidad corporal que requiere de fuerza y coordinación muscular para desarrollar las tareas diarias normales y habituales	
Interés para el aprendizaje.	
Capacidad de organización, compromiso y dedicación.	
Capacidad en toma de decisiones con respecto a problemas que se presenten específicos y puntuales	
Aptitud psicofísicas para el trabajo en equipo y el acatamiento de normas, procedimientos y consignas (operativas y de seguridad).	
3.4- Honorarios	
cantidad de operadores	2
sueldo bruto (costo empresa)	\$ 550.000
TOTAL costo operadores	\$ 1.100.000

Fuente: Elaboración Propia.

III.5. Análisis de la disponibilidad y el costo de los suministros e insumos.

El tratamiento de trituración de residuos industriales sólidos para la elaboración de un combustible alternativo en Chile es nuevo, sin embargo la tecnología existe y está presente en el país, se ocupa para otros fines de la misma índole (principalmente trituración basura y chatarra liviana). Los trituradores son importados mayoritariamente de Europa y cumplen con altos estándares de calidad, son equipos bastante eficientes ocupando al máximo la potencia generada.

Figura III.7 Triturador 4 ejes.



Fuente: www.sidsa.ch modelo SID D70 4S.

En base a lo que se necesita para realizar el proceso de trituración, se realizó una investigación de los equipos que existen en el comercio analizando ventajas y desventajas de cada uno, dichos resultados fueron tabulados y se asignó un criterio de ponderación de 1 a 5 que va desde deficiente a excelente en base a datos técnicos entregados por la ficha técnica de cada uno de ellos. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla III-5 Tabla comparativa de trituradores.

Modelo equipo triturador/ Empresa / Procedencia	Representación en Chile	Precio (€)	Potencia Eléctrica (kW)	Material a triturar	Rendimiento	Tamaño de granulometría final	Final
4R18/200 / DECOVAL ENGINEERING / Francés	1	3	2	3	3	3	15
650E / HAMMEL RECYCLINGTECHNIK / Alemán	5	1	5	5	4	2	22
75 D URRACO /LINDNER/ Alemán	5	4	3	5	5	1	23
SID D 70-4S/SID SA/ Suiza	2	5	2	5	5	4	23

Evaluacion Numerica	
Deficiente	1
	2
Bueno	3
	4
Excelente	5

Fuente: Elaboración propia en base a ficha técnica.

De acuerdo a la evaluación anterior de la tabla comparativa se puede deducir que los mejores equipos trituradores son procedencia alemana y suizo, ponderando valores similares entre ambos modelos, sin embargo se Opta por el suizo SID 70-4S ya que entrega un excelente rendimiento con buen tamaño de partícula y bajo consumo eléctrico por ende baja potencia, sin embargo no afecta al rendimiento y como principal característica que marca la inclinación por el suco es el precio ya que el costo es un 19% más económico que el alemán Urraco, se detalla tabla con costos a continuación:

Tabla III-6 Diferencia en costos de trituradores en evaluación.

Modelo equipo triturador/ Empresa / Procedencia	Precio (€)	Potencia Eléctrica (kW)
4R18/200 / DECOVAL ENGINEERING / Francés	358.800	184
650E / HAMMEL RECYCLINGTECHNIK / Alemán	594.920	450
75 D URRACO /LINDNER/ Alemán	362.400	250
SID D 70-4S/SID SA/ Suiza	293.000	150

Fuente: Elaboración propia en base a cotizaciones de proveedores.

Para continuar con el proceso de evaluación de pre factibilidad del proyecto se detalla valores del equipo triturador de procedencia sueca, a la compañía SID SA con el modelo SID D70-4S.

Tabla III-7 Costo por inversión en equipos.

Descripción equipo	Valor
SID D70 4S Eléctrico	224.400 €
Conveyor	71.750 €
Costos de envío	7.900 €
Subtotal triturador	304.050 €
Subtotal triturador (CLP)	\$ 225.082.134
Grúa horquilla 2,5 ton SKC Maq. Toyota	USD 22.800
Subtotal grúa (CLP)	\$ 14.511.972
TOTAL CLP	\$ 239.594.106
Valor del EURO al 31/10/17	740,28
Valor del DÓLAR al 31/10/17	636,49

Fuente: Elaboración propia en base a cotizaciones.

Se montará e instalará un modelo que realizará la operación física de triturado de residuos industriales sólidos, en líneas generales, las características principales del equipo corresponden a:

- Dimensiones aproximadamente 4,2 m x 1,9 m x 0,8 m.
- Superficie de trituración cámara de aprox. 1,3 x 1,3 m.
- Altura de trabajo aproximadamente 835 mm.
- Peso aproximadamente 13 t.
- Su capacidad de motor de 150 Kw
- Los rotores consisten principalmente en cuatro ejes, equipados con anillos de corte, anillos de distancia, rodillo cojinetes y un sistema de sellado.
- Dependiendo del tamaño de partícula, su rendimiento será el siguiente:

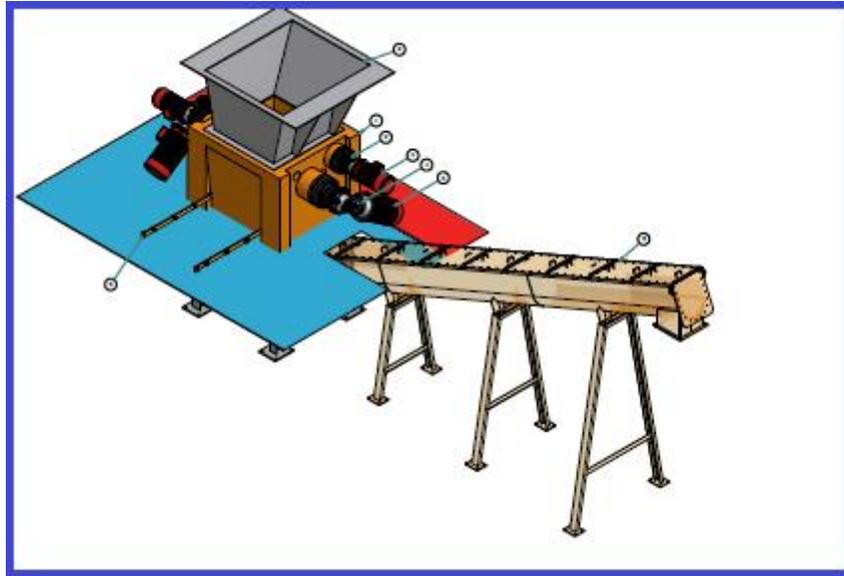
Tabla III-8 Rendimiento de acuerdo al tamizado.

Tamaño del tamiz (mm)	Rendimiento (t / h)
40	aprox. 3 - 10
80	aprox. 6 - 15

Fuente: Ficha Técnica del equipo D 70-4S.

- Trae incorporada un tornillo sinfín encapsulado, a la salida del triturador.

Figura III.8 Vista isométrica triturador con tornillo sinfín.



Fuente: Ficha técnica triturador SID D70-4S.

En cuanto a las instalaciones eléctricas con que se cuenta actualmente se encuentran declaradas ante la Superintendencia de Electricidad y Combustible, y fue realizada por Instaladores Eléctricos autorizados por dicha institución. No se modificarán las potencias instaladas, se redistribuirán las potencias actuales.

Las nuevas instalaciones e iluminación al interior del nuevo galpón, se alimentarán de la red eléctrica de baja tensión, existente al interior de la planta de Bravo Energy Chile S.A.

IV. ESTUDIO ECONÓMICO.

Para la realización del proyecto, la empresa ejecutante Bravo Energy es una empresa consolidada quien cuenta con capital estable y relativamente alto, es capaz de solventar sin mayores complicaciones el monto inicial de inversión, siempre y cuando los resultados de este estudio sean atractivos. Es por esto que en el siguiente estudio se analizara la factibilidad económica para la realización del proyecto de elaboración de combustible alternativo solido a partir de residuos sólidos, los estudios de mercado y técnico anteriormente analizados son de suma relevancia ya que gracias a ello se hará mención a todos los materiales, insumos y recursos que se utilizaran para luego en mediante la evaluación económica y análisis de sensibilidad poder observar el comportamiento de los resultados obtenidos y definir la viabilidad del proyecto en cuestión.

IV.1. Inversión inicial.

Para desarrollar el proyecto se requiere incorporar equipos e infraestructura a la actual configuración de la empresa Bravo Energy expresada en el **Capítulo III**. Dicha cuantificación de equipos a incorporar esta expresada en la siguiente tabla:

Tabla IV-1 Inversión inicial.

ITEM	DESCRIPCIÓN	PROVEEDOR	UN	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL	TOTAL U.F.
Triturador Conveyor	Equipo triturador	SID SA	und	\$ 225.082.134	1	\$ 225.082.134	8451
Fundacion del Galpon	Excavacion, retiro de escombros, emplantillado y armado de moldajes de fundacion	INCOVAP SA	m2	\$ 25.286	800	\$ 20.228.500	759
Pavimento integral pisos de Galpon	Escarpe, retiro de excedentes, compactacion base e instalacion de pavimento hormigon HP 30090	INCOVAP SA	m3	\$ 26.810	800	\$ 21.447.960	805
Estructura de galpon M3 986 800m2	Fabricacion y montaje con estructura canal, cubierta plancha NV-4 zinc alum 0,4 mm	INCOVAP SA	m1	\$ 89.266	800	\$ 71.412.930	2681
Fundacion Triturador	Excavacion, retiro de escombros, emplantillado y armado de moldajes de fundacion	INCOVAP SA	und	\$ 4.870.365	1	\$ 4.870.365	183
Grua Horquilla 2,5 ton	los existentes	SKC maquinarias S.A.	und	\$ 14.511.972	1	\$ 14.511.972	545
Rampla de inspeccion	Estructura complementaria para inspeccion.	Eduardo Diaz Vidal contrucciones	und	\$ 4.850.000	1	\$ 4.850.000	182
Proyecto electrico	Incluye empalme, tableros luminaria, conexionado, planimetria e inscripcion SEC	Integra Ingenieria	und	\$ 16.826.154	1	\$ 16.826.154	632
Sistema de mitigacion de polvo	Sistema de aspersores de agua para mitigacion de polvo	Eduardo Diaz Vidal contrucciones	und	\$ 870.000	1	\$ 870.000	33
TOTAL						\$ 380.100.015	14.271

UF al 31/10/17	26.634,90
----------------	-----------

Fuente: Elaboración Propia en base a cotizaciones. Ver Anexo 1

Es necesario contar con dicho monto antes de iniciar con el proyecto y posterior proceso productivo, sin embargo como se menciona anteriormente la empresa Bravo Energy cuenta con el capital para invertir.

IV.2. Depreciación.

La depreciación determinada por los activos fijos que requiere el proyecto se calculará a través de la siguiente fórmula de depreciación lineal:

$$\text{DEPRECIACIÓN} = \frac{\text{Valor actual} - \text{Valor residual}}{\text{Años de vida útil}}$$

Para obtener la información de la vida útil de los activos a utilizar es necesario revisar y encasillar los bienes del proyecto de acuerdo a la nomina de bienes según actividades publicadas por el SII.

Tabla IV-2 Nomina de bienes publicados por SII relacionados al proyecto.

NÓMINA DE BIENES SEGUN ACTIVIDADES	NUEVA VIDA ÚTIL NORMAL	DEPRECIACIÓN ACELERADA
A.- ACTIVOS GENÉRICOS		
1) Construcciones con estructuras de acero, cubierta y entresijos de perfiles acero o losas hormigón armado.	80	26
5) Galpones de madera o estructura metálica.	20	6
15) Maquinarias y equipos en general.	15	5
E.- SECTOR ENERGÉTICO		
3) Líneas de distribución de alta tensión y baja tensión, líneas de transmisión, cables de transmisión, cables de poder.	20	6
G.- ACTIVIDAD DE LA AGRICULTURA		
1) Tractores, segadoras, cultivadoras, fumigadoras, motos bombas, pulverizadoras.	8	2

Fuente: www.sii.cl

A continuación se muestra la tabla con los cálculos y resultados obtenidos por la depreciación, cabe señalar que se otorga un valor residual entre un 0 y 20% del valor actual neto, dependiendo del activo detallado en la siguiente tabla:

Tabla IV-3 Depreciación de activos del proyecto.

ITEM	VALOR VA	VIDA UTIL	TABLA SII	VALOR RESIDUAL ESTIMADO	VALOR RESIDUAL	DEPRECIACIÓN
Triturador Conveyor	\$ 225.082.134	15	A-15	10%	\$ 22.508.213	\$ 13.504.928
Fundacion del Galpon	\$ 20.228.500	80	A-1	0%	\$ 0	\$ 252.856
Pavimento integral pisos de Galpon	\$ 21.447.960	80	A-1	0%	\$ 0	\$ 268.100
Estructura de galpon M3 986 800m2	\$ 71.412.930	20	A-5	20%	\$ 14.282.586	\$ 2.856.517
Fundacion Triturador	\$ 4.870.365	80	A-1	0%	\$ 0	\$ 60.880
Grua Horquilla 2,5 ton	\$ 14.511.972	15	A-15	5%	\$ 725.599	\$ 919.092
Rampla de inspeccion	\$ 4.850.000	20	A-5	20%	\$ 970.000	\$ 194.000
Proyecto electrico	\$ 16.826.154	20	E-3	0%	\$ 0	\$ 841.308
Sistema de mitigacion de polvo	\$ 870.000	20	G-8	0%	\$ 0	\$ 43.500
TOTAL	\$ 380.100.015				\$ 38.486.398	\$ 18.941.180

Fuente: Elaboración propia.

IV.3. Gastos operacionales.

La operación del equipo consta en el suministro eléctrico a utilizar, los insumos de mantenimiento preventivo, los recursos utilizados para el manejo y operación habitual del triturador. Dichos detalles se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Tabla IV-4 Costo operacional del equipo (Costo fijo).

FUNCIONAMIENTO REGULAR	mes/año	dia/mes	Hr/dia	hrs mens. (hrs)	hrs anual (hrs)
funcionamiento regular	12	22	6	132	1584

Operador	cant	Recurso (H.H)	valor operador/mes
Operador triturador/cargador	2	198	\$ 1.100.000

Mantencion electrico	cant	valor unitario	frec anual	frec. mens.	valor mantencion/mes
rodamiento motores	6	\$ 15.000	1,00	0,08	\$ 7.500
rodamientos rotores	6	\$ 100.000	1,00	0,08	\$ 50.000
mantencion a cuchillos	260	\$ 5.000	1,00	0,08	\$ 108.333
cambio de discos (5 cuchillos)	52	\$ 25.000	0,33	0,03	\$ 36.111
grasa (kg)	1	\$ 15.000	12,00	1,00	\$ 15.000
Subtotal Mantencion					\$ 216.944

Energia Electrica	cant (KW)	factor correccion	Recurso (KWH)	valor recurso utilizado
energia electrica (\$61/kwh)	150	0,6	11880	\$ 724.680

TOTAL COSTO DE OPERACIÓN MENSUAL	\$ 2.041.624
TOTAL COSTO DE OPERACIÓN ANUAL	\$ 24.499.493

Fuente: Elaboración propia.

Considerando los gastos operacionales mensuales antes descritos, se puede proyectar un gasto operacional anual de **\$24.499.493**, que incluye mano de obra, mantenimiento preventivo con insumos y energía eléctrica por el funcionamiento descrito en operación normal en horario administrativo.

IV.4. Costo Variable.

El costo variable está relacionado con el despacho del combustible alternativo Solido CAS, para lo cual se solicita a Transportes Santa Maria una tabla de valores de transporte en camiones con ramplas de 30m³ de volumen. Cabe señalar que dicha empresa posee camiones exclusivos a disposición de Bravo Energy para el

transporte de otras líneas de negocio, por lo que posee valores lista de fletes a los destinos de la presente evaluación (Cemento Melón y Cemento Bio Bio), los valores son los tabulados en la tabla siguiente:

Tabla IV-5 Resumen costos por transporte a Cemento Melón.

Datos					
valor UF 31/10/17		\$ 26.634,90			
Densidad del combustible (Kg/m3)		373			
Transporte Santa María (TSM)					
Destino	valor por transporte (UF/flete)	volumen a transportar (m3)	recorrido (km)	maximo a transportar (ton/flete)	costo por tonelada (UF/ton)
Cemento Melón La Calera	10,60	30,00	128,00	11,19	0,95

Costo por transporte					
Destino	2018	2019	2020	2021	2022
Demanda estimada (ton/año)	2.400	3.600	4.800	6.000	7.200
Cemento Melón La Calera (CLP/año)	\$ 60.553.338	\$ 90.830.008	\$ 121.106.677	\$ 151.383.346	\$ 181.660.015

Fuente: Lista de precios para Bravo Energy de Transporte Santa Maria.

IV.5. Ingresos estimados.

Debido a que el proyecto no contempla una venta directa del combustible alternativo solido, si no un ahorro en disposición final al no enviar a relleno sanitario, es que está expresado en la siguiente tabla como un ingreso cuando en realidad es un ahorro que al final del ejercicio deja un monto a favor de la empresa.

Tabla IV-6 Ingresos (ahorro).

Descripcion	2018	2019	2020	2021	2022
residuos a tratar promedio mensual	200	300	400	500	600
residuo promedio anual	2.400	3.600	4.800	6.000	7.200
valor promedio en disposicion de residuos (UF)	3,37	3,37	3,37	3,37	3,37
valor en CLP \$	\$ 89.760	\$ 89.760	\$ 89.760	\$ 89.760	\$ 89.760
TOTAL ingreso Neto anual	\$ 215.423.071	\$ 323.134.607	\$ 430.846.142	\$ 538.557.678	\$ 646.269.214

UF al 31/10/17	26.634,90
----------------	-----------

Fuente: Elaboración propia.

IV.6. Capital de trabajo

Se define el capital de trabajo como el monto necesario para solventar la inversión hasta que los ingresos reflejen una solvencia al proyecto. Para lo cual se calcula el capital de trabajo mediante método de flujo de efectivo mensual, en donde se considera la diferencia entre los valores de ingresos mensuales (considerando ingresos a partir del segundo mes) y los gastos fijos y variables proyectados del primer año, obteniendo él como valor negativo mas alto el monto de \$7.087.736 de acuerdo a la siguiente tabla, la cual considera solo el primer semestre ya que con esto es suficiente para obtener lo requerido:

Tabla IV-7 Tabla de flujo efectivo para determinar capital de trabajo

Concepto	Meses primer año					
	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6
Ventas	\$ 0	\$ 19.569.387	\$ 19.569.387	\$ 19.569.387	\$ 19.569.387	\$ 19.569.387
Total ingresos	\$ 0	\$ 19.569.387				
Costo variable	\$ 5.046.112	\$ 5.046.112	\$ 5.046.112	\$ 5.046.112	\$ 5.046.112	\$ 5.046.112
Costo fijo	\$ 2.041.624	\$ 2.041.624	\$ 2.041.624	\$ 2.041.624	\$ 2.041.624	\$ 2.041.624
Total egresos	\$ 7.087.736					
Flujo de efectivo	-\$ 7.087.736	\$ 12.481.651	\$ 12.481.651	\$ 12.481.651	\$ 12.481.651	\$ 12.481.651
Efectivo acumulado	-\$ 7.087.736	\$ 5.393.915	\$ 17.875.567	\$ 30.357.218	\$ 42.838.870	\$ 55.320.521

Fuente: Elaboración propia

IV.7. Evaluación económica.

A continuación se analizará la rentabilidad del proyecto en el tiempo de acuerdo a los valores obtenidos y tabulados anteriormente, con herramientas tales como el flujo de caja y utilizando criterios de evaluación como el VAN y la TIR se podrá definir qué tan viable es el proyecto.

Para elaborar el flujo de caja es necesario tener datos específicos en cuanto a costos de inversión, costos operacionales, depreciación de activos, impuestos y tasa de descuento.

Tal como es mencionado en capítulo anterior Bravo Energy es una empresa consolidada y con capital estable y relativamente alto, es capaz de solventar sin mayores complicaciones el monto inicial de inversión por lo que no requiere financiamiento bancario.

IV.7.1. Tasa de descuento o interés exigido (método CAPM).

Para poder obtener los indicadores VAN y la TIR es necesario el desarrollo del flujo de caja y algo esencial para generar este último es conocer la tasa de descuento para lo cual se utilizará el método CAPM, cuya fórmula es:

$$R_i = R_f + \beta^*(R_m - R_f)$$

Donde:

- R_i : Rendimiento esperado para el proyecto.
- R_f : Tasa libre de riesgo (BCP a 5 años BCCh).
- R_m : Tasa de retorno esperando sobre todo el mercado.
- $(R_m - R_f)$: Prima de mercado por riesgo.
- β : Riesgo sistemático del patrimonio de la empresa.

Tasa Libre de Riesgo (Rf): Se utilizará el valor del BCP (Bono Cupón Pago) para 5 años 2010 -2016, según la información publicada por el boletín mensual de base de datos estadísticos del banco central, donde $R_f = 4,93$.

Tabla IV-8 Promedio tasa libre riesgo.

Periodo	Tasa de interés mercado secundario de los bonos licitados por el BCCh (BCP) a 5 años (%)
2010	5,61
2011	5,73
2012	5,34
2013	5,19
2014	4,38
2015	4,14
2016	4,09
Promedio	4,93

Fuente: Series del boletín mensual - Banco Central de Chile.

Retorno esperado del mercado (Rm): Se utilizará el valor promedio mensual del IGPA desde 2016, según la información publicada por el boletín mensual de base de datos estadísticos del banco central, $R_m = 10,87$.

Tabla IV-9 Promedio IGPA.

Periodo	IGPA
	Var. mismo período año anterior
ene.2016	-2,76
feb.2016	-5,67
mar.2016	1,08
abr.2016	0,15
may.2016	-1,25
jun.2016	3,94
jul.2016	8,15
ago.2016	8,92
sep.2016	11,02
oct.2016	13,89
nov.2016	16,60
dic.2016	14,23
ene.2017	15,05
feb.2017	19,45
mar.2017	24,21
abr.2017	22,56
may.2017	25,43
jun.2017	20,59
promedio	10,87

Fuente: Series del boletín mensual - Banco Central de Chile.

Para determinar el riesgo sistemático de la empresa deberá estimar imitándolo de una empresa de iguales o similares características que transa en la bolsa, para esto se considera el beta sectorial de 1,04, siendo este valor el que se representara en la ecuación del CAPM.

Luego de haber obtenido todas al variables para realizar la fórmula del método CAPM, se reemplazaron en la fórmula para obtener la tasa de retorno que fue equivalente al 4,39% de acuerdo a la resolución de la formula a continuación.

$$R_i = R_f + \beta \cdot (R_m - R_f)$$

$$R_i = 4,93 + 1,04 \cdot (10,87 - 4,93)$$

$$R_i = 11,1\%$$

IV.7.2. Flujo de caja.

Una vez calculado los valores de la tasa de descuento y a su vez, inversión, depreciación, costos, ingresos estimados se procede a realizar el flujo de caja. A continuación se presentan tres tablas con escenarios esperados Tabla IV-10, pesimista tabla IV-11 disminución en la demanda de consumos en un 40% de lo esperado y optimista Tabla IV-12 con un aumento en la demanda de un 10% de lo esperado, para su posterior análisis de sensibilidad.

Tabla IV-10 Flujo de caja esperado.

FLUJO DE CAJA							
Año	0	1	2	3	4	5	
Ingresos por venta		215.423.071	323.134.607	430.846.142	538.557.678	646.269.214	
Costos variables		-60.727.572	-91.091.358	-121.455.144	-151.818.930	-182.182.716	
Gastos fijos		-24.499.493	-24.499.493	-24.499.493	-24.499.493	-24.499.493	
Gastos financieros		0	0	0	0	0	
Depreciación		-18.941.180	-18.941.180	-18.941.180	-18.941.180	-18.941.180	
Ganancia de Capital						-235.349.967	
Utilidad antes de Impuestos		111.254.826	188.602.576	265.950.326	343.298.075	185.295.857	
Impuestos		-27.813.707	-47.150.644	-66.487.581	-85.824.519	-46.323.964	
Utilidad despues de Impuestos		83.441.120	141.451.932	199.462.744	257.473.556	138.971.893	
Depreciación		18.941.180	18.941.180	18.941.180	18.941.180	18.941.180	
Ganancia de Capital						235.349.967	
Flujo Operacional		102.382.300	160.393.112	218.403.924	276.414.736	393.263.040	
Inversión	-380.100.015						
Capital de Trabajo	-7.087.736						
Recuperación Capital de Trabajo						7.087.736	
Valor Liquidación						38.486.398	
Préstamo	0						
Amortizaciones		0	0	0	0	0	
Flujo No Operacional	-387.187.751	0	0	0	0	45.574.134	
Flujo de Caja	-387.187.751	102.382.300	160.393.112	218.403.924	276.414.736	438.837.174	
Flujo de Caja Descontado	-387.187.751	92.153.285	129.944.408	159.264.235	181.428.269	259.258.566	
Valor Actual Neto VAN	434.861.012			Tasa descuento	11,1%	Tasa impuestos	25%
Tasa Interna de Retorno TIR	40,1%						

Fuente: Elaboración propia. Ver Anexo 2.

Tabla IV-11 Flujo de caja escenario pesimista demanda 40% menos del esperado.

FLUJO DE CAJA						
Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos por venta		129.253.843	193.880.764	258.507.685	323.134.607	387.761.528
Costos variables		-36.436.543	-54.654.815	-72.873.086	-91.091.358	-109.309.630
Gastos fijos		-24.499.493	-24.499.493	-24.499.493	-24.499.493	-24.499.493
Gastos financieros		0	0	0	0	0
Depreciación		-18.941.180	-18.941.180	-18.941.180	-18.941.180	-18.941.180
Ganancia de Capital						-235.349.967
Utilidad antes de Impuestos		49.376.627	95.785.276	142.193.926	188.602.576	-338.742
Impuestos		-12.344.157	-23.946.319	-35.548.482	-47.150.644	84.685
Utilidad despues de Impuestos		37.032.470	71.838.957	106.645.445	141.451.932	-254.056
Depreciación		18.941.180	18.941.180	18.941.180	18.941.180	18.941.180
Ganancia de Capital						235.349.967
Flujo Operacional		55.973.650	90.780.137	125.586.624	160.393.112	254.037.091
Inversión	-380.100.015					
Capital de Trabajo	-7.087.736					
Recuperación Capital de Trabajo						7.087.736
Valor Liquidación						38.486.398
Préstamo	0					
Amortizaciones		0	0	0	0	0
Flujo No Operacional	-387.187.751	0	0	0	0	45.574.134
Flujo de Caja	-387.187.751	55.973.650	90.780.137	125.586.624	160.393.112	299.611.225
Flujo de Caja Descontado	-387.187.751	50.381.323	73.546.620	91.580.121	105.276.025	177.005.917
Valor Actual Neto VAN	110.602.254					
Tasa Interna de Retorno TIR	19,4%					
Tasa descuento		11,1%				
Tasa impuestos					25%	

Fuente: Elaboración propia. Ver Anexo 3.

Tabla IV-12 Flujo de caja escenario optimista demanda a 10% más del esperado.

FLUJO DE CAJA						
Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos por venta		236.965.378	355.448.067	473.930.757	592.413.446	710.896.135
Costos variables		-60.727.572	-91.091.358	-121.455.144	-151.818.930	-182.182.716
Gastos fijos		-24.499.493	-24.499.493	-24.499.493	-24.499.493	-24.499.493
Gastos financieros		0	0	0	0	0
Depreciación		-18.941.180	-18.941.180	-18.941.180	-18.941.180	-18.941.180
Ganancia de Capital						-235.349.967
Utilidad antes de Impuestos		132.797.134	220.916.037	309.034.940	397.153.843	249.922.779
Impuestos		-33.199.283	-55.229.009	-77.258.735	-99.288.461	-62.480.695
Utilidad despues de Impuestos		99.597.850	165.687.028	231.776.205	297.865.382	187.442.084
Depreciación		18.941.180	18.941.180	18.941.180	18.941.180	18.941.180
Ganancia de Capital						235.349.967
Flujo Operacional		118.539.030	184.628.207	250.717.385	316.806.562	441.733.231
Inversión	-380.100.015					
Capital de Trabajo	-7.087.736					
Recuperación Capital de Trabajo						7.087.736
Valor Liquidación						38.486.398
Préstamo	0					
Amortizaciones		0	0	0	0	0
Flujo No Operacional	-387.187.751	0	0	0	0	45.574.134
Flujo de Caja	-387.187.751	118.539.030	184.628.207	250.717.385	316.806.562	487.307.365
Flujo de Caja Descontado	-387.187.751	106.695.797	149.578.762	182.827.816	207.939.949	287.894.044
Valor Actual Neto VAN	547.748.617					
Tasa Interna de Retorno TIR	46,6%					
Tasa descuento		11,1%				
Tasa impuestos					25%	

Fuente: Elaboración propia. Ver Anexo 4.

IV.8. Análisis de Sensibilidad.

Los riesgos más importantes relacionados a las operaciones del negocio pueden ser incorporados en análisis de sensibilidad, los riesgos que destacan por ser factores críticos son la variación de la demanda.

Para realizar el presente análisis de sensibilidad de variaron las demandas de combustible alternativo solido (CAS) para 2 escenarios diferentes a lo esperado; uno pesimista en el cual se considera una disminución extrema en el consumo en un 40% de lo esperado por factores externos tales como baja de producción del cliente y otro escenario optimista en el cual se aumenta la demanda en un 10% de lo esperado por factores externos tales como aumento de consumo por parte de los clientes. Para esto se resume en la sgte tabla los resultados de los 3 escenarios propuestos:

Tabla IV-13 Resumen de escenarios pesimista, estimado y optimista.

Escenario	VAN	TIR
Pesimista	110.602.254	19,4%
Esperado	434.861.012	40,1%
Optimista	547.748.617	46,6%

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadro resumen anteriormente mostrado se obtiene que el Van y la TIR para variaciones de la demanda en el caso más desfavorable con una disminución extrema de un 40% con respecto a lo esperado si afectaría a la inversión, pero aun sería favorable ya que el VAN aun permanece mayor a cero, la TIR a favor con un 19,37% queda por encima de la tasa de retorno esperada, lo que indica que en el peor escenario

el proyecto es aun rentable. Mientras que para los demás escenarios el esperado y el optimista el VAN se muestra positivo, con una TIR de 40,1% y 46,6% respectivamente, lo que hace ver al proyecto muy atractivo para su inversión.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES GENERALES.

V.1. Discusión de resultados.

El mercado del manejo de los residuos peligrosos en su gran mayoría está dedicado al tratamiento de inertización y posterior disposición final en rellenos sanitarios, para lo cual el presente proyecto juega un papel importante dando una revalorización al residuo y evitando pasivos ambientales en rellenos sanitarios que tarda muchos años en descomponerse. La realización del proyecto de elaboración de un combustible alternativo sólido (CAS) a partir de residuos sólidos es amigable con el medio y va en pro de las nuevas políticas y exigencias medioambientales, además considerando la creciente conciencia ambiental por parte de la sociedad es un proyecto idóneo y que podría contar con el apoyo no solo social sino que también gubernamental. Los potenciales consumidores del CAS son las grandes cementeras tales como Cemento Melón La Calera, Cemento Bio Bio Teno y Cemento Polpaico, de los cuales con solo uno de ellos es más que suficiente para hacer viable este proyecto. El mercado cementero es estable en el tiempo, por lo general tiene consumos similares año a año de acuerdo a los reportes anuales de sostenibilidad de cada uno. Por lo que lo hace un nicho atractivo para el abastecimiento de CAS además de los bajos costos de obtención del producto (costo 0 para el cliente).

Técnicamente existen múltiples opiniones que favorecen la creación del proyecto CAS ya sea por que Chile está situado como un gran país generador de residuos, como también por la creación de nuevas políticas medioambientales tales como la ley 20.920 o ley REP (responsabilidad extendida del productor) ya en vigencia desde junio de 2016, que obligan a los generadores a disponer sus residuos de manera controlada con destinatarios fiables y con conciencia ambientalista como lo es la empresa Bravo Energy. También se suma la modificación al DS 148 (reglamento

sanitario sobre el manejo de residuos peligrosos) el cual incluye la revalorización del residuo como objetivo, buscando no solo la disposición controlada del residuo sino que dándole un uso alternativo a este, ya sea con un proceso de reciclado o bien como revalorización energética al usarlo como combustible alternativo en la co-incineración. La empresa Bravo Energy en donde se busca generar el proyecto CAS es sin duda la empresa idónea ya que cuenta con todos los permisos medioambientales para tratar los residuos que son potencial materia prima para el desarrollo del CAS. El punto de distribución quedaría ubicado dentro de las instalaciones de Bravo Energy en la comuna de Maipú, específicamente en el sector Industrial de Santa Marta con Camino a Melipilla, punto estratégico de distribución ya que se encuentra cercano a la autopista de Américo Vespucio y ruta 5. La principal inversión conlleva la compra de una Trituradora de 150 kw de potencia y con capacidades de producir entre 3 a 15 ton/hr obtener un tamaño de partícula de 10cm aprox además de la construcción de un Galpón de 800 m² con capacidad de tratar hasta 600 ton/mes más maquinaria para segregar y disponer de la materia prima que serán los residuos para finalmente triturar y obtener el material solido chipiado que será el combustible.

Económicamente se determinan los costos de inversión inicial para equipamiento, la depreciación de los activos, ingresos de acuerdo a lo demandado con sus respectivos costos fijos y variables, datos que se utilizaron para realizar la evaluación económica, que mediante el desarrollo de un flujo de caja indica, de acuerdo a los resultados obtenidos del VAN y la TIR, que es un proyecto rentable en una condición esperada, y mucho mejor en una condición optimista y hasta en una condición pesimista en el cual se disminuye el ingreso por venta en un 40% sigue dando un VAN positivo con una TIR superior a la tasa esperada por lo que en ese escenario el proyecto aún es viable.

V.2. Conclusiones generales.

En conclusión y de acuerdo a lo anteriormente discutido, el mercado de los residuos apunta a la revalorización de estos, lo que concretamente se traduce que el país necesita proyectos de estas características para ayudar a la correcta disposición y descontaminación del medio ambiente. Todo beneficio medioambiental que involucre reducción, reciclaje y revalorización de los residuos es valorado por las autoridades fiscalizadoras y si el mercado consumista como es el de las cementeras va en línea con la revalorización del residuo utilizándolo como CAS, la ejecución de un proyecto como el presentado en el presente estudio es absolutamente recomendable.

Técnicamente el ejecutar un proyecto como este en una empresa que se dedica al tratamiento de residuos ya es favorable debido a que cuenta con la materia prima, solo falta la incorporación de tecnologías y reordenar el espacios físicos dentro de la instalación para generar el CAS. Legalmente no hay restricción para que todo el residuo solido potencial se transforme en CAS, sin embargo la cementera de destino tiene un tope legal declarado en su RCA (resolución de calificación ambiental), que indica que hasta un 30% del combustible total puede ser alternativo ya sean sólidos o líquidos, considerando lo anterior en un horizonte de 5 años se puede abastecer la demanda total proyectada sin problemas estando dentro de este margen del 30%, por lo que se concluye como un escenario beneficioso y factible para la ejecución del proyecto.

Económicamente el proyecto es factible de realizar y además atractivo y rentable para la empresa ejecutante, abriendo una nueva línea de producción y negocios, considerando que la ejecución de la pre factibilidad no requiere financiamiento por contar con capital de inversión propio dejando una muy buena rentabilidad es que se recomienda 100% la ejecución del proyecto en evaluación.

Por lo tanto de acuerdo a lo antes concluido, en base a todos los aspectos evaluados tanto de mercado, técnico – legal y económico la ejecución de proyecto es viable y rentable

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Bravo Energy Chile S.A.: www.Bravoenergy.cl
 - ✓ Permisos legales.
- Base de datos de recepción y despacho
 - ✓ Base de datos de valores lista por costos de tratamiento.
- Ministerio de medio ambiente: www.mma.gob.cl
 - ✓ Legislación vigente manejo de residuos DS 148.
 - ✓ Ley 20.920 o ley REP de responsabilidad compartida del productor.
 - ✓ 1er reporte de manejo de residuos en Chile (CONAMA).
- Revista induambiente: www.induambiente.com
 - ✓ Información sobre nuevos destinos de los residuos como materia prima.
- Hidronor: www.hidronor.cl
 - ✓ Competencia directa de Bravo Energy.
- Cemento Melón La Calera: www.melon.cl
 - ✓ Reporte de sostenibilidad 2016.
- Cemento Bio Bio: <https://cementosbiobio.cl>
 - ✓ Reporte de sostenibilidad 2016.
- Cemento Polpaico: www.polpaico.cl
 - ✓ Reporte de sostenibilidad 2016.
- Servicio de Impuestos Internos SII: www.sii.cl
 - ✓ Valor UF.
 - ✓ Valor Dólar observador.
 - ✓ Tabla de depreciación para activos fijos.
 - ✓ Tabla de impuesto de primera Categoría.
- Banco Central de Chile: www.bcentral.cl
 - ✓ Series de boletín mensual (BCP).
 - ✓ Series de boletín mensual IGPA.
 - ✓ PIB.

ANEXOS

Anexo 1

Inversión en equipos

ITEM	DESCRIPCIÓN	PROVEEDOR	UN	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL CLP	TOTAL U.F.
Triturador Conveyor	Equipo triturador	SID SA	und	\$ 225.082.134	1	\$ 225.082.134	8451
Fundación del Galpón	Excavación, retiro de escombros, emplantillado y armado de moldajes de fundación	INCOVAP SA	m2	\$ 25.286	800	\$ 20.228.500	759
Pavimento integral pisos de Galpón	Escarpe, retiro de excedentes, compactación base e instalación de pavimento hormigón HP 30090 20/8	INCOVAP SA	m3	\$ 26.810	800	\$ 21.447.960	805
Estructura de galpón M3 986 800m2	Fabricación y montaje con estructura canal, cubierta plancha NV-4 zinc alum 0,4 mm	INCOVAP SA	ml	\$ 89.266	800	\$ 71.412.930	2681
Fundación Triturador	Excavación, retiro de escombros, emplantillado y armado de moldajes de fundación	INCOVAP SA	und	\$ 4.870.365	1	\$ 4.870.365	183
Grúa Horquilla 2,5 ton	compra de un equipo adicional a los existentes	SKC maquinarias S.A.	und	\$ 14.511.972	1	\$ 14.511.972	545
Rampla de inspección	Estructura complementaria para inspección.	Eduardo Diaz Vidal construcciones	und	\$ 4.850.000	1	\$ 4.850.000	182
Proyecto eléctrico	Incluye empalme, tableros luminaria, conexiónado, planimetría e inscripción SEC	Integra Ingenieria	und	\$ 16.826.154	1	\$ 16.826.154	632
Sistema de mitigación de polvo	Sistema de aspersores de agua para mitigación de polvo	Eduardo Diaz Vidal construcciones	und	\$ 870.000	1	\$ 870.000	33
TOTAL						\$ 380.100.015	14.271
UF al 31/10/17							26.634,90

Anexo 2
Flujo de caja esperado

FLUJO DE CAJA							
Año	0	1	2	3	4	5	
Ingresos por venta		215.423.071	323.134.607	430.846.142	538.557.678	646.269.214	
Costos variables		-60.727.572	-91.091.358	-121.455.144	-151.818.930	-182.182.716	
Gastos fijos		-24.499.493	-24.499.493	-24.499.493	-24.499.493	-24.499.493	
Gastos financieros		0	0	0	0	0	
Depreciación		-18.941.180	-18.941.180	-18.941.180	-18.941.180	-18.941.180	
Ganancia de Capital						-235.349.967	
Utilidad antes de Impuestos		111.254.826	188.602.576	265.950.326	343.298.075	185.295.857	
Impuestos		-27.813.707	-47.150.644	-66.487.581	-85.824.519	-46.323.964	
Utilidad despues de Impuestos		83.441.120	141.451.932	199.462.744	257.473.556	138.971.893	
Depreciación		18.941.180	18.941.180	18.941.180	18.941.180	18.941.180	
Ganancia de Capital						235.349.967	
Flujo Operacional		102.382.300	160.393.112	218.403.924	276.414.736	393.263.040	
Inversión	-380.100.015						
Capital de Trabajo	-7.087.736						
Recuperación Capital de Trabajo						7.087.736	
Valor Liquidación						38.486.398	
Préstamo	0						
Amortizaciones		0	0	0	0	0	
Flujo No Operacional	-387.187.751	0	0	0	0	45.574.134	
Flujo de Caja	-387.187.751	102.382.300	160.393.112	218.403.924	276.414.736	438.837.174	
Flujo de Caja Descontado	-387.187.751	92.153.285	129.944.408	159.264.235	181.428.269	259.258.566	
Valor Actual Neto VAN	434.861.012						
Tasa Interna de Retorno TIR	40,1%						
				Tasa descuento	11,1%	Tasa impuestos	25%

Anexo 3

Flujo de caja escenario Pesimista

FLUJO DE CAJA							
Año	0	1	2	3	4	5	
Ingresos por venta		129.253.843	193.880.764	258.507.685	323.134.607	387.761.528	
Costos variables		-36.436.543	-54.654.815	-72.873.086	-91.091.358	-109.309.630	
Gastos fijos		-24.499.493	-24.499.493	-24.499.493	-24.499.493	-24.499.493	
Gastos financieros		0	0	0	0	0	
Depreciación		-18.941.180	-18.941.180	-18.941.180	-18.941.180	-18.941.180	
Ganancia de Capital						-235.349.967	
Utilidad antes de Impuestos		49.376.627	95.785.276	142.193.926	188.602.576	-338.742	
Impuestos		-12.344.157	-23.946.319	-35.548.482	-47.150.644	84.685	
Utilidad despues de Impuestos		37.032.470	71.838.957	106.645.445	141.451.932	-254.056	
Depreciación		18.941.180	18.941.180	18.941.180	18.941.180	18.941.180	
Ganancia de Capital						235.349.967	
Flujo Operacional		55.973.650	90.780.137	125.586.624	160.393.112	254.037.091	
Inversión	-380.100.015						
Capital de Trabajo	-7.087.736						
Recuperación Capital de Trabajo						7.087.736	
Valor Liquidación						38.486.398	
Préstamo	0						
Amortizaciones		0	0	0	0	0	
Flujo No Operacional	-387.187.751	0	0	0	0	45.574.134	
Flujo de Caja	-387.187.751	55.973.650	90.780.137	125.586.624	160.393.112	299.611.225	
Flujo de Caja Descontado	-387.187.751	50.381.323	73.546.620	91.580.121	105.276.025	177.005.917	
Valor Actual Neto VAN	110.602.254			Tasa descuento	11,1%	Tasa impuestos	25%
Tasa Interna de Retorno TIR	19,4%						

Anexo 4

Flujo de caja escenario optimista

FLUJO DE CAJA							
Año	0	1	2	3	4	5	
Ingresos por venta		236.965.378	355.448.067	473.930.757	592.413.446	710.896.135	
Costos variables		-60.727.572	-91.091.358	-121.455.144	-151.818.930	-182.182.716	
Gastos fijos		-24.499.493	-24.499.493	-24.499.493	-24.499.493	-24.499.493	
Gastos financieros		0	0	0	0	0	
Depreciación		-18.941.180	-18.941.180	-18.941.180	-18.941.180	-18.941.180	
Ganancia de Capital						-235.349.967	
Utilidad antes de Impuestos		132.797.134	220.916.037	309.034.940	397.153.843	249.922.779	
Impuestos		-33.199.283	-55.229.009	-77.258.735	-99.288.461	-62.480.695	
Utilidad despues de Impuestos		99.597.850	165.687.028	231.776.205	297.865.382	187.442.084	
Depreciación		18.941.180	18.941.180	18.941.180	18.941.180	18.941.180	
Ganancia de Capital						235.349.967	
Flujo Operacional		118.539.030	184.628.207	250.717.385	316.806.562	441.733.231	
Inversión	-380.100.015						
Capital de Trabajo	-7.087.736						
Recuperación Capital de Trabajo						7.087.736	
Valor Liquidación						38.486.398	
Préstamo	0						
Amortizaciones		0	0	0	0	0	
Flujo No Operacional	-387.187.751	0	0	0	0	45.574.134	
Flujo de Caja	-387.187.751	118.539.030	184.628.207	250.717.385	316.806.562	487.307.365	
Flujo de Caja Descontado	-387.187.751	106.695.797	149.578.762	182.827.816	207.939.949	287.894.044	
Valor Actual Neto VAN	547.748.617			Tasa descuento	11,1%	Tasa impuestos	25%
Tasa Interna de Retorno TIR	46,6%						