



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA, EXTERNALIDADES  
MEDIOAMBIENTALES Y SOCIALES DE LA INSTALACIÓN DE UNA  
PLANTA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS VALUE FOR WASTE EN  
LA V REGIÓN**

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

**FRANCISCO JOSÉ JERIA UGARTE**

**PROFESOR GUÍA:  
JUAN PABLO ZANLUNGO MATSUHIRO**

**MIEMBROS DE LA COMISION:  
HUGO SÁNCHEZ RAMÍREZ  
FELIPE CÉLÈRY CÉSPEDES**

**SANTIAGO DE CHILE  
2015**

**EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA, EXTERNALIDADES MEDIOAMBIENTALES Y SOCIALES DE LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS VALUE FOR WASTE EN LA V REGIÓN**

Esta memoria se desarrolló en un momento en el que el manejo de residuos en Chile está en niveles sub-desarrollados y, por otro lado, un mercado absolutamente sin relación aparente, como el del uso de carbón, en su apogeo de utilización, potenciado por la generación eléctrica en termoeléctricas. Tiene como objetivo evaluar la factibilidad técnico - económica, en conjunto de externalidades de impacto ambiental y social de la instalación de una de planta de valorización de residuos en la V región. Es en esta región donde podemos encontrar todas las variables considerables en el análisis, como distintas alternativas de disposición de residuos y uso intensivo de carbón.

Esta planta tiene la característica de poder transformar el 70% de la basura domiciliaria en un pellet para la quema industrial, con características que le permiten ser sustituto del carbón hasta en un 10% de uso. He ahí la conexión de ambos mercados antes mencionados.

Para lo anterior se realizó análisis del escenario específico (Región de Valparaíso), en el cual se hizo un estudio de localización óptima, que sugirió que la planta debía ubicarse en la comuna de Nogales. Con esto, se procedió a analizar la factibilidad técnica de la planta y decidir la capacidad de procesamiento diario en función del comportamiento de la evaluación económica para variadas capacidades. Con la ubicación siendo capaz de cumplir los requerimientos técnicos para la instalación de la planta, se hizo una evaluación de escenarios según las variables de precios del pellet y tipping fee, y la capacidad de procesamiento diario. Reflejado en un flujo de caja anual, se mostró que el proyecto no era viable sino en escenarios muy optimistas, poco probables. De todas formas, luego, condicionado por la generación de desechos de Nogales, se definió que la planta debía tener una capacidad de procesamiento de 600 toneladas americanas (544 toneladas) de basura diaria. Es importante enunciar que al sensibilizar ciertas variables, se dio que si el pellet tuviese un precio de 113 USD por tonelada el proyecto sería viable, lo que significa un costo doble por MW generado para las termoeléctricas. Esto es favorable, ya que hay situaciones en que las termoeléctricas deben comprar incluso a 3 veces su costo el MW.

Luego, para aproximarse a un impacto ambiental y social, se realizaron dos estudios. El primero un análisis modular del procesamiento de la planta y todo lo asociado a este. Se basó en la metodología de análisis de ciclo de vida, en la cual se concluye que la instalación de la planta ahorraría, al menos, 1,2 toneladas de emisiones de CO2 equivalente (huella de carbono). El segundo tiene que ver con una validación a nivel de stakeholders del proyecto. El estudio, basado en una encuesta y entrevistas personales, concluyó la existencia de un problema real con la basura, pero un bajo descontento y conocimiento del tema. Reflejando por qué el tema de residuos no es contingente.

Se propone que el proyecto puede ser viable bajo modificaciones legales atinentes al tema.

A mi familia, mis padres, mis hermanos, mis amigos y todos aquéllos que sienten fueron parte de este largo camino.

Mis más sinceros agradecimientos a las personas que hicieron esta memoria fuera posible: profesores del taller de trabajo de título, Felipe Celery, Manuela Fernández, Juan Bostelmann, Felipe Jordán, Sebastián Gatica y Felipe Salinas.

## Tabla de contenido

---

Introducción.....	1
1. Marco Conceptual.....	2
1.1 Gestión de Residuos.....	2
1.2. Basural .....	2
1.3. Vertedero .....	2
1.4. Relleno Sanitario.....	2
1.5. Gestión sustentable de residuos .....	2
1.6. Estrategia jerarquizada de gestión de residuos .....	3
2. Antecedentes.....	4
2.1 Emprendimiento Value For Waste .....	4
Oportunidad de negocio .....	4
Estructura .....	4
2.2 Tecnología a analizar .....	4
Características .....	4
Descripción de principales componentes de la planta y sus funciones .....	5
Descripción servicio de disposición de basura.....	6
Descripción Productos: pellet y material reciclado.....	7
2.3. La basura en Chile .....	7
2.4. Manejo de residuos en Chile.....	9
2.5. Leyes y decretos asociados a la gestión de residuos sólidos en Chile .....	12
2.5. Uso de carbón en Chile .....	13
Termoeléctricas .....	13
Minería .....	15
Otros usos.....	15
2.6. Escenario específico a analizar .....	15
3. Justificación del Trabajo de Título .....	16
4. Objetivos.....	16
Objetivo General.....	16
Objetivos Específicos .....	16
5. Alcances.....	16
5.1. Escenario Específico.....	16
5.2. Evaluación Técnica.....	16
5.3. Evaluación Económica .....	17
5.4. Impacto Ambiental .....	17

5.5. Impacto Social .....	17
6. Metodología.....	17
6.1. Recopilación y análisis de antecedentes y alternativas de disposición en Chile y del uso de carbón de forma industrial. ....	17
6.2. Justificación de Escenario.....	17
Análisis PEST .....	17
Estudio de localización óptima .....	18
6.3. Factibilidad Técnica.....	19
6.5. Evaluación de Impacto Ambiental.....	19
6.6. Impacto Social .....	20
7. Justificación de escenario específico.....	20
7.1. Caracterización del escenario .....	20
7.2. Caracterización de mercados .....	22
Mercado de la basura.....	22
Mercado del carbón.....	24
7.3. Análisis PEST .....	24
7.3. Estudio de localización óptima .....	26
Definición de factores: .....	26
Tabla de peso (ponderación): .....	28
Alternativas de localización: .....	29
Resultados Análisis Multi-criterio.....	31
Cotas de capacidad dada la ubicación geográfica (Satisfacción de demanda).....	32
8. Análisis de factibilidad técnica.....	34
9. Análisis de factibilidad económica.....	35
9.1. Análisis de Costos.....	38
Costo de Capital .....	38
Costos Operacionales .....	39
9.2. Análisis de ingresos .....	40
Tiping Fee .....	40
Venta de Pellet .....	40
Venta para material reciclaje.....	41
9.3. Escenarios y sensibilización .....	41
Escenarios de capacidad de procesamiento de la planta e ingresos .....	41
9.2. Definición de capacidad idónea de la planta para el escenario específico .....	46
9.3. Análisis de Sensibilidad.....	46
10. Aproximación a una Evaluación de Impacto Ambiental.....	48

10.1. Impacto operacional de la planta (Ingresos y Egresos) .....	48
10.2. Impacto modificación lugar de disposición .....	50
10.3. Caracterización del pellet vs carbón .....	51
10.4. Impacto global de la planta (neto versus situación actual) .....	52
11. Validación social del proyecto (stakeholders).....	53
12. Condiciones Generales de viabilidad para el proyecto .....	54
12.1. Eje Económico.....	54
Energía .....	54
Precio por disposición de basura.....	55
Precio del pellet.....	56
12.2. Eje Medioambiental.....	57
12.3. Eje Social.....	57
Entrada al mercado de la disposición de basura.....	58
Modificaciones Legales.....	59
13. Conclusiones.....	61
14. Bibliografía.....	62
15. Anexos.....	64
Anexo A: Alternativas Disposición de Basura .....	64
Basural Pudahuel.....	64
Vertedero Alto Hospicio .....	64
Relleno Sanitario La Yesca.....	65
Anexo B: Tabla de información del informe regional de residuos del año 2009. ....	66
Anexo C: Mapa utilización regulación de Responsabilidad Extendida del Productor. ....	67
Anexo D: Tabla de la situación de vertederos y rellenos sanitarios de la V Región del informe regional de residuos del año 2009.....	68
Anexo E: Asociatividades Municipales de la región de Valparaíso .....	69
Anexo F: Tabla de definición de pesos de factores .....	69
Anexo G: Formato ficha de visita a terreno.....	70
Anexo H: Evolución de generación de residuos V región.....	71
Anexo I: Cantidad de trabajadores necesarios por capacidad de procesamiento de la planta. ....	71
Anexo J: Costos de mantención anuales por capacidad de procesamiento. ....	71
Anexo K: Costos en repuestos por capacidad de procesamiento.....	72
Anexo L: Costos en soporte técnico por capacidad de procesamiento. ....	72
Anexo M: Flujo de caja anual para todas las alternativas de procesamiento diario con las variables iniciales del capitulo de factibilidad económica.....	73

Anexo N: Formato de encuesta validación stakeholders .....	82
Anexo O: Stakeholders del proyecto .....	84
Anexo P: Lista de personas encuestadas.....	85

## Índice de Tablas

---

Gráfico 1: Estrategia jerarquizada de gestión de residuos.....	3
Gráfico 2: Composición de la basura en Chile .....	7
Gráfico 3: Generación anual e índices de valorización de residuos. ....	8
Tabla 1: Rellenos Sanitarios en Chile .....	10
Tabla 2: Programa nacional de residuos sólidos 2011 .....	11
Tabla 3: Leyes y decretos, gestión de residuos, 2011. ....	12
Tabla 4: Termoeléctricas en operación, Chile.....	14
Tabla 5: Ranking regional de variados ítems .....	15
Mapa 1: Lugares de disposición y generación de residuos V región de Valparaíso. ....	21
Tabla 6: Generación anual de residuos y su lugar de disposición por comuna .....	23
Tabla 7: Ponderadores de Factores de localización.....	28
Mapa 2: Alternativas de localización de la planta.....	29
Tabla 8: Puntajes análisis multicriterio Casablanca .....	31
Tabla 9: Puntajes análisis multicriterio Concón.....	31
Tabla 10: Puntajes análisis multicriterio Nogales .....	32
Tabla 11: Puntajes finales análisis multicriterio.....	32
Tabla 12: Basura disponible total y sin solución sanitaria, Nogales. ....	33
Tabla 13: Variables para la evaluación económica .....	36
Tabla 14: Costo de capital de la tecnología.....	38
Tabla 15: Costos operacionales planta de capacidad de procesamiento de 100 usTon diarias	39
Tabla 16: Sueldos tentativos trabajadores planta .....	39
Tabla 17: Flujo de caja anual, planta de capacidad de procesamiento de 300 usTon diarias..	42
Gráfico 4: Índice USD/usTon para escenario actual .....	43
Tabla 18: Datos gráfico 4 .....	43
Gráfico 5: Índice USD/usTon para escenario semi-optimista .....	44
Tabla 19: Datos gráfico 5 .....	44
Gráfico 6: Índice USD/usTon para escenario optimista.....	45
Tabla 20: Datos gráfico 6 .....	45
Tabla 21: Escenarios de sensibilidad de variables.....	46
Tabla 22: Escenarios combinados sensibilización de variables .....	47
Tabla 23: Impacto en huella de carbono para ingresos de la planta por tonelada procesada ..	48
Tabla 24: Impacto en huella de carbono para salidas de la planta por tonelada procesada.....	49
Tabla 25: Impacto en huella de carbono de la operación de la planta.....	50
Tabla 26: Capacidad calórica e impacto de producción pellet - carbón.....	52

Tabla 27: Comparación impacto alternativas de disposición final de basura..... 52

## Introducción

---

Value for Waste es un emprendimiento que busca solucionar los problemas de gestión de residuos en Chile, entendiéndolos como algo más allá que un desecho, como una oportunidad de generar valor, he ahí su nombre. Esta empresa está analizando la oportunidad de instalar una planta de valorización de residuos en Chile, como una nueva alternativa de disposición de basura con solución sanitaria, y que tiene características diferenciadoras a las soluciones sanitarias ya existentes en el país.

Esta tecnología, de origen Estadounidense, es una alternativa de disposición de basura con solución sanitaria desarrollada a partir de solucionar distintos problemas (uso de suelo, olores, etc.). En Chile se ha puesto foco en la creación de rellenos sanitarios, siendo así la única alternativa que actualmente se utiliza para una disposición de basura con un impacto considerablemente menor que un vertedero. La planta tiene dos características importantes. Primero, la disposición de basura es interna, lo que minimiza su impacto en el medioambiente en su operación. Ya con la basura en procesamiento, se separa inicialmente de la basura el material ferroso, aluminio, piedras y vidrios. Los primeros son el 25% de la basura, y con el restante 75% de la basura se genera un pellet para la quema industrial. Segundo, este pellet es un sustituto y/o complemento del carbón, con buena capacidad caloría y bajas emisiones, lo que lo hace una alternativa medioambientalmente amigable para la producción energética en termoeléctricas, o en uso de calderas en la minería u otras industrias que utilicen carbón. Lo anterior hace dar cuenta que esta planta une dos mercados críticos en Chile, la disposición de basura y la producción energética sustentable.

Esta memoria busca evaluar la factibilidad técnica-económica de esta tecnología en Chile, específicamente en la V región y aproximarse a definir el impacto ambiental y social de su posible instalación.

## 1. Marco Conceptual

---

### 1.1 Gestión de Residuos

---

Debe entenderse como la acción que realiza un privado o las municipalidades de recolección, traslado y disposición final de los residuos. La gestión de residuos no considera el hacerlo de forma sustentable ni está condicionado a realizarlo con ninguna característica positiva asociada.

### 1.2. Basural

---

**Definición según Ministerio del Medioambiente:** Lugar destinado a la disposición final de residuos que no cumplen con la legislación vigente y tampoco cuentan con Autorización Sanitaria, de acuerdo a la Resolución N° 2.444. En términos simples, un basural es un lugar de apilamiento de desechos generado espontáneamente por la sociedad dada la necesidad de eliminar residuos. Imagen en Anexos.

### 1.3. Vertedero

---

**Definición según Ministerio del Medioambiente:** Lugar destinado a la disposición final de residuos que no cumplen con la legislación vigente, pero cuentan con Autorización Sanitaria, de acuerdo a la Resolución N° 2.444. Básicamente un lugar establecido para la disposición final de residuos, pero que no tiene la capacidad de control sobre su impacto en el ambiente y que no necesariamente tiene planes de control y de cierre. Imagen en Anexos.

### 1.4. Relleno Sanitario

---

**Definición según Ministerio del Medioambiente:** Lugar destinado a la disposición final de residuos que cumple con la legislación vigente (Autorización Sanitaria, de acuerdo al D.S. N° 189, más Resolución de Calificación Ambiental).

En términos más aplicados, un relleno sanitario se considera como “método diseñado para la disposición final de la basura. Este método consiste en depositar en el suelo los desechos sólidos, los cuales se esparcen y compactan reduciéndolos al menor volumen posible para que así ocupen un área pequeña”<sup>1</sup>. Es importante destacar que existen distintas medidas de mitigación de impacto ambiental, tanto como una capacidad de control sobre este. Imagen en Anexos.

### 1.5. Gestión sustentable de residuos

---

Se remite al mismo concepto definido en 1.1, pero se integra el concepto de sustentabilidad. El concepto sostenible se define por la RAE como: “Dicho de un proceso: Que puede mantenerse por sí mismo, como lo hace, p. ej., un desarrollo económico sin ayuda exterior ni merma de los recursos existentes”. Con lo anterior, una gestión sustentable de residuos se entiende como la práctica de gestar los residuos sin necesidad de impactar en el medioambiente, la sociedad y a la vez ser económicamente viable en algún escenario.

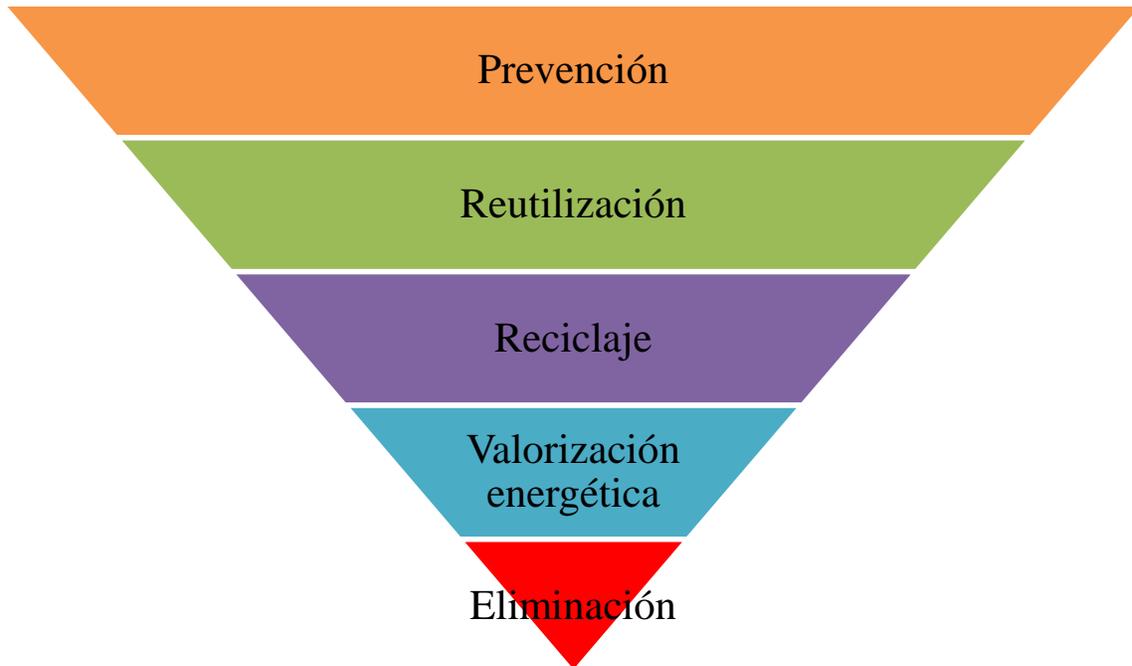
---

<sup>1</sup> [www.binasss.sa.cr/poblacion/rellenosanitario.htm](http://www.binasss.sa.cr/poblacion/rellenosanitario.htm)

## 1.6. Estrategia jerarquizada de gestión de residuos

La gestión de residuos tiene una estructura en la que se entiende que es más sustentable y genera más valor al realizarlo. Esta jerarquía se muestra en el siguiente gráfico:

**Gráfico 1: Estrategia jerarquizada de gestión de residuos.**



*Fuente: Informe MMA - 2011*

Según el informe del MMA del año 2011, cada uno de estos puntos se define de la siguiente forma:

- **Prevenición:** acciones o medidas destinadas a evitar o reducir la generación de residuos, disminuir la presencia de sustancias peligrosas o contaminantes en ellos, y minimizar los impactos significativos sobre el medio ambiente o la salud de las personas que éstos generen
- **Reutilización:** acción consistente en el uso de un material o producto previamente utilizado como insumo en el proceso productivo que le dio origen.
- **Reciclaje:** acciones de valorización mediante las cuales los residuos son transformados en nuevos productos, excluyendo la valorización energética.
- **Valorización Energética:** empleo de un residuo como combustible en un proceso productivo.
- **Eliminación:** acciones que tienen por objeto disponer en forma definitiva los residuos.

## 2. Antecedentes

---

### 2.1 Emprendimiento Value For Waste

---

El emprendimiento Value for Waste pretende gestionar los residuos y valorizarlos de la mejor manera según el escenario específico que se analice. Esto mediante la instalación de una planta de última tecnología desarrollada en Estados Unidos que logra gestionar residuos domiciliarios, separarlos y producir pellets para la quema industrial.

### Oportunidad de negocio

---

El emprendimiento nace de la pobre gestión de basura que existe hoy en Chile y la necesidad de mejorarlo en el corto plazo. Dado esto, Value for Waste se crea con la intención de gestionar proyectos para la instalación de tecnologías, que gestionen de manera sustentable los residuos del país.

En una primera etapa se está evaluando una tecnología en específico. Esta tecnología estadounidense busca hacerse cargo de problemas locales de disposición de basura (solución sanitaria y medioambiental) de forma sustentable, produciendo productos para la producción energética (pellet) y reciclaje, unificando una solución para dos grandes problemas de Chile, la basura y la energía.

### Estructura

---

La empresa tiene una estructura organizacional actual de 5 socios fundadores, que componen el emprendimiento y el equipo que trabaja en post de analizar distintas tecnologías y escenarios, para así en un futuro gestionar los proyectos de instalación de las tecnologías que generen mayor beneficio para los escenarios específicos.

### 2.2 Tecnología a analizar

---

La tecnología a analizar es de origen estadounidense, específicamente de Tennessee. Esta nace de la realización de la necesidad de solucionar un tema importante como la disposición de basura. Durante años la basura se ha apilado en terrenos aislados, pero esto ya no es una solución saludable ni sustentable, por lo que se vio como prioridad el desarrollar una tecnología que se hiciera cargo de lo anterior.

### Características

---

La tecnología consiste en líneas de procesamiento, que en una primera etapa, trituran la basura y luego la separan, siendo esta la primera innovación tecnológica importante. Se logran separar los residuos ferrosos, el aluminio, las piedras y el vidrio del resto de la basura. Luego de la separación, la basura no separada pasa por un proceso de secado y esterilizado. El esterilizado es la innovación tecnológica más importante del proceso. Aquí es donde la basura pasa a ser un producto seguro de manipular en términos sanitarios y para su quema posterior. Finalmente, el producto secado y esterilizado (llamado fluff) pasa por un proceso de pelletizado, según los requerimientos del cliente, el cual sirve para la quema industrial en conjunto con carbón.

## Descripción de principales componentes de la planta y sus funciones

---

Los siguientes ítems representan una descripción de los principales componentes y subsistemas de cada una de las principales líneas de procesamiento (con capacidad de procesar 4,5 toneladas por hora de basura).

1. **Tolva de alimentación y huincha transportadora:** La basura dispuesta dentro de la planta será cargada en una tolva que pondrá la basura en una huincha transportadora que la elevara a un punto de descarga dentro de una pre-chancadora.
2. **Pre-trituradora:** La pre-trituradora, que consta de dos ejes, reduce los residuos introducidos a un grosor máximo de 100 mm. También está diseñada para poder moler las botellas de vidrio para permitir su remoción en la fase de extracción de material inerte. Finalmente descargara en una cadena trasportadora reversible que dividirá la basura en las distintas líneas de procesamiento.
3. **Remoción del material ferroso:** El proceso de remoción de material ferroso usa una serie de huinchas transportadoras e imanes para separarlo del resto de los residuos. El material ferroso separado será transportado a un sistema de limpieza para luego ser dispuesto en contenedores que permitirán su traslado fuera de las instalaciones. Los transportadores serán diseñados de tal manera que cada artículo debe ser magnéticamente seleccionado al menos dos veces antes de la descarga al contenedor de material ferroso. El dispositivo principal incorporara un sistema de electroimanes para eliminar de manera eficiente los materiales ferrosos del flujo de residuos. Una polea de cabeza magnética adicional se incorpora en la línea de procesamiento principal para la captura de material magnético secundario. Materiales ferrosos adicionales seleccionados en esta estación secundaria se transmitirán y descargarán a una tolva que será vaciada manualmente.
4. **Remoción de metales no ferrosos:** Este proceso utiliza un diseño de poleas de alta velocidad con imanes diseñados para maximizar los campos magnéticos en la superficie de la correa de transportación. Cinturones de alta resistencia al desgaste, actual fabricados con material resistente a la abrasión, se incorporan para alta resistencia al desgaste y un funcionamiento fiable.
5. **Extracción de material inerte:** Este proceso utiliza clasificadores de aire, cuchillos y otros procesos de selección para eliminar de vidrio, piedras y otros materiales inertes desde el flujo del proceso. Este sistema se ha diseñado para cumplir con la garantía de no-metal y no residuos no procesables de pureza que se describe en las especificaciones de rendimiento. Materiales inertes retirados se transmiten a contenedores para ser retirados de las instalaciones.
6. **Reducción de dimensión:** En esta etapa se utiliza una trituradora cuádruple para dimensionar los residuos tratados de 100 mm a al menos 20 mm.

7. **Hydrolyzer:** El hydrolyzer, tecnología patentada, es un proceso de flujo continuo que utiliza una combinación de vapor y la presión para descomponer el flujo de residuos aceptable procesado. La cámara de hydrolyzer utiliza la inyección de vapor y una camisa de vapor calentado para generar la presión y la temperatura requerida para el procesamiento adecuado. Una vez que los residuos tratados salen de la cámara, se permitirá pasar de una presión de 8,6 bares a la presión atmosférica, lo que ayuda aún más la descomposición del material de desecho aceptable procesado. El producto que saldrá de la cámara de Hydrolyzer es el Fluff, el cual al salir del hydrolyzer será homogéneo, no putrescible y estable. El hydrolyzer será fabricado por los dueños de la tecnología y será diseñado para un caudal nominal de 4,5 toneladas por hora procesable de residuos a fin de generar Fluff con un contenido de humedad aproximado de un 28%.
8. **Acondicionamiento del Fluff:** El Fluff será procesado a través de una moledora adicional y/o un sistema de selección para garantizar un tamaño de 20 mm que asegura que el material tiene un tamaño adecuado para iniciar el proceso de pelletizado.
9. **Secador de aire:** Para optimizar el proceso de pelletizado, el Fluff pasará por un secador de aire que reducirá el 28% de humedad nominal del fluff hasta llegar a un aproximado de un 15% de peso en humedad.
10. **Pelletizado:** El Fluff ya secado será ingresado a un pelletizador que lo convertirá a un estado de densidad nominal de 12mm de diámetro, para así optimizar su manejo, stock y eventual transporte. El tamaño exacto del pellet será optimizado en función de reducir los costos energéticos y de mantención del proceso. Además se buscará maximizar la eficiencia de la combustión del pellet.
11. **Enfriado del pellet:** Los pellet calientes serán pasados a un contenedor para ser enfriados con flujo de aire. Esto se realiza para mejorar la calidad del pellet y su durabilidad. Cuando el pellet se encuentre en una temperatura levemente superior a la temperatura ambiente será trasladado a su lugar de bodegaje para su futuro traslado.

#### Descripción servicio de disposición de basura.

La recepción de la basura en la planta se lleva a cabo en una zona interna, en la que los camiones de basura pueden ingresar a depositarla.

El servicio de disposición de basura que ofrece la planta tiene 3 características diferenciadoras. En primer lugar, es un servicio con solución sanitaria. El que la basura sea receptada en una zona interna de la planta, evita la generación de olores al exterior. Además, dado el temprano procesamiento de la basura, esta no llega a situación de descomposición, lo que la hace una gran solución sanitaria evitando contaminación de aguas y aire. En segundo lugar, la planta no genera ninguna molestia a la comunidad local dadas las características anteriores. Finalmente, la planta es una solución sustentable para el medioambiente, ya que además de acortar la vida de la basura, el pellet afecta de manera positiva en la quema conjunta con el carbón. Datos específicos sobre estas características diferenciadoras se mostraran más adelante en el informe

## Descripción Productos: pellet y material reciclado

Existen dos tipos de productos finales generados por el procesamiento de basura en la planta. EL primero generado es el material separado en la primera etapa de procesamiento. Acá es donde se separa aluminio, material ferroso, vidrio y piedras. Todo este material separado puede ser vendido a diferentes empresas dedicadas a la reutilización de material reciclado.

Por otra parte está el pellet producido por la otra parte de la basura. Este pellet es para su uso industrial y su quema en conjunto con carbón. El pellet tiene las siguientes características:

- Puede ser quemado en conjunto con carbón (10% pellet) sin la necesidad de cambiarse la tecnología de quema del anterior.
- Baja producción de ceniza al quemarse
- Capacidad calórica de 20.29 MJ/Kg
- Puede ser guardado durante 10 años sin perder sus propiedades.

### 2.3. La basura en Chile

La gestión de residuos en Chile está a niveles subdesarrollados. En Chile prácticamente no existe el reciclaje y la valorización de residuos, pero además se realiza una disposición de basura deficiente y con un gran impacto ambiental.

En Chile se producen 17 millones de toneladas de basura al año. De estas, aproximadamente 10,5 millones corresponden a residuos industriales, y los otros 6,5 millones a basura domiciliaria. Es importante destacar que las regiones con mayor producción de basura domiciliaria son la Región Metropolitana, con 2,7 millones de toneladas al año, la región del Bío, con 0,64 millones de toneladas al año y la región de Valparaíso con 0,48 millones de toneladas al año<sup>2</sup>.

En el gráfico 2 se muestra la composición de la basura domiciliaria en Chile.

**Gráfico 2: Composición de la basura en Chile**

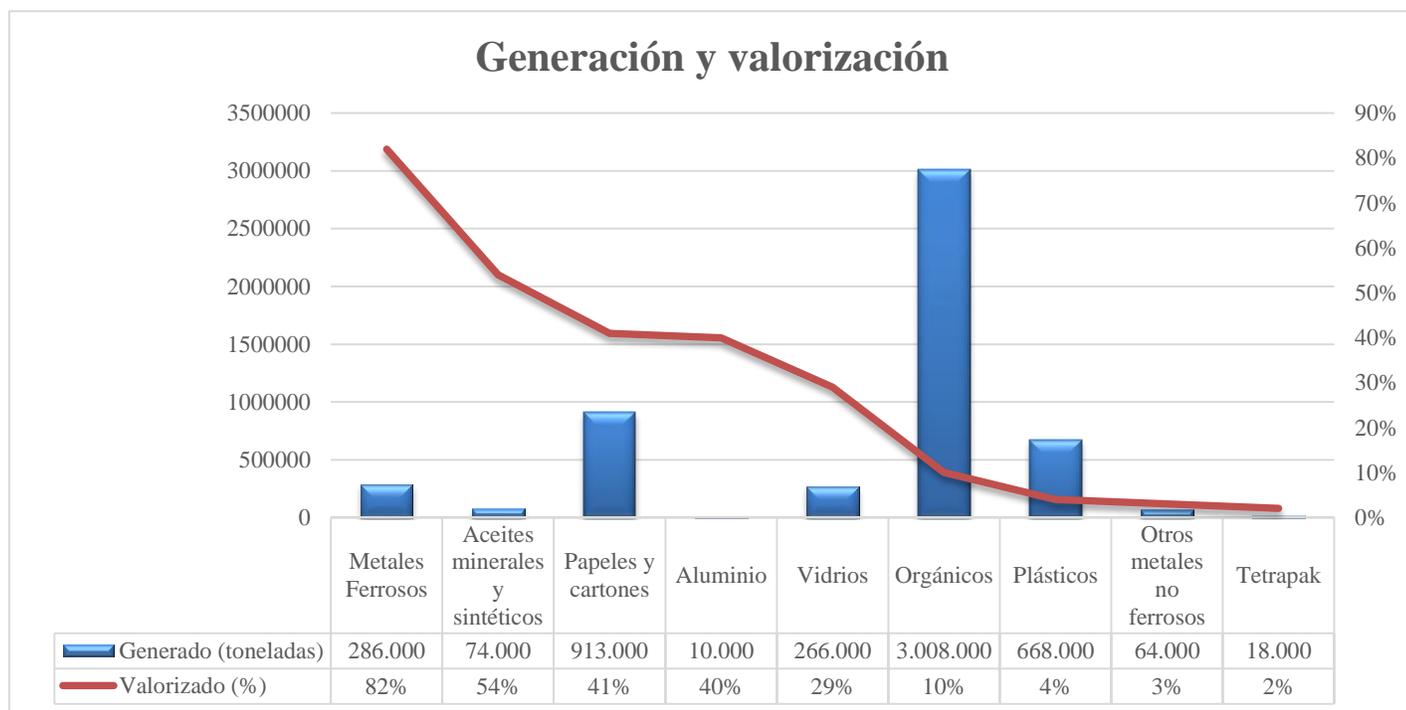


Fuente: Informe MMA - 2011

<sup>2</sup> Informe MMA 2011

Ahora, en conocimiento de la magnitud y características de la basura producida en Chile, se tiene que los niveles de valorización y reciclaje de la basura se muestran en el gráfico 2.

**Gráfico 3: Generación anual e índices de valorización de residuos.**



*Fuente: Informe MMA - 2011*

Es importante destacar que, prácticamente toda la valorización y reciclaje de residuos es realizada por la industria debido a distintas obligaciones legales, lo que deja al mercado domiciliario muy retrasado en estos términos.

Finalmente, se tiene que para efectos de análisis de posibles clientes de la planta debe tenerse claro quiénes son los responsables de la basura en Chile. La basura domiciliaria es responsabilidad por ley de las municipalidades, quienes deciden bajo distintos mecanismos donde dispondrán su basura.

## 2.4. Manejo de residuos en Chile

---

Chile ha vivido un gran crecimiento económico en los últimos 25 años. Esto se ha visto reflejado en el mejoramiento de la calidad y estándares de vida de la población. Como se ha demostrado a través del tiempo, alrededor del mundo, el crecimiento económico sostenido viene de la mano con significativo aumento en la generación de basura, creando de esta forma muchos problemas medioambientales y costos sociales que tienen que ser gestionados de alguna forma.

El manejo de residuos domiciliarios en la mayoría de las regiones de Chile es claramente no sustentable y se ve hoy enfrentado a importantes desafíos a nivel político, geográfico y de medioambiente. Es por lo anterior, la necesidad de investigar nuevas tecnologías y/o formas para gestionar los residuos domiciliarios de forma sustentable.

En Chile las municipalidades son las responsables de la recolección, transporte y disposición final de los residuos domiciliarios. La mayoría de las municipalidades contrata servicios de manejo de residuos en el sector privado en licitaciones abiertas que incluyen la recolección y la disposición final de la basura. El resto de las municipalidades (dato que no es sido posible encontrar de forma precisa) tiene su propio sistema de recolección de basura (Santiago, Valparaíso, Quintero) e incluso pueden llegar a tener sus propios lugares de disposición de basura (Vertederos Municipales), que generalmente son bastante ineficientes y mal manejados. Cada municipalidad tiene la libertad de actuar de forma independiente y negociar los precios que más le sean convenientes, sin tener ninguna obligación en términos legales de incluir temas de sustentabilidad. Consecuencia de lo anterior es que no existen precios fijos para estos servicios y las municipalidades traspasan los costos de gestión de la basura a las personas a través del pago de las imposiciones.

La gestión antes nombrada da a luz los grandes problemas sanitarios del manejo de la basura. En la teoría Santiago es la única región del país que dispone en un 100% su basura en rellenos sanitarios. Se habla de “en teoría”, dado en que Santiago aún existen Vertederos y Basurales consecuencia del traslado y disposición ilegal de basura, tema que aún sigue siendo difícil de dimensionar.

En las otras regiones del país se tienen muy pocos rellenos sanitarios, y el resto de la disposición es en vertederos (con y sin manejo, con y sin planes de cierre), basurales y micro-basurales.

En la siguiente tabla se muestran los rellenos sanitarios en funcionamiento hoy en Chile, según la respuesta del Ministerio de Medioambiente y el de Salud a una consulta de transparencia. (Esta lista se encuentra incompleta y fue completada según información recopilada).

**Tabla 1: Rellenos Sanitarios en Chile**

<b>Región</b>	<b>Nombre del Sitio</b>	<b>Comuna en que se encuentra</b>	<b>CALIFICACIÓN DEL STIO</b>
1	Relleno Sanitario el Boro	Comuna de Alto Hospicio	Relleno Sanitario
1	Relleno Sanitario de Pica	Comuna de Pica	Relleno Sanitario
1	Relleno Sanitario de Camiña	Comuna de Camiña	Relleno Sanitario
2	Vertedero Taltal	Comuna Taltal	Relleno Sanitario
2	Vertedero Calama	Comuna Calama	Relleno Sanitario
2	Vertedero Municipal de Mejillones	Comuna Mejillones	Relleno Sanitario
2	Vertedero San Pedro de Atacama	Calama -Camino paso Jama	Relleno Sanitario
2	Relleno Sanitario Manual (Chiu- Chiu-Lasana)	COMUNA EL LOA	Relleno Sanitario
2	RELLENO SANITARIO EL LOA-OLLAGUE	COMUNA EL LOA	Relleno Sanitario
3	Relleno sanitario provincia de Huasco	Vallenar	Relleno Sanitario
3	El Salvador	Diego de Almagro	Relleno Sanitario
3	Copiapó	Copiapó	Relleno Sanitario
4	Relleno Sanitario El Panul	Coquimbo	Relleno Sanitario
5	Relleno Sanitario El Molle	Valparaíso	Relleno Sanitario
5	Relleno Sanitario La Hormiga	San Felipe	Relleno Sanitario
6	Colihues - La Yesca	Requínoa	Relleno Sanitario
7	El Guanaco	Teno	Relleno Sanitario
7	El Retamo	Talca	Relleno Sanitario
7	Ecomaule	Rio Claro	Relleno Sanitario
7	Arquitectura y Paisajismo (San Roque)	San Clemente	Relleno Sanitario
8	Relleno Sanitario CEMARC	Penco	Relleno Sanitario
8	Relleno Sanitario Laguna Verde	Los Ángeles	Relleno Sanitario
8	Copiulemu	Florida	Relleno Sanitario
8	Relleno Sanitario Cañete	Cañete	Relleno Sanitario
8	Hera Ecobio S.A.	Chillan Viejo	Relleno Sanitario
9	Relleno Sanitario Coipue Freire	Freire	Relleno Sanitario
9	Relleno Sanitario Nva Imperial	Nva Imperial	Relleno Sanitario
9	Relleno Sanitario Villarrica	Villarrica	Relleno Sanitario
11	Relleno Sanitario Coyhaique	COYHAIQUE	Relleno Sanitario
11	Relleno Sanitario Villa la Tapera	LAGO VERDE	Relleno Sanitario
11	Relleno Sanitario Puerto Ibáñez	RIO IBAÑEZ	Relleno Sanitario
13	Relleno Sanitario Santa Marta	Talagante	Relleno Sanitario
13	Relleno Sanitario Loma Los Colorados	Tiltil	Relleno Sanitario

*Fuente: Transparencia ministerios de medioambiente y salud.  
Elaboración propia.*

Aparte de lo anterior, según un catastro realizado por el Ministerio de Medio Ambiente, existen 72 vertederos (que cuentan con cierre perimetral y un tratamiento mínimo de los desechos) y 67 basurales, que no cumplen con normas sanitarias.<sup>3</sup>

Por otra parte, para entender la situación en que se encuentra el manejo de residuos en Chile, se muestra en la siguiente tabla la situación actual del Programa Nacional de Residuos Sólidos a nivel regional al 2011.

**Tabla 2: Programa nacional de residuos sólidos 2011**

Región	Cierre de vertederos		Construcción de rellenos			Planes de gestión			Proyectos de minimización
	Estudios de planes de cierre	Vertederos cerrados	Estudios	Rellenos diseñados	Rellenos en construcción	Planes comunales	Planes regionales en desarrollo	Planes aprobados	
<b>Arica-Parinacota</b>	1		1	1		2	1		1
<b>Tarapacá</b>			2						
<b>Antofagasta</b>			1				1		1
<b>Atacama</b>	5		1				1		
<b>Coquimbo</b>	3							1	1
<b>Valparaíso</b>	1						1		3
<b>Metropolitana</b>	1							1	7
<b>O'higgins</b>	1								3
<b>El Maule</b>	2								9
<b>Biobío</b>	16	1		1	1	9	1		
<b>Araucanía</b>	15		11	2		2			2
<b>Los Ríos</b>	4		2	1					3
<b>Los Lagos</b>	11		10	2					2
<b>Aysén</b>	1		1		3		1		
<b>Magallanes</b>						1			1
<b>Totales</b>	<b>61</b>	<b>1</b>	<b>29</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>33</b>

Fuente: Informe MMA - 2011

La poca congruencia entre los estudios realizados para el cierre de vertederos y la construcción de rellenos sanitarios con la ejecución de estos planes muestra el complejo escenario que vive hoy Chile en relación al manejo de sus residuos domiciliarios. Es importante entender como está regulado hoy el tema y que es lo que se viene en estos términos.

<sup>3</sup> <http://www.latercera.com/noticia/nacional/2013/08/680-536182-9-gobierno-chile-debe-duplicar-rellenos-sanitarios-por-alta-generacion-de-basura.shtml>

## 2.5. Leyes y decretos asociados a la gestión de residuos sólidos en Chile

Los siguientes son las leyes y decretos que indica el informe del Ministerio del medioambiente sobre la gestión de residuos, que están vigentes al día de la publicación del informe (2011).

**Tabla 3: Leyes y decretos, gestión de residuos, 2011.**

<b>Año de Vigencia</b>	<b>Leyes y Decretos</b>
<b>1967</b>	DFL N°725, del Ministerio de Salud, que establece el Código Sanitario
<b>1992</b>	DS 685/1992 en que Chile ratifica el Convenio de Basilea, el cual regula el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y estipula obligaciones de las Partes para asegurar el manejo ambientalmente racional de los mismos, particularmente su disposición.
<b>1994</b>	Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, que incorpora el tema de los residuos en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental artículo 10 letras i) y o).
<b>2000</b>	DS 594/2000 del MINSAL, sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo (proviene del D.S.745 del año 1993).
<b>2004</b>	DS 148/2004 del MINSAL, que establece el Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos.
<b>2007</b>	DS 45/2007 de MINSEGPRES, el cual establece la norma de emisión para la incineración y co-incineración.
<b>2008</b>	DS 189/2008 del MINSAL, que regula las condiciones sanitarias de seguridad básicas en los rellenos sanitarios.
<b>2009</b>	DS 6/2009 del MINSAL, sobre el manejo de residuos generados en establecimientos de atención de salud.
<b>2009</b>	DS 4/2009 de MINSEGPRES, para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas.
<b>2010</b>	Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, modificada por la Ley 20.417, establece como función del Ministerio del Medio Ambiente proponer políticas y formulas normas, planes y programas en materias de residuos (artículo 70 letra g)

*Fuente: Informe MMA - 2011*

DS: Decreto Supremo, es una orden escrita por el Presidente de la Republica dentro de la esfera de su competencia.

DFL: Decreto con Fuerza de Ley, es un acto normativo del presidente de la republica fuera de su dominio legal, pero realizado en virtud de una delegación hecha por el congreso nacional.

Cabe señalar que actualmente se está tramitando en el Congreso la ley de responsabilidad extendida del productor, la cual, en términos simples, definidos por la página del ministerio del medioambiente, consiste en lo siguiente:

*“El proyecto de ley introduce la Responsabilidad Extendida del Productor (REP), la cual obliga a empresas productoras (fabricantes e importadoras) de productos prioritarios a hacerse cargo de sus productos una vez terminada su vida útil. La ley especifica los siguientes productos prioritarios: Aceites lubricantes, Aparatos eléctricos y electrónicos, incluidas las lámparas o ampolletas, Diarios, periódicos y revistas, Envases y embalajes, Medicamentos, Neumáticos, Pilas y baterías, Plaguicidas caducados y vehículos. Se establecerán metas para la recolección y valorización de estos residuos, creando así nuevos negocios, y disminuyendo su disposición final.*

*Además, la REP obliga a los productores a considerar los costos para el manejo de su producto al momento de convertirse en residuo, generando así un incentivo de prevención.”<sup>4</sup>*

Con lo anterior, se da a entender una preocupación por avanzar en términos legislativos hacia un lugar común con los países desarrollados que ya utilizan este tipo de regulación. En Anexos mapa con países que utilizan esta regulación como parte de su mitigación a la generación de residuos.

## 2.5. Uso de carbón en Chile

---

En Chile se utilizan dos tipos de carbón. El carbón bituminoso y el carbón sub-bituminoso. Estos tienen las siguientes características:

- **Sub bituminoso** (Producción Chilena):
  - Precio en Chile: USD 50/ton = USD 0,022/Lb
  - Capacidad Calórica: 7.800 – 10.500 Btu/Lb aprox.
  - Precio por Btu: 327.272 Btu/USD
  
- **Bituminoso** (Importado, 90% mercado):
  - Precio: USD 78-90/ton = USD 0,035 – 0,0408 /Lb
  - Capacidad Calórica: 10.500-14.000 Btu/lb
  - Precio por Btu: 271.428 – 325.980 Btu/USD

El 90% del carbón utilizado en Chile es importado desde países como Colombia, EE.UU y Australia. Esto hace que sea un mercado absolutamente dependiente de la producción exterior.

El uso de carbón en Chile para el año 2013 fue de aproximadamente 12 millones de toneladas para la generación de energía eléctrica en termoeléctricas, lo que corresponde a un 33,35% de lo generado en el SIC ese año, y un 81,9% del SING.<sup>5</sup>

## Termoeléctricas

---

La generación eléctrica en Chile tiene distintos componentes, en el cual su principal son las termoeléctricas. Estas pueden utilizar diferentes combustibles para su funcionamiento (Gas natural, diésel, etc.), pero el principal combustible utilizado en Chile es el carbón.

El siguiente es un listado actualizado de las termoeléctricas a carbón en funcionamiento en Chile:

---

<sup>4</sup> <http://www.mma.gob.cl/1304/w3-propertyvalue-16542.html>

<sup>5</sup> <http://www.mch.cl/reportajes/la-reactivacion-del-carbon-chileno-impulsada-por-su-uso-en-termoelectricidad/>

**Tabla 4: Termoeléctricas en operación, Chile.**

<b>NOMBRE</b>	<b>EMPRESA</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>Región</b>	<b>ZONA</b>	<b>PRODUCTO</b>
<b>Termoeléctrica Tarapacá (Patache I)</b>	Celta (Endesa)	Patache, Iquique	Tarapacá	NORTE	Carbón, Diésel
<b>Termoeléctrica Norgener</b>	Norgener (AES Gener)	Tocopilla	Antofagasta	NORTE	Carbón, Petcoke
<b>Termoeléctrica Tocopilla</b>	E-CL (AES Gener)	Tocopilla	Antofagasta	NORTE	Petróleo N 6 - Carbón - Petcoke - Gas Natural - Diésel
<b>Termoeléctrica Andina</b>	E-CL (GDF Suez)	Mejillones	Antofagasta	NORTE	Petcoke, Carbón y mezcla de ambos
<b>Termoeléctrica Angamos</b>	AES Gener	Mejillones	Antofagasta	NORTE	Carbón y Petróleo pesado
<b>Termoeléctrica Mejillones</b>	E-CL (GDF Suez)	Mejillones	Antofagasta	NORTE	Diésel - PC N 6 - Gas Natural
<b>Termoeléctrica Hornitos</b>	Antofagasta PLc y E-CL (GDF Suez)	Mejillones	Antofagasta	NORTE	Carbón y Petcoke
<b>Termoeléctrica Guacolda</b>	Guacolda S.A. (AES Gener)	Huasco	Atacama	NORTE	Petcoke, Carbones, Petróleo Diésel - Petróleo N 6
<b>Complejo Termoeléctrica Ventanas</b>	AES Gener	Ventanas, Puchuncaví	Valparaíso	CENTRO	Carbón, Petróleo, Diésel
<b>Termoeléctrica Nueva Ventanas</b>	Eléctrica Ventanas (AES Gener)	Ventanas, Puchuncaví	Valparaíso	CENTRO	Carbón, mezcla de carbón y coque de petróleo
<b>Termoeléctrica Campiche</b>	AES Gener	Ventanas, Puchuncaví	Valparaíso	CENTRO	Carbón
<b>Termoeléctrica Bocamina</b>	Endesa	Coronel	Bío	SUR	Carbón, Diésel, Petróleo combustible
<b>Termoeléctrica Bocamina II</b>	Endesa	Coronel	Bío	SUR	Carbón
<b>Termoeléctrica Santa María</b>	Colbún	Coronel	Bío	SUR	Carbón

*Fuente: Elaboración propia.*

En total, según datos del Ministerio de Energía<sup>6</sup> y datos del CDEC SIC de la operación real de las termoeléctricas, en el año 2013 la generación a partir de carbón correspondió al 33,35% de lo generado en el SIC y a un 81,9% de lo generado en el SING. Con lo anterior, y utilizando un factor promedio de 0,4 kg de carbón por kWh generado, se tiene que el consumo de carbón en termoeléctricas en Chile el 2013 fue de 12 millones de toneladas.

<sup>6</sup> <http://www.revistaei.cl/reportajes/generacion-termoelectrica-carbon-clave-en-la-matriz-energetica/>

## Minería

En la minería existe principalmente su uso en calderas. El problema es que se han ido cambiando las tecnologías para cambiar los combustibles de estas calderas y no existen datos del uso de carbón. Es difícil definir su uso de forma general, por lo que solo sería posible abordando e investigando los procesos mineros uno por uno, lo cual se aleja del objetivo de la memoria, por lo que no será profundizado

## Otros usos

Otros usos son principalmente en procesos cementeros, pero que también tienen escasos datos y podrían ser abordado uno por uno, lo que no se realizará para esta memoria.

## 2.6. Escenario específico a analizar

**Tabla 5: Ranking regional de variados ítems**

Región	Toneladas basura anual	Toneladas basura diaria	N° Vertederos	N° Rellenos Sanitarios	N° Termoeléctricas
1°	Metropolitana: 2.807.247	Metropolitana: 7.798	Araucanía: 24	Antofagasta: 6	Antofagasta: 6
2°	Bío: 645.875	Bío: 1.794	Aysén: 21	Bío: 5	<b>Valparaíso: 3</b>
3°	<b>Valparaíso: 483.739</b>	<b>Valparaíso: 1.343</b>	Los Lagos: 20	Maule: 4	Bío: 3
4°	Araucanía: 425.234	Araucanía: 1.181	Coquimbo: 11	Tarapacá: 3	Atacama: 1
5°	Los Lagos: 369.925	Los Lagos: 1.027	<b>Valparaíso: 8</b>	Atacama: 3	Tarapacá: 1

*Fuente: Elaboración propia*

La tabla muestra la situación actual de las regiones de Chile en relación a distintos ítems en las que se les compara y define un ranking de las 5 primeras regiones en cada uno de ellos. Es clara la situación complicada en la que se encuentra Valparaíso, estando presente en todos los ítems de carácter negativo. Esto hace a esta región un gran potencial para evaluar como escenario.

A pesar de ser redundante, Chile cuenta con variados escenarios asociados a la deficiente gestión de basura, pero uno que puede ser también asociado a un problema con el uso de carbón es la V región de Valparaíso. Esta, al igual que la mayoría de las regiones de Chile a excepción de la metropolitana, no tiene soluciones sanitarias para la disposición de basura, y están con planes recientes de solución. Para la V región en específico la gran solución fue la transformación del vertedero el Molle (ubicado entre Valparaíso y San Antonio) a un relleno sanitario. Este relleno sanitario tiene la capacidad de poder recibir el 75% de la región. El problema que se encontró está asociado a la distancia que tienen que recorrer las comunas del norte de la región (La Ligua, Quintero, Puchuncaví, etc.) para poder disponer en este relleno sanitario. Dado esto, las comunas pueden hacer largos traslados con alto impacto ambiental en emisiones, o disponer en vertederos que no cumplen con normas sanitarias, lo que genera un impacto en términos de disposición. Por otro lado, está la producción energética en termoeléctricas a carbón en Ventana.

Estas tienen grandes problemas con las comunidades por el impacto que tiene sobre ellas la mantención de stock de carbón y las emisiones de la producción energética, que pueden ser solucionadas por el pellet antes mencionado. Dado lo anterior, la evaluación a realizar en el siguiente informe está realizada pensando en la instalación de la planta en la región antes mencionada.

### 3. Justificación del Trabajo de Título

---

La situación actual de la gestión de residuos en el país, haciendo hincapié en la zona del norte de la V región, más el uso intensivo de carbón en la zona antes nombrada, hace de este escenario un gran candidato para la instalación de la tecnología a analizar. Con esto, el trabajo de título buscará definir si la instalación de esta planta en esta zona puede ser una solución a los grandes problemas que tiene.

### 4. Objetivos

---

#### Objetivo General

---

Definir **factibilidad técnica-económica** de la instalación de una planta de gestión sustentable de residuos Value for Waste en el **norte de la V región** y aproximarse a definir el **impacto medioambiental y social** que tendría.

#### Objetivos Específicos

---

- Definir la capacidad de procesamiento diario de la planta en relación a la factibilidad económica.
- Sensibilizar variables claves para factibilidad económica y analizar distintos escenarios para encontrar los valores en los que el proyecto es viable económicamente.
- Encontrar una aproximación del impacto medioambiental de la instalación de la planta.
- Analizar parcialmente el impacto social de la instalación de la planta.
- Definir con toda la información anterior si es un proyecto viable y/o necesario de realizar en la zona estudiada.

### 5. Alcances

---

El alcance final del informe es realizar un estudio que sienta las bases para estudios más profundos y desarrollados de factibilidad del proyecto.

#### 5.1. Escenario Específico

---

Justificar de forma técnica la decisión de evaluar la tecnología en el escenario específico del norte de la V región.

#### 5.2. Evaluación Técnica

---

Definir aspectos técnicos necesarios para la instalación de la planta en la zona definida y si estos se cumplen.

### 5.3. Evaluación Económica

---

Establecer capacidad de procesamiento óptimo de la planta a instalar en la zona a través del análisis de los ingresos y costos de la operación de la planta.

### 5.4. Impacto Ambiental

---

Hacer una aproximación a lo que sería un estudio de impacto ambiental de la instalación de la planta en el escenario específico.

### 5.5. Impacto Social

---

Profundizar en la arista de impacto social del análisis de impacto ambiental para, en una segunda derivada, dejar sentadas bases para poder definir los beneficios y costos a nivel social de la instalación de la planta. La profundización será a nivel de algunos stakeholders del proyecto.

## 6. Metodología

---

### 6.1. Recopilación y análisis de antecedentes y alternativas de disposición en Chile y del uso de carbón de forma industrial.

---

Recopilar antecedentes lo más actuales de la gestión de basura en Chile y del uso de carbón para contextualizar de la mejor forma la posibilidad de la instalación de la planta en cuestión.

### 6.2. Justificación de Escenario

---

Para la justificación del análisis del escenario específico, primero se realizará un ranking por regiones a nivel nacional en distintas áreas (producción de basura, gestión de basura, desarrollo económico, etc.) para así encontrar las regiones más críticas. Con esto realizado, y encontrada la situación comparativa de la V región de Valparaíso, se llevaran a cabo las siguientes metodologías.

### Análisis PEST

---

Este análisis se compone del análisis de 4 factores específicos asociados al desarrollo de un proyecto específico. Este análisis se enmarca en los factores Políticos, Económicos, Sociales y Tecnológicos. Cada uno de estos temas se analiza buscando definir la mayoría de los siguientes puntos<sup>7</sup>:

- **Legal-Político:** Se busca encontrar si existe legislaciones asociadas a los monopolios, la protección del medioambiente y a la salud. Si existen políticas impositivas, regulación del comercio y sobre el empleo. Determinar si existe promoción de la actividad empresarial específica y estabilidad gubernamental para el desarrollo del proyecto.
- **Económicos:** Se busca encontrar el posible ciclo económico en el que se enmarca el proyecto, su intervención en el PIB y tipos de interés en el mercado. Ver si interviene en la tasa de desempleo y el nivel de desarrollo país. Buscando finalmente si puede aportar en el nivel de desarrollo.
- **Social-Cultural:** Busca definir la evolución demográfica, distribución de la renta y la movilidad social del escenario en el que se lleva a cabo el proyecto. Ver si han existido cambios en el estilo de vida, niveles educativos y culturales.

---

<sup>7</sup> <http://3w3search.com/Edu/Merc/Es/GMerc098.htm>

- **Tecnológicos:** Buscar si existe gasto público en investigación y/o preocupación gubernamental y de la industria por el desarrollo de tecnologías. Definir el grado de obsolescencia de la tecnología actual y la madurez de estas. Ver cuál sería la aceptación de nuevos productos y cuál sería la velocidad de transmisión de la tecnología.

### Estudio de localización óptima

---

El estudio de localización óptima se realiza llevando a cabo un análisis llamado Proceso de Análisis Jerarquizado (AHP), que se basa en la idea de que la complejidad asociada a un problema de toma de decisión con criterios múltiples puede ser resuelta mediante la jerarquización de los problemas planteados<sup>8</sup>. Es por lo anterior que se considera uno de los métodos más completos por considerar las múltiples variables que se deben tomar en cuenta con respecto a las decisiones de localización. El proceso consta de las siguientes etapas:

- Etapa 1, Modelo: Se definen los factores principales asociados a la caracterización y necesidades de los potenciales lugares a analizar.
- Etapa 2, Sub-factores: Se definen los sub-factores, los cuales caracterizan de mejor forma las características específicas necesarias de los potenciales predios. Estos sub-factores se ven incluidos los factores antes mencionados.
- Etapa 3, Pesos: Para definir el análisis multicriterio, se definen los pesos (% de importancia) de los factores y sub-factores. Esto se realiza a través de una tabla de doble entrada, en la que se define que tanto más importante es un factor por sobre el otro (escala de 1 a 9). Dado lo anterior, el puntaje de cada factor se normaliza para finalmente definir un porcentaje de peso. Con los sub-factores se realiza el mismo proceso para definir sus pesos dentro de cada factor de localización.
- Etapa 4, Elección alternativas: Basándose en los factores y sub-factores antes mencionados, en conjunto con un análisis racional/intuitivo, se eligen los potenciales predios de localización de, en este caso, la planta de valorización de residuos.
- Etapa 5, Escala de puntaje: A los sub-factores, los cuales caracterizan a los factores (anidados) se les define una escala de puntaje (en este caso de 1 a 3) en el que, según cierta definición, se asigna un puntaje al predio dadas sus características.

Existen 3 ejes para la definición de factores de localización. Estos son:

- Factores físicos: Aquí se encuentran los factores asociados principalmente a materias primas y energía.
- Factores demográficos: Aquí se encuentran factores asociados principalmente al mercado y la mano de obra.
- Factores económicos y políticos: Aquí se encuentran factores asociados principalmente a temas de transporte y a la acción del estado.

---

<sup>8</sup> The Analytic Hierarchy Process, Saaty, 1980

### 6.3. Factibilidad Técnica

---

Se analizarán plantas en funcionamiento, sus características y antigüedad. Se definirán las necesidades técnicas de la planta y si se pueden cumplir estos requerimientos en la zona estudiada.

### 6.5. Evaluación de Impacto Ambiental

---

La metodología a utilizar es una adaptación de lo que es una evaluación de impacto ambiental completa, y se limitará a sentar las bases para un futuro estudio, pero a la vez buscará mostrar la existencia de tendencias, positivas o negativas, del impacto de la instalación de la planta.

En análisis se basará en el método de análisis de ciclo de vida, el cual, según el manual del ILCD (International Reference Life Cycle Data System), el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es un método estructurado, global e internacionalmente estandarizado. Cuantifica todas las emisiones pertinentes, los recursos consumidos, los impactos ambientales y de salud conexos y cuestiones de agotamiento de recursos asociados con los bienes o servicios ("productos"). El Análisis de Ciclo de Vida tiene en cuenta todo el ciclo de vida del producto: desde la extracción de los recursos, a través de la producción, el uso y el reciclaje, hasta la eliminación de los residuos restantes.

Para el análisis numérico se utilizará un software llamado OpenLCA, en conjunto con la base de datos del ILCD, la cual contiene una lista de resultados de variados análisis de ciclo de vida. Para el cálculo final se utilizará el método ReCIPE Midpoint. El objetivo principal del método es transformar la larga lista de resultados de inventario del ciclo de vida, en un número limitado de las puntuaciones de los indicadores. Estos puntajes indicadores expresan la gravedad relativa de una categoría de impacto ambiental. Específicamente se pondrá énfasis en el impacto de huella de carbono (Global Warming), dado que es el índice más validado actualmente, y en el cual no hay discusiones sobre las variables que deben componer su análisis.

Cabe aclarar que no se realizará un análisis de ciclo de vida, sino que solo se utilizará la metodología para que, bajo una filosofía modular, poder definir el impacto en términos de huella de carbono de la operación de la planta, y mantener consistencia dentro del análisis de cada módulo y entre los módulos.

Para aclarar el proceso, los módulos a analizar son los siguientes:

- **Impacto ambiental de la operación de la planta:** Se definirá el impacto en términos de huella de carbono, guiado por la metodología de análisis de ciclo de vida, considerando los ingresos y salidas del proceso productivo de la planta.
- **Impacto modificación lugar de disposición:** Se definirá si la instalación en un lugar específico, definido por el estudio de localización óptima, genera impactos por el hecho de modificar los traslados actuales de basura.
- **Caracterización del Pellet vs Carbón:** Se hará un paralelo entre el pellet y el carbón, para comparar impacto de generación y sus características funcionales para la quema industrial.

- **Impacto global de la planta:** Se realizará un comparativo con la situación actual, comparando el impacto de disposición en la planta con un relleno sanitario y aproximando finalmente un impacto total de la planta sobre la situación actual.

## 6.6. Impacto Social

---

Se realizará una validación a nivel de stakeholders de las principales características de la tecnología en función de los problemas encontrados en la zona y las características ambientales de la propuesta.

Tendrá una aproximación inicial en una encuesta sin información sobre la planta, solo recopilando datos sobre la visión de los stakeholders sobre los problemas de la zona, para luego pasar a una entrevista que informará las características del proyecto, los pros y contras de este, el impacto ambiental y el uso de sus productos finales, para ver si lo consideran como un proyecto que solucione total o parcialmente los problemas de la zona estudiada.

## 7. Justificación de escenario específico

---

La decisión de tomar a la Región de Valparaíso, específicamente la zona norte de esta, como escenario específico a analizar esta dada por diferentes factores como su población, el estado del manejo de residuos, en conjunto con una zona industrial saturada, entre otras cosas, por el uso intensivo de carbón.

### 7.1. Caracterización del escenario

---

**Ubicación Geográfica:** El escenario se emplaza en la V Región de Valparaíso, Chile. Tiene una superficie de 16.391 km<sup>2</sup>.

**Población:** Esta región cuenta con una población de 1.825.757 habitantes<sup>9</sup>

**Situación económica:** Se caracteriza por su actividad portuaria (importaciones y exportaciones), minera, agropecuaria, pesca y actividad forestal.

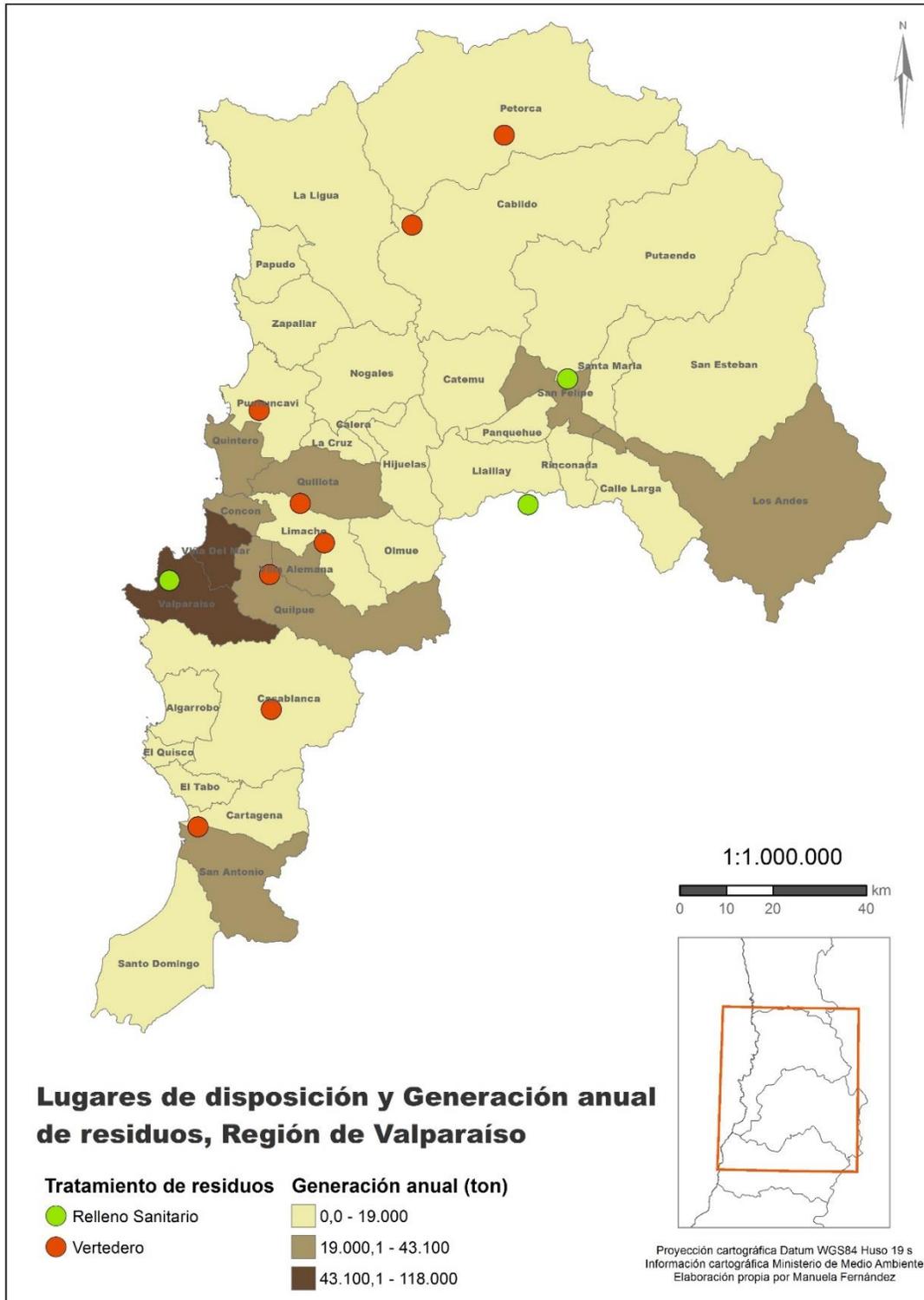
**Situación Actual de manejo de residuos domiciliario:** La situación actual de la gestión de residuos en la zona es deficiente. Tiene graves problemas de recolección, muy bajos niveles de reciclaje (al igual que todo Chile) y, a pesar de tener algunos rellenos sanitarios como solución de disposición, la extensión de la región hace que para poder disponer en ellos se deban realizar largos traslados de la basura generando un gran impacto ambiental.

---

<sup>9</sup>Instituto Nacional de Estadísticas (INE). "Población país y regiones - Actualización 2002-2012 y Proyección 2013-2020".

**Generación y lugares de disposición de residuos:**

*Mapa 1: Lugares de disposición y generación de residuos V región de Valparaíso.*



*Fuente: Elaboración propia por Manuela Fernández B.*

## 7.2. Caracterización de mercados

---

### Mercado de la basura

---

El mercado de la basura es bastante especial de analizar. Es un mercado que crece de forma constante, y tiene la necesidad inmediata de solucionar su lugar final de disposición. Esto hace que las decisiones que se toman asociado a la basura deban ser con altura de miras. El tema es que al no realizarse así se llega a una situación actual compleja, la cual se irá mostrando más adelante.

Hoy en día existen 2 alternativas viables, no así soluciones ni medioambientalmente amigables, para la disposición de basura. Están los vertederos y los rellenos sanitarios. En el análisis de mercado no se incluirán los basurales, ya que estos no generan transacciones monetarias y son solo disposiciones fuera de la ley que deben ser erradicadas (al igual que los vertederos, pero hoy son una alternativa viable y por la cual se cobra para ser utilizada).

La siguiente tabla muestra la generación anual de basura de todas las comunas de la V región y su lugar de disposición (Vertedero o Relleno sanitario).

**Tabla 6: Generación anual de residuos y su lugar de disposición por comuna**

Comuna	Toneladas anuales	Lugar Disposición	Comuna	Toneladas anuales	Lugar Disposición
Valparaíso	97.580	El Molle (Valparaíso)	Calera	18.966	San Pedro (Quillota)
Casablanca	9.606	Casablanca	Hijuelas	6.146	San Pedro (Quillota)
Concón	21.684	El Molle (Valparaíso)	La Cruz	5.210	San Pedro (Quillota)
Puchuncaví	16.153	Puchuncaví	Limache	12.808	El Molle (Valparaíso)
Quilpué	43.085	El Molle (Valparaíso)	Nogales	12.370	San Pedro (Quillota)
Quintero	21.632	Quintero	Olmué	4.487	El Molle (Valparaíso)
Villa Almena	35.108	Villa Alemana	San Antonio	41.576	Cartagena
Viña del mar	117.362	El Molle (Valparaíso)	Algarrobo	11.256	Cartagena
Los Andes	23.389	La Hormiga (San Felipe)	Cartagena	13.019	Cartagena
Calle Larga	3.729	La Hormiga (San Felipe)	El Quisco	14.641	Cartagena
Rinconada	2.022	Lomas Los Colorados (RM)	El Tabo	14.498	Cartagena
San Esteban	5.737	La Hormiga (San Felipe)	Santo Domingo	4.610	Cartagena
La Ligua	16.567	El Molle (Valparaíso)	San Felipe	25.469	La Hormiga (San Felipe)
Cabildo	4.919	Cabildo	Catemu	4.446	La Hormiga (San Felipe)
Papudo	3.822	San Pedro (Quillota)	Llay	7.896	Lomas Los Colorados
Petorca	4.271	Chincolco (Petorca)	Panquehue	1.820	La Hormiga (San Felipe)
Zapallar	6.083	Lomas Los Colorados	Putanedo	5.664	La Hormiga (San Felipe)
Quillota	43.062	San Pedro (Quillota)	Santa María	4.843	Tobolango (Santa María)

Vertederos	Rellenos Sanitarios	<b>Total generación anual región</b>	<b>685.536</b>
------------	---------------------	--------------------------------------	----------------

Fuente: Informe plan de gestión RSD – elaboración propia.

Lo anterior indica que se tiene un mercado total de 685.536 toneladas de basura, lo que significan alrededor de 1.800 toneladas diarias de basura. Ahora, cabe recordar que la planta como solución a un problema de disposición genera un mayor impacto reemplazando la disposición en vertederos que en los rellenos sanitarios. Dado lo anterior es importante señalar que el mercado de basura dispuesta en vertederos es de aproximadamente 268.00 toneladas anuales (734 toneladas diarias).

Por otro lado el mercado tiene trabas de nivel contractual dada la responsabilidad de las municipalidades frente a la basura domiciliaria y los servicios que les son entregados por empresas privadas. Las municipalidades tienen la opción de contratar servicios privados de disposición de basura (también existen los lugares manejados municipalmente, generalmente vertederos). Para contratar estos servicios deben realizarse licitaciones, las cuales pueden cerrar contratos de hasta 10 años. Lo anterior es una clara traba del mercado para poder entrar con una alternativa de disposición de basura, pero será un análisis que quedará sin realizarse dada su complejidad y estar alejada del fin de esta memoria.

## Mercado del carbón

---

Aes Gener es la única termoeléctrica instalada y en funcionamiento en la V región. Esta tuvo una generación total de 4,1 millones de MWh el año 2014<sup>10</sup>. Utilizando el factor promedio de la industria, en el que se utiliza 0,4 kg de carbón para producir un kWh (400 kg de carbón para producir 1 MWh), se tiene que el uso de carbón para el año 2014 estuvo por sobre las 1,6 millones de toneladas.

Ahora, utilizando una cota superior de sustitución de carbón por parte del pellet de un 10%, se tiene que el mercado potencial para el uso del pellet es de 165.000 toneladas al año, lo que son 470 toneladas diarias. Dado el factor de conversión de basura a pellet (aproximadamente un 70%), se tiene que el máximo de capacidad de procesamiento de la planta posible es de 700 toneladas americanas diarias.

### 7.3. Análisis PEST

---

El siguiente es un análisis PEST reducido a los estrictamente relacionado con la instalación de la planta, en el escenario específico y todo lo relacionado con este (mercados, zona geográfica, etc.)

**Político-Legales:** En términos legales el escenario se rige por las mismas leyes enunciadas en Antecedentes, por lo que no se redundará en eso. En este eje existen dos temas bastante importantes a mencionar y analizar. El primero tiene que ver con la inexistente promoción de actividad empresarial específica. Hoy, por un lado se entiende a nivel gubernamental la necesidad de solucionar en el corto plazo los problemas de recolección y disposición final de residuos. Pero al contrario de lo que se piensa, no existen proyectos de ley que busquen regular las decisiones de las municipalidades o que obliguen al cierre de vertederos. Esto, genera un incentivo a mantener el estado actual de las cosas. Ahí se entra en el segundo tema que es el más complejo. La inestabilidad del mercado, la existencia de una “mafia” de por medio que controla el mercado dado su poder y porte. Existen casos de coimas para la adjudicación de contratos como los casos de las municipalidades de Cerro Navia y Maipú. Por ejemplo, esto se ejemplifica en la siguiente cita *“Torres ya había hecho noticias por asuntos turbios. En un concejo municipal votó a favor, junto a otros 4 concejales, para que la empresa de basura KDM administrara hasta octubre de 2016 la basura de Maipú. Este contrato involucraba el pago de \$3.000 millones anuales. KDM se adjudicó la licitación a pesar de que su oferta resultaba más cara que el resto. Esta decisión materializó un costo extra de \$987 millones a la municipalidad”*<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> Operación real – Generación bruta 2014, CDEC SIC

<sup>11</sup> <http://economiatodos.cl/2015/08/04/el-caso-basura-explicado-con-manzanitas/>

Un ambiente de estas características muestra un ambiente político-legal hostil como para ingresar al mercado, lo que dificultaría el desarrollo del proyecto.

Por otra parte existen asociaciones de municipalidades (Anexo) en la V región con distintos objetivos, tales como gestión, operación y disposición de residuos domiciliarios, asociatividad de las provincias de San Felipe y Los Andes, que podrían agilizar y apoyar proyectos de estas características.

Finalmente se debe considerar el caso de las termoeléctricas, las cuales hoy sufren una desvalidación en términos de impacto ambiental, pero a la vez son gran parte de la generación eléctrica total (más de un 30%), lo que hace que se estén buscando soluciones a nivel gubernamental del impacto de estas, haciendo que proyectos de esta índole sean más viables.

**Económicos:** Este proyecto entra en un ciclo económico que tiene la necesidad de estar en constante movimiento. No existen hoy por hoy variables económicas que logren afectar el desarrollo del mercado, ya que la producción de basura aumenta año a año y es difícil que esto deje de ser así durante algún tiempo. El proyecto puede tener dos efectos claros en términos económicos. El primero en relación a los precios de disposición de basura, ya que ingresaría una nueva alternativa al mercado, lo que generaría una alteración en estos en función del precio que se le ponga al servicio de disposición de la planta. El segundo, y probablemente el de mayor impacto, tiene que ver con el nivel desarrollo país. Hoy Chile se encuentra en los últimos lugares según la OCDE en términos de gestión de residuos, lo que es inaceptable para un país que dice estar en vías de desarrollo. Esto daría pie para empezar a acercarse a ser considerado un país desarrollado y con aquello todas las consecuencias económicas que conlleva.

**Social-Cultural:** Socio-culturalmente este proyecto debe lidiar con situaciones de descontento por parte de la sociedad en los dos mercados principales en los que se ve inmerso. Por un lado la gestión de basura de la zona es deficiente, por lo que el impacto social es altísimo y el descontento está en aumento. Por otro lado la operación de las termoeléctricas cada vez se ve más desprestigiada y desvalidada por su impacto ambiental, por lo que la sociedad ya no está dispuesta a aceptar su libre operación. Con lo anterior, está la oportunidad de validar el proyecto a nivel social como una solución a ambos problemas, para así tener un apoyo masivo de la sociedad.

**Tecnológicos:** Hoy en Chile no existe desarrollo tecnológico en esta área, lo que muestra la poca preocupación por parte del gobierno y de la industria de modificar, implementar o desarrollar nuevas tecnologías. Hoy la única solución existente e implementada son los rellenos sanitarios, y debido a que las grandes empresas del rubro (principalmente KDM) no tienen ninguna presión de ninguna de las partes involucradas de implementar nuevas tecnologías se mantienen funcionando con una sola tecnología.

Un proyecto de las características de la planta que estamos evaluando debiese tener una buena aceptación por parte de las partes involucradas, pero existe la posibilidad de que la velocidad de transmisión de la tecnología se vea afectada por los problemas asociado al mercado de la basura y sus vicios y vacíos legales.

### 7.3. Estudio de localización óptima

---

El estudio de localización óptima se realizó, tal como se muestra en las caracterizaciones anteriores, en la V Región. El proceso de definir la mejor localización, para en este caso la planta de valorización de residuos, se inicia definiendo los factores que, dada las características del proyecto y quienes lo realicen, son los más importantes y los que deben ser analizados para definir la mejor alternativa de localización.

#### Definición de factores:

---

Después de entender la tecnología, de que consta, que es lo que realiza, que necesita para operar y cuáles son sus productos finales, se definieron los siguientes factores como los principales criterios de discriminación a la hora de localizar la planta.

- Energía y agua: El factor consta de analizar si en una alternativa de localización (predio) cuenta con acceso a electricidad, gas y agua, además de analizar sus costos y precios (costos de instalación y/o precio).
- Predio: Este factor busca saber el precio del predio (si está acorde al mercado) y si el predio tiene la regulación pertinente para la construcción de la planta (suelo para industrias molestas).
- Materia Prima: Este factor está asociado directamente al mercado de la basura alrededor del predio. Busca definir la cantidad de basura que se genera a los alrededores del predio y su situación actual en temas de disposición.
- Mano de Obra: Está asociado a definir la potencial calidad de la mano de obra en los alrededores de la planta.
- Producto Final: Se define en función de la distancia al consumidor final de las distintas salidas de la planta.

Con estos 5 factores, se debe verificar si existen sub-factores que compongan a estos factores, pasa que de esta forma cada factor o sub-factor a analizar tenga bien definido que busca definir y valorizar.

Antes de definir los sub-factores correspondientes es pertinente analizar cuáles de las variables de cada factor son realmente verificables y analizables. Esto consiste en definir qué se va a medir en la siguiente localización óptima y qué debiese ser medido pero quedará de lado por no estar dentro del alcance de la memoria. También se definirá para cada factor el sistema de puntaje que se aplicará a cada predio.

Para el primer factor (Energía y agua) es evidente que los sub-factores debiesen analizar la disponibilidad y costo de cada una de las variables. Dada la complejidad de conseguir los costos específicos de instalación de los distintos predios, en los sub-factores del factor energía y agua se analizará solo si existe disponibilidad inmediata del sub-factor, y de no ser así, se estimará si son necesarios altos costos de instalación o incluso instalación de distribución. Así los sub-factores son los siguientes:

- Sub-Factor 1 (SF1): Agua
- Sub-Factor 2 (SF2): Electricidad
- Sub-Factor 3 (SF3): Gas

Para los cuales el sistema de puntaje será el siguiente:

- 3 puntos: Disponibilidad inmediata
- 2 puntos: Disponibilidad inmediata, pero se estima habrán algunos costos de instalación.
- 1 punto: No hay disponibilidad inmediata, hay necesidad de instalaciones de distribución.

Para el caso del segundo factor (Predio) es más simple definir qué analizar y de qué forma definir los puntajes. Los sub-factores quedan de la siguiente forma:

- Sub-Factor 4 (SF4): Precio del predio.
  - 3 puntos: Precio bajo promedio del mercado.
  - 2 puntos: Precio en el promedio de mercado.
  - 1 punto: Precio bajo promedio de mercado.
- Sub-Factor 5 (SF5): Regulación del terreno.
  - 3 puntos: Regulación permite instalación de la planta.
  - 2 puntos: Suelo no regulado.
  - 1 punto: Regulación no permite instalación de la planta.

En el caso del tercer factor (Materia Prima) es más complejo definir los sub-factores, ya que pueden considerarse importantes muchas variables. Acá se priorizará el mantener las bases de las que nace el proyecto (ser una verdadera solución de disposición y no buscar competir con las soluciones ya existentes), además de definir sub-factores que sean medibles para poder definir un puntaje verificable y no subjetivo. Dado lo anterior, se tomará como referencia una recomendación incluida en el capítulo 3 del informe del Ministerio del Medioambiente (año 2011), en que se define que el traslado de la basura no debiese ser mayor a 40 km. para que así su impacto en traslado no sea de consideración. Con lo anterior, se definen los sub-factores 6 y 7. El primero considera la generación de basura en los lugares a 40 km a la redonda de la alternativa de localización, y el segundo considera la basura generada a 40 km a la redonda que cuenta actualmente con una disposición con solución sanitaria. Con esto los sub-factores quedan de la siguiente forma:

- Sub-Factor 6 (SF6): Basura disponible.
  - 3 puntos: >1.000 toneladas de basura
  - 2 puntos: entre 500 y 1.000 toneladas de basura.
  - 1 punto: hasta 500 toneladas de basura.
- Sub-Factor 7 (SF7): Basura con solución sanitaria en disposición.
  - 3 puntos: hasta 500 toneladas de basura.
  - 2 puntos: entre 500 y 1.000 toneladas de basura
  - 1 punto: >1.000 toneladas de basura.

El siguiente factor es la mano de obra. El sub-factor asociado es la distancia a la mano de obra calificada. Es importante señalar que a la hora de evaluar el sub-factor se consideró como supuesto el que en las grandes ciudades se encontraría mano de obra calificada, en este caso Viña del Mar y Valparaíso. Con lo anterior los puntajes del sub-factor quedaron definidos como:

- Sub-Factor 8 (SF8): Distancia a mano de obra calificada.
  - 3 puntos: menos de 20 km.
  - 2 puntos: entre 20 y 40 km.
  - 1 punto: más de 40 km.

Finalmente, para el factor de producto final se consideraron 2 sub-factores, ambos medidos en distancia. El primero es la distancia al cliente del pellet y el otro la distancia al cliente del material recuperado. Con esto los sub-factores se definieron con los siguientes puntajes.

- Sub-Factor 9 (SF9): Distancia cliente pellet.
  - 3 puntos: menos de 20 km.
  - 2 puntos: entre 20 y 40 km.
  - 1 punto: más de 40 km.
- Sub-Factor 10 (SF10): Distancia cliente material recuperado.
  - 3 puntos: menos de 20 km.
  - 2 puntos: entre 20 y 40 km.
  - 1 punto: más de 40 km.

#### Tabla de peso (ponderación):

Con los factores y sub-factores ya definidos, se procedió a asignar un peso específico a cada uno de ellos para así escalar la importancia de cada uno. La siguiente tabla muestra los pesos específicos de cada uno de los factores y los pesos de los sub-factores dentro de cada factor (la tabla con el procedimiento para definir el peso específico de cada factor se encuentra en anexos).

**Tabla 7: Ponderadores de Factores de localización**

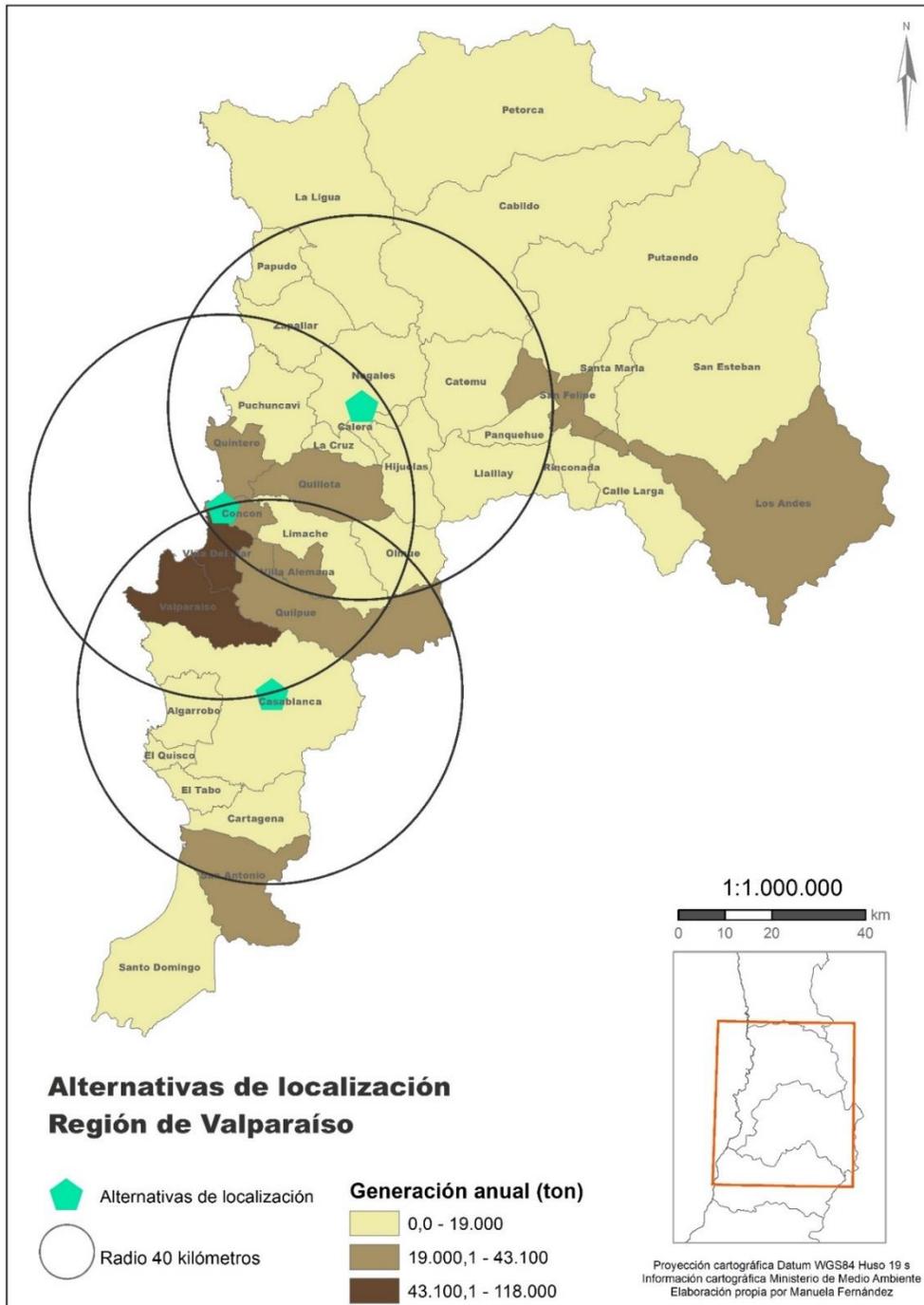
<b>Factor</b>	<b>Peso</b>	<b>Sub-factor</b>	<b>Peso</b>
<b>Energía</b>	18%	SF1	10%
		SF2	40%
		SF3	50%
<b>Predio</b>	7,5%	SF4	70%
		SF5	30%
		SF6	50%
<b>Materia Prima</b>	40,7%	SF7	50%
		SF8	100%
<b>Mano de obra</b>	4,2%	SF9	85%
<b>Producto final</b>	29,6%	SF10	15%

*Fuente: Elaboración propia*

## Alternativas de localización:

Con los factores ya definidos, es necesario definir las alternativas de localización a evaluar. Estas fueron definidas bajo una visita a terreno, teniendo en cuenta los factores, pero asociado a un criterio racional/intuitivo dados los conocimientos sobre el tema. Estos se ven definidos en el siguiente mapa:

**Mapa 2: Alternativas de localización de la planta**



Fuente: Elaboración propia Manuela Fernández B.

En la visita a terreno se definieron distintos potenciales terrenos, teniendo como eje una hoja de terreno (Anexos), para finalmente dejar los siguientes 3 terrenos, con sus respectivas características.

Nogales:

- **Coordenadas:** 32.752 , 71.188
- **Tamaño:** + de 2 hectáreas
- **Accesos:** Ruta 5, pasado salida Nogales, caletera.
- **Alrededores:** Agrícola, Industrias pequeñas.
- **Tenencia:** Privada
- **Tipo de suelo:** Plano, potencial uso agrícola.
- **Disponibilidad de Agua, Gas y Electricidad:** Si

Casablanca:

- **Coordenadas:**33.305 , 71.415
- **Tamaño:** + de 2 hectáreas
- **Accesos:** Ruta 68, Norte Casablanca.
- **Alrededores:** Zona urbana, Industria menor, galpones.
- **Tenencia:** S/I
- **Tipo de suelo:** Plano, uso inmediato.
- **Disponibilidad de Agua, Gas y Electricidad:** Si.

Concón:

- **Coordenadas:** 32.937 , 71.513
- **Tamaño:** + de 2 hectáreas
- **Accesos:** Atrás de Enap Refinerías, ruta internacional CH-60
- **Alrededores:** Rotonda Concón,
- **Tenencia:** Militar - Privado
- **Tipo de suelo:** Lomaje
- **Disponibilidad de Agua, Gas y Electricidad:** Si

## Resultados Análisis Multi-criterio.

Con las alternativas claras, los siguientes fueron los puntajes obtenidos por las alternativas en cada uno de los factores y sus puntajes finales.

**Tabla 8: Puntajes análisis multicriterio Casablanca**

Casablanca	Nota	Ponderación	Puntaje
SF1	3	0,018	0,054
SF2	3	0,072	0,216
SF3	3	0,09	0,27
SF4	1	0,0525	0,0525
SF5	3	0,0225	0,0675
SF6	2	0,2035	0,407
SF7	1	0,2035	0,2035
SF8	1	0,042	0,042
SF9	1	0,2516	0,2516
SF10	1	0,0444	0,0444
		<b>Puntaje Final</b>	<b>1,6085</b>

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 9: Puntajes análisis multicriterio Concón**

Concón	Nota	Ponderación	Puntaje
SF1	3	0,018	0,054
SF2	3	0,072	0,216
SF3	3	0,09	0,27
SF4	1	0,0525	0,0525
SF5	2	0,0225	0,045
SF6	3	0,2035	0,6105
SF7	1	0,2035	0,2035
SF8	3	0,042	0,126
SF9	2	0,2516	0,5032
SF10	1	0,0444	0,0444
		<b>Puntaje Final</b>	<b>2,1251</b>

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 10: Puntajes análisis multicriterio Nogales**

<b>Nogales</b>	<b>Nota</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Puntaje</b>
SF1	3	0,018	0,054
SF2	3	0,072	0,216
SF3	3	0,09	0,27
SF4	2	0,0525	0,105
SF5	2	0,0225	0,045
SF6	3	0,2035	0,6105
SF7	2	0,2035	0,407
SF8	1	0,042	0,042
SF9	2	0,2516	0,5032
SF10	1	0,0444	0,0444
<b>Puntaje Final</b>			<b>2,2971</b>

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 11: Puntajes finales análisis multicriterio**

<b>Puntajes Finales</b>	
<b>Casablanca</b>	1,6085
<b>Concón</b>	2,1251
<b>Nogales</b>	2,2971

*Fuente: Elaboración propia*

Dado lo anterior, según la aplicación del análisis multi-criterio para la localización óptima de la planta, se define como la mejor alternativa la localización en Nogales.

Es importante dejar en claro que la definición de los factores y sub-factores, en conjunto con los puntajes asignados, fueron desarrollados en función de los recursos y datos disponibles. Es posible realizar un estudio de localización óptima aún más minucioso, con mayor cantidad de factores y con mayores recursos y tiempo, definir los puntajes con información más precisa.

#### Cotas de capacidad dada la ubicación geográfica (Satisfacción de demanda)

Con la ubicación óptima de la planta definida en Nogales, es necesario verificar en que situación deja, en términos de satisfacción de demanda de residuos, el funcionamiento de la planta.

Manteniendo el eje de que idealmente los residuos no deben ser trasladados más de 40 km a su disposición final, en la siguiente tabla se muestran los residuos disponibles y si estos son o no dispuestos actualmente con solución sanitaria.

**Tabla 12: Basura disponible total y sin solución sanitaria, Nogales.**

Comuna	a 40 km de Nogales (ton diarias)	Basura sin solución sanitaria en disposición
Concón	59,41	
Puchuncaví	44,25	44,25
Quilpué	118,04	
Quintero	59,27	59,27
Villa Almena	96,19	96,19
Viña del mar	321,54	
La Ligua	45,39	
Cabildo	13,48	13,48
Papudo	10,47	10,47
Zapallar	16,67	
Quillota	117,98	117,98
Calera	51,96	51,96
Hijuelas	16,84	16,84
La Cruz	14,27	14,27
Limache	35,09	
Nogales	33,89	33,89
Olmué	12,29	
San Felipe	69,78	
Catemu	12,18	
Llay Llay	21,63	
Panquehue	4,99	
	<b>1.175,60</b>	<b>458,60</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Con lo anterior se tienen disponibles potencialmente más de 1.000 toneladas diarias de basura, pero solo 458 de ellas no cuentan hoy con solución sanitaria, por lo que realmente para ellas la disposición en la planta generaría un impacto positivo mayor.

## 8. Análisis de factibilidad técnica

---

Para la evaluación de la factibilidad técnica de la planta se tendrán en cuenta dos ejes principales. El primero está definido por el referenciar el funcionamiento de estas plantas en distintas partes del mundo. Dado esto, el nombrar y referenciar el funcionamiento de las plantas da pie para justificar su posible funcionamiento en cualquier parte del mundo. En segundo lugar está la definición de las necesidades de la planta para su instalación y funcionamiento (Necesidades energéticas, de agua, demanda de basura, oferta de pellet y eliminación de residuos).

Para referencias las plantas que hoy están funcionando o estuvieron en operación en el mundo se nombrarán y caracterizarán las dos primeras plantas en entrar en funcionamiento de este tipo de tecnología. La primera y en la cual, hasta el día de hoy, se hace investigación para la mejora del proceso, se encuentra instalada en la ciudad de Tennessee, EE.UU. Esta planta ha operado por más de 11 años. La planta original procesa 100 toneladas americanas por día, que son todos los residuos en el condado de Warren. Hoy una línea de procesamiento ha sido eliminada para análisis de mejoras, y la planta procesa ahora la mitad del volumen de residuos del condado, 50 tpd. La nueva configuración de la línea retirada está pensada para mejorar el proceso de generación de fluff y el proceso de pelletizado.<sup>12</sup> La segunda es la planta ubicada en Aruba. La planta de Aruba estuvo en operación durante más de tres años (fase uno) antes de que el gobierno de EE.UU. la cerrara hace dos años. La isla está en quiebra y hoy no es capaz de pagar a los empleados del gobierno. La planta procesaba 150 toneladas americanas por día, la fase uno, y se esperaba que la fase dos aumentara su capacidad a 300 toneladas americanas por día, que lograría procesar todos los residuos de la isla. La tercera fase consistía en añadir capacidad de generación eléctrica, llevando la producción de electricidad a un precio que compitiera con la generación de diésel ya instalada en la isla. A pesar de no estar actualmente en funcionamiento, muestra la alternativa de funcionar en una isla como una solución viable y con posibilidad de incluso abastecer de energía eléctrica a la misma isla.

Con las descripciones anteriores se muestra que a pesar de variadas características de la zona la planta (isla o zona urbana) es capaz de funcionar y adaptarse a las condiciones. Dado esto, se debe tener la capacidad de cumplir con las necesidades de la planta en distintos términos para que esta sea técnicamente factible. Estas plantas tienen las siguientes necesidades:

- **Electricidad:** Para la producción del fluff (basura ya procesada) son necesarios 80 kW/h por tonelada de basura procesada, y para la producción del pellet (pelletización del fluff) se necesitan de 120 kW/h por tonelada de basura procesada.
- **Gas Natural:** El gas natural se utiliza para la producción de vapor de agua y para calentar aire para el secado. En total se necesitan 1.000.000 de btu (british thermal unit) por tonelada americana de basura procesada, lo que sería 1,1 mmBtu por tonelada procesada.
- **Agua:** El agua se utiliza para la producción de vapor. Son necesarios 40 galones de agua por tonelada americana de basura procesada (0,15 m<sup>3</sup> de agua/tonelada procesada). Esto significa que son necesarios 0,166 m<sup>3</sup> de agua para procesar una tonelada de basura.
- **Satisfacción demanda de basura (Materia Prima):** Esta satisfacción estará condicionada por la ubicación geográfica de la planta, pero la condición modular de la

---

<sup>12</sup> Información entregada por el proveedor de la tecnología.

planta (pueden ser instaladas todas las líneas de procesamiento necesarias en paralelo de 100 tpd). Con esto la planta adapta su capacidad a las características de la zona.

- **Mercado para la oferta del pellet:** La planta generará una oferta de pellet. En Chile existe un alto uso de carbón, principalmente en termoeléctricas, las cuales dan pie a un gran mercado posible para el pellet.
- **Mercado para la venta de aluminio y metales:** Existen empresas en Chile de reciclado de metales y aluminio tales como Gerdau (material ferroso) y Copasur (aluminio), las cuales estarían interesadas en acceder a nuestros productos finales, dado el poco acceso a material reciclado que tienen en Chile.
- **Mecánicos y trabajadores calificados:** Los mecánicos deben ser preparados en las instalaciones de Tennessee, por lo que solo tendría un costo para la empresa, pero no así la incapacidad de la instalación por falta de mecánicos. El caso de los trabajadores es simple ya que no se necesita conocimientos especializados, solo manejo en aéreas comunes con otras industrias.

Dada las características antes analizadas, es posible afirmar que la instalación de la planta en cualquier zona de Chile es factible, siempre y cuando se tenga acceso a los ítems antes enunciados y se pueda acceder a los mercados necesarios para su buen funcionamiento.

## 9. Análisis de factibilidad económica

---

Como decisión final de la factibilidad económica se busca definir las cotas a nivel económico y operacional de las distintas capacidades de procesamiento diarias posibles de la planta, para finalmente definir cuál de ellas es la óptima para este caso en específico.

Las características de la tecnología muestran que esta puede aumentar su capacidad de procesamiento diario instalando líneas de procesamiento paralelas, las cuales tienen una capacidad de procesamiento de 100 toneladas americanas (usTon) (90,72 Kg) diarias. Con esto, se tiene que solo se pueden procesar tonelajes factores de 100. Dado lo anterior, se analizarán los casos desde 100 usTon/día hasta 1.000 usTon/día, de 100 en 100 (10 casos). Estos irán siendo comparados para finalmente tomar una decisión de la capacidad que cumpla con las cotas que iremos encontrando.

Para los análisis por venir, es importante aclarar las variables que serán transversales a cualquier capacidad de procesamiento, y que condicionan distintos ejes del proyecto y de su evaluación. Cabe señalar que todos los análisis por venir están realizado en USD, dado que el origen de los datos (dueños tecnología) es EEUU, y no se quiere condicionar el proyecto al tipo de cambio. De todas formas, algunas de las siguientes variables debieron ser trasladadas a dólar, lo que se realizó considerando un cambio de 650 \$/USD. Con lo anterior las variables quedan de la siguiente forma:

**Tabla 13: Variables para la evaluación económica**

<b>Variables</b>	
<b>Días del año</b>	358
<b>Tiping Fee</b>	\$ 15,00
<b>Precio Pellet por tonelada</b>	\$ 70,00
<b>Precio Aluminio por tonelada</b>	\$ 800,00
<b>Precio chatarra por tonelada</b>	\$ 200,00
<b>Precio Agua m3</b>	\$ 1,672
<b>Precio gas por MMBTU</b>	\$ 25,352
<b>Precio electricidad por kWh</b>	\$ 0,093
<b>Porcentaje Material Ferroso</b>	3,00%
<b>Porcentaje Aluminio</b>	0,4535%
<b>Porcentaje basura pellet</b>	70,14%

*Fuente: Elaboración propia*

Los datos anteriores se justifican de la siguiente forma:

- **Días del año:** Debido a que nunca se deja de generar basura, se decidió que la planta debe funcionar el máximo de días posibles (en término de horas son 20 horas diarias y 4 de mantención).
- **Tiping fee (Gate fee):** El cobro por disposición de basura es una variable compleja, dado que esta solución no existe en Chile. Dado esto, se fijó un valor de 15 USD por tonelada (\$9.750), dado que se encuentra entre el precio actual de disponer en un vertedero (\$7.000 aprox.) y el de disponer en un relleno sanitario (\$12.000 aprox.)
- **Precio pellet por tonelada:** Es una de las variables más complejas, ya que no existe referencia en el mercado, y es difícil definir como se acogerán sus características positivas. Dado lo anterior, se hizo el ejercicio de igualar la capacidad calórica del pellet con la del carbón (producto del que es sustituto) y así definir el precio en función del precio del carbón.
  - Capacidad calórica pellet: 8.879 Btu/Lb.  
Debemos igualar 298.704 Btu/USD (promedio del carbón bituminoso).  
Precio USD/LB = 0,0297  
Precio Pellet USD/Ton = 65,53

Dado lo anterior, a que el precio del pellet fue considerado con la capacidad calórica promedio del carbón bituminoso, y para simplificar el número final, se definió un precio del pellet de 70 USD por tonelada.

- **Precio Aluminio por tonelada:** El precio del aluminio fue encontrado en una mención a la empresa Copasur, quien recicla este material, en un reportaje de Las Últimas noticias en 2012<sup>13</sup>. Esta referencia es la más formal encontrada, y confirmada en consultas informales. Este precio es de \$520 por kg de aluminio, lo que significa son \$520.000 por tonelada, 800 USD/tonelada de aluminio.
- **Precio chatarra (material ferroso) por tonelada:** El precio de la chatarra en Chile está por sobre el promedio mundial debido a que es muy escasa su recuperación. Según datos de Gerdau (principal reciclador de chatarra) se pagan 200 USD por tonelada de chatarra.
- **Precio agua por m3:** El agua en la zona de Nogales esta proveída por ESVAL. Debido a la falta de datos por consumo industrial en la empresa, se consideró el precio máximo posible en la zona, el cual es el de sobreconsumo en hora punta. Este es de \$1.087, que equivale a 1,672 USD por m3 de agua.
- **Precio gas por mmBtu:** El proveído por GASVALPO. El precio definido por la empresa para consumos por sobre los 116 m3 mensuales es de 0,9 USD por m3 de gas natural. Ahora, dado que de 1 m3 de gas se pueden obtener 35.500 btu, se tiene que son necesarios 28,16 m3 de gas para obtener mmBtu. Dado lo anterior, el precio del gas por mmBtu es de 25,352 USD.
- **Precio electricidad por kWh:** Debido a la regulación actual y el consumo de la planta, se opta a la opción de ser cliente libre, y negociar directamente con el proveedor. Dado esto, podemos optar al precio promedio de la industria, dato entregado por el Sistema del norte grande, que corresponde a 92,9 USD/MWh, lo que corresponde a 0,0929 USD/kWh.
- **Porcentaje de cada material separado:** Según la composición de la basura Chilena y las indicaciones del proveedor de la tecnología, el porcentaje aproximado separado de Aluminio y Chatarra son los indicados, al igual que la tasa de transformación a pellet de la basura procesada.

---

<sup>13</sup>

<http://www.lun.com/lunmobile/Pages/NewsDetailMobile.aspx?dt=2012-03-09&BodyId=0&PaginaID=24&NewsID=178592&Name=I1&PagNum=0&Return=R&SupplementId=0>

## 9.1. Análisis de Costos

### Costo de Capital

Para el análisis de costo de capital se obviará el costo del terreno asociado a la instalación de la planta, ya que se considera no es significativo frente a la inversión por la tecnología. Además el aumento de procesamiento diario no aumenta de forma considerable el terreno necesario, por lo que virtualmente sería la misma inversión en terreno para cualquiera de los 10 escenarios.

Ahora, en la siguiente tabla se muestra el costo de capital para cada una de las plantas asociado a su capacidad de procesamiento diario.

**Tabla 14: Costo de capital de la tecnología**

Capacidad de procesamiento diario (usTon/día)	Costo de capital (USD)*
100	\$9.775.000
200	\$19.055.500
300	\$27.968.000
400	\$35.606.875
500	\$44.519.375
600	\$52.261.750
700	\$61.174.250
800	\$68.790.125
900	\$77.702.625
1.000	\$86.615.125

\*Los costos mencionados de la tecnología no incluyen costos de traslado e importación, pero se consideran despreciables.

*Fuente: Proveedor de la tecnología*

## Costos Operacionales

Los ítems considerados como costos operacionales anuales son los siguientes. (Está como ejemplo el caso de una planta de capacidad de procesamiento de 100 toneladas americanas diarias).

**Tabla 15: Costos operacionales planta de capacidad de procesamiento de 100 usTon diarias**

Ítem	Costos Operacionales Anuales (USD)	USD/Ton
Personal	\$ 91.200,00	\$ 2,81
Agua	\$ 9.064,20	\$ 0,28
Combustible (Gas)	\$ 907.614,69	\$ 27,95
Electricidad	\$ 665.170,63	\$ 20,48
Mantenimiento y reparaciones	\$ 402.750,00	\$ 12,40
Repuestos	\$ 134.250,00	\$ 4,13
Soporte Técnico	\$ 200.000,00	\$ 6,16
<b>Costos Totales</b>	<b>\$ 2.410.049,52</b>	<b>\$ 74,21</b>

*Fuente: Elaboración propia*

El personal consta de 3 niveles distintos, con 3 niveles de sueldos en relación a sus funciones y responsabilidades:

**Tabla 16: Sueldos tentativos trabajadores planta**

Sueldos Personal	USD
Gerente de planta	\$ 4.200,0
Trabajadores de planta	\$ 800,0
Mecánicos	\$ 1.000,0

*Fuente: Elaboración propia*

La cantidad de trabajadores por planta, en función de la capacidad de procesamiento se encuentra en Anexos.

El caso del agua, el gas y la electricidad están indicados de antemano en la explicación de las variables que trascienden a la capacidad de procesamiento de la planta.

Finalmente los costos asociados a mantenimiento, repuestos y soporte técnico son entregados por el proveedor de la tecnología en función de la capacidad de procesamiento. Cada uno de estos datos se encuentra en Anexos.

## 9.2. Análisis de ingresos

---

Los ingresos asociados a la instalación de la planta son 3, de los cuales 2 son bastante complejos de entender cómo se comportan y su situación actual.

### Tipping Fee

---

El Tipping Fee es el precio que se cobra por recibir desechos para su disposición final. En el caso de los residuos domiciliarios se tiene un precio por tonelada, pero no es fijo, ya que son contratos que se negocian con las distintas alternativas de disposición, o incluso se tienen arriendos fijos de terrenos (caso de Quintero) los cuales se utilizan como vertederos.

El cobro al ser muy variado es difícil de entender. Por ejemplo, en un informe realizado por el ministerio del medioambiente sobre la situación de los desechos en la V región, se muestra una tabla con los tipping fee pagados por las distintas comunas de la región el año 2009 (Anexo 4), en el que el promedio pagado por las municipalidades para disposición final era de aproximadamente \$5.000 por tonelada. Hoy, 6 años después, no existen datos precisos sobre el pago de las municipalidades (no hay quien centralice los datos o mantenga control sobre las municipalidades), pero en entrevistas con encargados de residuos de distintas municipalidades de la zona, encargados de medio ambiente, se estima que hoy se pagan unos \$7.000 pesos por tonelada para disponer en un vertedero y unos \$12.000 pesos por tonelada para disponer en un relleno sanitario.

El cobro del tipping fee es uno de los principales ingresos de la planta, por lo que la evaluación económica es muy sensible al precio se pueda lograr cobrar. Por esto el primer análisis será considerando un escenario real y a la vez cauto sobre el precio a cobrar, considerándose el precio de 15 USD/ton. Luego, para el análisis de escenarios se utilizará un precio un poco más optimista, considerando la planta como una solución innovadora y diferente a las actuales, por la que el precio se situaría por sobre el precio de vertederos y rellenos sanitarios, en 25 USD por tonelada (\$16.250). Finalmente, esperando un desarrollo a lo largo de los años en temas de gestión de residuos en Chile, de la mano de reformas legales que lleven a fomentar este tipo de proyectos, en el que se consideraría un Tipping Fee cercano a lo pagado en países desarrollados, 35 USD por tonelada.

### Venta de Pellet

---

La venta del pellet es el otro ingreso que más influye en el análisis económico a realizar. Este es un producto que no existe en Chile, y que sería necesario posicionarlo en el mercado para poder hacer un cobro acorde a sus características.

Como se muestra inicialmente en este capítulo el precio del pellet se considerará en 70 USD la tonelada, tomando como referencia el precio del carbón y la capacidad calórica de este y del pellet. Para el análisis posterior se considerarán dos escenarios más. El primero más optimista, en el que se considere al pellet un producto con atributos que disminuyen el impacto en disposición de basura y de uso de carbón, por lo que se cree podría ser valorizado en 85 USD por tonelada (considerando situaciones de precios peak del carbón). Finalmente, si la legislación avanza a promover este tipo de tecnologías y la utilización de estos productos sustitutos del carbón, el precio se espera podría ser, sin ser exacerbado en el optimismo, de 95 USD por tonelada.

## Venta para material reciclaje

---

Los materiales reciclados por el procesamiento en la planta son materiales ferrosos y aluminio. La venta de estos materiales no es considerable a la hora de hacer un análisis de escenarios, por lo que se mantendrán fijos los precios de venta en 200 USD por tonelada para el material ferroso (chatarra) y 800 USD por tonelada en el caso del aluminio.

## 9.3. Escenarios y sensibilización

---

### Escenarios de capacidad de procesamiento de la planta e ingresos

---

Acá se mostraran para cada caso (capacidad de procesamiento diario) su flujo de caja tentativa anual (dado que es un proceso continuo que no debiese tener variaciones y repetirse año a año) y su pérdida o ganancia por tonelada procesada en cada ítem como unidad de medida unificada de las distintas capacidades a evaluar. Estos proyectos serán evaluados con una inversión a 10 años con una tasa del 6% anual. Esta tasa y horizonte de inversión fue definida luego de reuniones con expertos en inversiones (Alta Dirección, Scotiabank, Codelco) asociadas a temas ambientales y fondos de inversión. En la siguiente tabla se muestra el formato del flujo de caja a analizar, con el flujo de una planta de capacidad de procesamiento diario de 300 usTon diarias como ejemplo, basado en las variables fijadas en el inicio del capítulo. (En el anexo se encuentran los flujos de caja anuales para las 10 alternativas)

**Tabla 17: Flujo de caja anual, planta de capacidad de procesamiento de 300 usTon diarias**

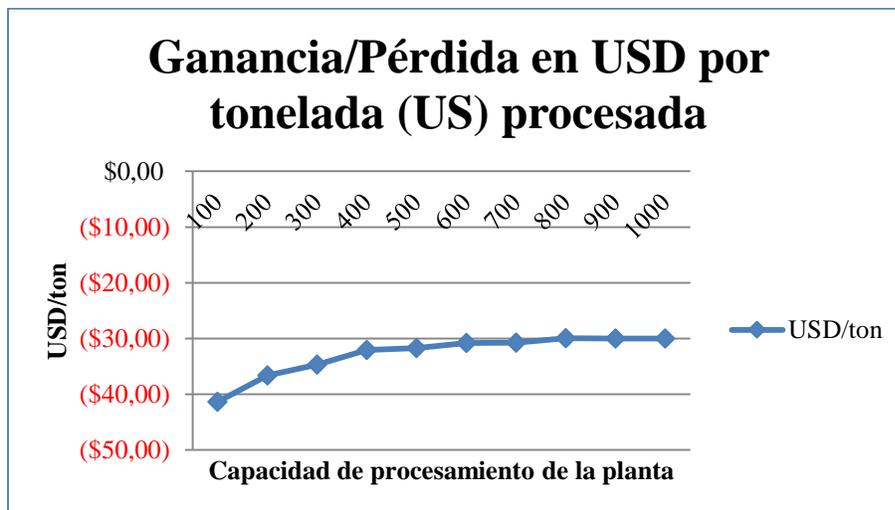
<b>Flujo caja anual</b>		
<u>Descripción</u>		
<b>Procesamiento total de basura domiciliaria (anual) en toneladas</b>	<b>97432,64084</b>	
<b>Ingresos</b>	<b>Dólares</b>	<b>USD/ton</b>
<b>Tiping Fee</b>	\$ 1.461.489,61	\$ 15,00
<b>Venta de Pellet</b>	\$ 4.783.747,80	\$ 49,10
<b>Aluminio</b>	\$ 353.485,62	\$ 3,63
<b>Acero</b>	\$ 584.595,85	\$ 6,00
<b>Ingreso total</b>	<b>\$ 7.183.318,88</b>	<b>\$ 73,73</b>
<b>Costos operacionales</b>		
<b>Personal</b>	\$ 120.000,00	\$ 1,23
<b>Agua</b>	\$ 27.192,60	\$ 0,28
<b>Combustible (Gas)</b>	\$ 2.722.844,06	\$ 27,95
<b>Electricidad</b>	\$ 1.995.511,90	\$ 20,48
<b>Mantenimiento y reparaciones</b>	\$ 1.208.250,00	\$ 12,40
<b>Repuestos</b>	\$ 402.750,00	\$ 4,13
<b>Soporte Técnico</b>	\$ 285.000,00	\$ 2,93
<b>Costos Totales</b>	<b>\$ 6.761.548,56</b>	<b>\$ 69,40</b>
<b>EBITDA</b>	<b>\$ 421.770,32</b>	<b>\$ 4,33</b>
<b>Costos de Capital</b>		
	<b>\$ 3.799.955,06</b>	<b>\$ 39,00</b>
<b>Costos Op. + Costos Capital</b>	<b>\$ 10.561.503,62</b>	<b>\$ 108,40</b>
<b>Ingreso Operacional Neto (Perdidas)</b>	<b>-3.378.184,74</b>	<b>-34,67</b>

*Fuente: Elaboración propia*

El anterior flujo de caja anual muestra como uno de sus índices la ganancia/perdida en USD por tonelada procesada de basura, de modo de poder unificar un criterio de análisis de todas las capacidades de procesamiento.

En el siguiente gráfico se muestra este índice para todas las capacidades de procesamiento posibles, en el escenario actual, el que considera un tipping fee de 15 USD y un precio por tonelada de pellet de 70 USD.

**Gráfico 4: Índice USD/usTon para escenario actual**



*Fuente: Elaboración propia*

Los datos del grafico son los siguientes:

**Tabla 18: Datos gráfico 4**

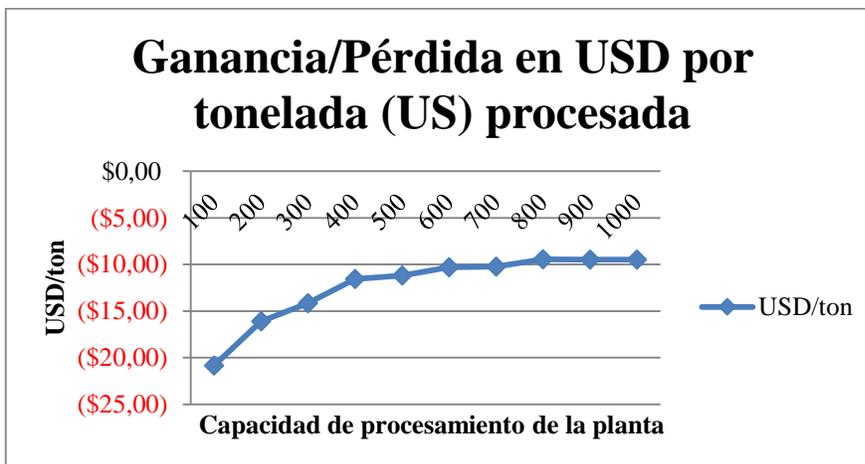
tpd	USD/ton	Diferencia
100	-\$ 41,37	
200	-\$ 36,63	\$ 4,75
300	-\$ 34,67	\$ 1,95
400	-\$ 32,08	\$ 2,59
500	-\$ 31,69	\$ 0,39
600	-\$ 30,81	\$ 0,88
700	-\$ 30,75	\$ 0,06
800	-\$ 29,95	\$ 0,80
900	-\$ 30,00	-\$ 0,05
1000	-\$ 29,98	\$ 0,02

*Fuente: Elaboración propia*

La principal conclusión es que bajo el escenario actual el proyecto está muy lejos de ser viable económicamente.

El siguiente escenario a analizar es un poco más optimista que el anterior, en el que se considera un tipping fee de 25 USD y un precio de la tonelada de pellet de 85 USD.

Gráfico 5: Índice USD/usTon para escenario semi-optimista



Fuente: Elaboración propia

Los datos del grafico son los siguientes:

Tabla 19: Datos gráfico 5

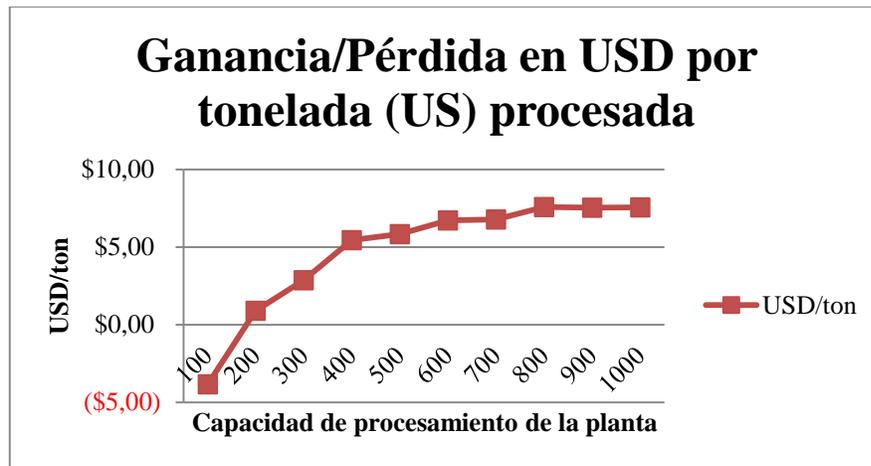
tpd	USD/ton	Diferencia
100	-\$ 20,85	
200	-\$ 16,11	\$ 4,75
300	-\$ 14,15	\$ 1,95
400	-\$ 11,56	\$ 2,59
500	-\$ 11,17	\$ 0,39
600	-\$ 10,29	\$ 0,88
700	-\$ 10,23	\$ 0,06
800	-\$ 9,43	\$ 0,80
900	-\$ 9,48	-\$ 0,05
1000	-\$ 9,46	\$ 0,02

En un escenario posible, pero más complejo de lograr la situación sigue siendo negativa para todos los escenarios, pero es claro que ciertos aumentos en la capacidad de procesamiento el beneficio obtenido es mayor, con los casos de aumentar a 200, 300 y 400 toneladas americanas de procesamiento.

El último escenario a analizar es el cual podría darse en el caso de que la legislación avance hacia un reconocimiento mayor del problema de la basura y de las tecnologías existentes. Este considera un tipping fee de 35 USD y un precio por tonelada de pellet de 95 USD.

En el siguiente gráfico se muestra como se da este escenario:

**Gráfico 6: Índice USD/usTon para escenario optimista**



*Fuente: Elaboración propia*

Lo datos del grafico anterior son:

**Tabla 20: Datos gráfico 6**

tpd	USD/ton	Diferencia
100	<b>-\$ 3,84</b>	
200	\$ 0,91	\$ 4,75
300	\$ 2,86	\$ 1,95
400	\$ 5,45	\$ 2,59
500	\$ 5,84	\$ 0,39
600	\$ 6,72	\$ 0,88
700	\$ 6,78	\$ 0,06
800	\$ 7,58	\$ 0,80
900	\$ 7,53	<b>-\$ 0,05</b>
1000	\$ 7,55	\$ 0,02

*Fuente: Elaboración propia*

En este escenario, desde las 200 toneladas americanas diarias de capacidad de procesamiento el proyecto se hace viable, y rápidamente muestra ser un gran negocio en términos monetarios. Acá es importante analizar las capacidades más altas de procesamiento. Desde las 500 toneladas americanas de capacidad en adelante, la capacidad de procesamiento de 600 toneladas americanas y la de 800 toneladas americanas muestran una mejora considerable en beneficio por tonelada procesada. Lo que se delimita a poner una cota de procesamiento superior de una capacidad de procesamiento de 800 toneladas americanas. Además es claro que la cota inferior no debiese ser por debajo de las 300 toneladas americanas diarias de procesamiento.

## 9.2. Definición de capacidad idónea de la planta para el escenario específico

En orden de poder seguir el análisis económico en profundidad, es necesario con todo lo desarrollado hasta ahora en la memoria, definir una capacidad de procesamiento diaria idónea para el desarrollo del proyecto y su ubicación específica.

Las principales variables a analizar, que marcan claras cotas y datos con indicadores importantes, son la basura disponible en la ubicación específica y el comportamiento del flujo de caja ante los escenarios antes mostrados.

Primero es importante recordar dos datos. El primero es que en la zona se encuentran 458 toneladas diarias de basura que hoy son dispuestas en un vertedero (sin solución sanitaria ni ambiental). Además, en la zona se generan más de 1.100 toneladas diarias de basura. Dado esto, para que sea una solución integral la planta debe ser capaz de procesar las 458 toneladas diarias.

En términos económicos se definieron como cotas las 300 toneladas americanas diarias y las 800 toneladas americanas diarias de capacidad de procesamiento. Además, se estableció que las capacidades de 300, 400, 600 y 800 toneladas americanas diarias de capacidad era las que agregaban más valor al proyecto.

Dadas las anteriores declaraciones, se estima que lo más conveniente para el escenario específico es la instalación de una planta de procesamiento de basura con capacidad para 600 toneladas americanas (544 ton) de basura diaria.

## 9.3. Análisis de Sensibilidad

Con la capacidad de procesamiento de la planta ya seleccionada, se realizará un análisis de sensibilidad simple, en el que se buscarán los valores (cotas) en que el proyecto se hace viable. Esto se realizará para las 3 variables que más injerencia tienen en el resultado final del flujo de caja. Estas son, las ya analizadas en distintos escenarios, tipping fee y el precio por tonelada de pellet. Además se analizará el precio del gas, el costo más alto de operación de la planta. La búsqueda del valor que indique que el proyecto es viable será analizada manteniendo todas las otras variables en los valores del escenario actual.

**Tabla 21: Escenarios de sensibilidad de variables**

	Ingreso neto	USD/ton
<b>Gas (no hay precio que haga viable el proyecto)</b>	-	-
<b>Tipping Fee USD 45,81</b>	<b>-757,30</b>	<b>-0,00</b>
<b>Pellet USD 113,93</b>	<b>-269,75</b>	<b>-0,00</b>
<b>Precio mínimo Pell USD 100 - TF 24,77</b>	<b>-367,57</b>	<b>-0,00</b>
<b>Precio mínimo (Gas USD 14,66, Pell USD 90, TF USD 20)</b>	<b>28,66</b>	<b>0,00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

La Tabla anterior muestra el resultado de la sensibilización, encontrando ciertos escenarios importantes que hacen el proyecto viable, de los cuales se recoge la siguiente información.

Inicialmente se analizó la variable del precio del gas. En el escenario actual, una planta de procesamiento de 600 toneladas americanas diarias gasta anualmente 5,4 millones de dólares el gas, prácticamente 7 veces mayor al costo que tendría el EEUU, gasto el cual se podría inferir es el principal culpable de que el proyecto no sea viable. En dirección contraria a lo que se esperaría, no existe un precio del gas el cual haga viable el proyecto, lo que muestra que su injerencia en el resultado final no es lo suficientemente grande como para afectar la viabilidad del proyecto en el escenario actual.

En dirección contraria al anterior análisis, se tiene que el precio del tipping fee se mantiene en precios no fuera de lo existente. El hecho del que el proyecto se haga viable con un tipping fee de 45,81 USD va de la mano con lo pagado en los países desarrollados, los que están bordeando los 40 USD. Lo que muestra que en un escenario muy optimista, con una regulación clara, el proyecto en algún momento debiese ser viable.

Finalmente, el precio por la tonelada de pellet entrega información que hace que el escenario no sea del todo desalentador. Se da una situación bastante singular de lo que sucede. Se tiene que el proyecto se hace viable cuando el precio de la tonelada se valora en alrededor de los 113 USD. Esto es prácticamente el doble del precio del carbón. Ahora, es importante recordar que existen ocasiones en que las termoeléctricas deben recurrir a Energías Renovables No Convencionales para cumplir sus cuotas de producción, momento en el cuál llegan a pagar hasta 3 veces el MWh de lo que les cuesta producirlos. Dado esta situación, si el pellet puede ser validado como una medida de mitigación del impacto de la operación de la termoeléctrica, podrían estar dispuestos a pagar ese valor por el pellet para no tener que recurrir a otras energías en distintos escenarios.

A modo de análisis final, es claro que la instalación de la planta no es viable económicamente. Sólo en algunos pocos escenarios podría llegar a serlo, de los cuales todos son bastante poco probables en el corto plazo. El escenario que se ve menos lejano es el caso del pellet, por lo que es un tema con mucha oportunidad de profundización en el corto plazo.

Para entender de mejor forma lo complicado de la viabilidad económica, a continuación se muestran dos escenarios combinados, para entender donde se hace viable el proyecto.

**Tabla 22: Escenarios combinados sensibilización de variables**

Escenario	Ingreso neto	USD/ton
<b>Precio mínimo Pell USD 100 - TF 24,77</b>	-367,57	-0,00
<b>Precio mínimo (Gas USD 14,66, Pell USD 90, TF USD 20)</b>	28,66	0,00

*Fuente: Elaboración propia*

El escenario 1 está dado cuando el precio del pellet por tonelada es de 100 USD y el precio del tipping fee bordea los 25 USD. Es un escenario bastante complejo, pero podría verse no tan lejano en función de cómo está evolucionando la legislación y como podría llegar a venderse el pellet.

El segundo escenario incluye el precio del gas, en el que con un gas bordeando los 15 USD, el pellet el 90 USD y el tipping fee en 20 USD sería un proyecto viable. Esto habla de que se hay una solución en Chile con el precio del gas las posibilidades de que el proyecto sea factible económicamente aumentan considerablemente.

## 10. Aproximación a una Evaluación de Impacto Ambiental

*“En la naturaleza no existen residuos, todo es reincorporado al ciclo a través de las cadenas tróficas y de los ciclos biogeoquímicos, sólo en los ecosistemas con presencia antrópica se generan residuos.”<sup>14</sup>*

Lo anterior marca el porqué de la necesidad de, a lo menos, una aproximación a una evaluación de impacto ambiental. Es importante recalcar que bajo ningún punto de vista se trata de una evaluación de impacto ambiental, sino solo una aproximación a ciertos procesos y comparaciones que den una noción sobre el impacto de la instalación de la planta, y de esa forma sean la base para una futura evaluación completa del impacto ambiental.

Esta aproximación se realizará evaluando una planta con una capacidad de procesamiento de 544 toneladas diarias (600 toneladas americanas), ubicada en el sector de Nogales, en el norte de la V región de Valparaíso.

### 10.1. Impacto operacional de la planta (Ingresos y Egresos)

Como primer índice sobre el impacto ambiental de la instalación de la planta está el impacto operacional de esta. Este impacto solo se medirá en términos del set de variables considerados en el índice de huella de carbono (kg de CO<sub>2</sub> equivalentes), índice universalmente aceptado y entendido uniformemente por todos. Para definir el impacto total deben definirse los ingresos y egresos de la planta de todo tipo. Estos son energéticos, agua, materia prima, residuos del proceso y productos finales.

En la siguiente tabla se indican los ingresos a la planta, sus unidades de medida, la huella de carbono por unidad y el impacto por tonelada procesada.

**Tabla 23: Impacto en huella de carbono para ingresos de la planta por tonelada procesada**

Ingresos				
Ítem	Unidad	Ingreso por Ton de basura	Huella por unidad (kg CO <sub>2</sub> eq)	Huella por 1 Ton basura procesada
Agua	kg	166,88	0,0065	1,087
Gas	kg	24,78	0,46	11,40
Electricidad	kwh	112,71	0,68	76,69
Basura	Ton	1	-	-
<b>Total huella ingresos 1 ton basura procesada</b>				<b>89,18</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Llama la atención de la tabla anterior el hecho de que el ingreso de la basura (materia prima) no tenga considerado un impacto en términos de huella de carbono. Esto tiene una explicación

<sup>14</sup> Informe MMA - 2011

bastante sencilla que se grafica en la siguiente recomendación de la OCDE, en la Evaluación de Desempeño Ambiental del país del año 2005, que dice:

*“Profundizar la aplicación de los principios “el que contamina paga” y “el usuario paga”, mediante cargos apropiados (sobre el manejo de residuos, el acceso a las áreas protegidas o los recursos naturales, entre otros), con la debida consideración de las restricciones sociales.”*

Bajo ese criterio, se entiende que al existir la planta esta no debe hacerse cargo del impacto de la generación de basura, al contrario, solo es una alternativa para quien debe hacerse cargo. De este modo, el impacto en sí de generar basura no está asociado a la operación de la planta, no así el tratamiento de esta, el cual si está siendo considerado.

Finalmente, en función de los ingresos a la planta, esta acumula un impacto ambiental en huella de carbono de 89,18 kg de CO2 equivalente.

Por otra parte, por el lado de las salidas de la planta, el impacto por tonelada de basura procesada se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 24: Impacto en huella de carbono para salidas de la planta por tonelada procesada**

Ítem	Unidad	Salida por Ton de basura	Huella por unidad (kg CO2 eq)	Huella por 1 Ton basura procesada
<b>Pellet</b>	Ton	0,701	-	-
<b>Fierro</b>	Ton	0,03	-	-
<b>Aluminio</b>	Ton	0,004	-	-
<b>Material Inerte</b>	kg	78,00	0,012	0,96
<b>Agua (Humedad)</b>	kg	251,13	0,036	9,16
<b>Total huella por salidas 1 Ton basura (kg CO2)</b>				<b>10,12</b>

*Fuente: Elaboración propia*

En relación a las salidas que tiene la planta debe hacerse una aclaración conceptual. La salida de material inerte y de humedad (finalmente agua) son residuos del procesamiento de basura en la planta, en cambio, la salida de pellet, fierro y aluminio son productos finales que van a distintos clientes. Para facilitar el análisis, se considerará que el pellet, por ser el producto final con mayor salida, será quien arrastre todo el impacto por el procesamiento de la planta, por lo que el pellet por sí solo no produce impacto en su salida. El fierro y el aluminio pasan a plantas recicladoras de ese material en específico, por lo que podría considerarse algún impacto en esa operación. En este caso no se considerará por los bajos volúmenes de salida, siendo así despreciable para el objetivo final del cálculo.

Con lo anterior se tiene que las salidas de la planta acumulan un impacto en términos de huella carbono por tonelada de basura procesada de 10,12 kg de CO2 equivalente.

**De esta forma la operación de la planta tiene un impacto de 99,31 kg de CO2 equivalente por tonelada de basura procesada.**

Para cerrar el análisis es necesario definir el impacto de la operación de la planta en su totalidad de su capacidad de procesamiento. Esto se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 25: Impacto en huella de carbono de la operación de la planta**

Huella procesamiento 1 Ton	Huella procesamiento diario (544 Ton)	Huella operación anual
99,31 kg CO2 eq	54.024,64 kg CO2 eq	19.341.109,12 kg CO2 eq*

\*La diferencia matemática de los números finales se debe a que fueron truncados en 2 decimales.

*Fuente: Elaboración propia*

**El impacto, en términos de huella de carbono, de la operación de la planta durante 1 año es de aproximadamente 19.341.109,12 Kg de CO2 equivalente.**

## 10.2. Impacto modificación lugar de disposición

Para el desarrollo de este punto es necesario aclarar algunos supuestos realizados. Al construir la planta de tratamiento de residuos en el lugar mencionado (Nogales), se genera una alteración al mercado actual de tratamiento de residuos. Dado esto, se supone que la decisión de disposición no tendrá trabas legales de ningún tipo, por lo que siempre se decidirá la mejor opción posible. Con eso, debe entenderse que toda municipalidad que hoy dispone en vertederos cambiará su lugar de disposición a la planta si se encuentra en el radio de 40 km de la planta, para así no generar un traslado excesivo de los residuos.

Por otra parte, el impacto ambiental de la operación de un vertedero no es medible, dado a que está condicionado a las características específicas de cada uno. Por ejemplo, el vertedero de Quintero se ubica entre una zona urbana y el mar. Al no ser un vertedero con plan de manejo se generan incendios semanales que impactan de forma no medible el medioambiente y la vida de los habitantes de quintero. Además, no es medible la filtración de líquidos percolados a napas subterráneas, con lo que se explica que no se puede llegar a un número real del impacto de su operación, y así con todos los vertederos. Por lo que, cualquier cambio en el traslado de la basura (quintero hoy traslada 3 km. su basura, si dispusiera en la planta en nogales tendría que trasladar aproximadamente 30 km. su basura) no es considerable en términos de impacto ambiental asociado al “ahorro” de no disponer en un vertedero y hacerlo en la planta.

Con los supuestos anteriores, se tiene que dispondrían en la planta los municipios que, se encuentran en un radio de 40 km. de la planta, y que actualmente disponen sus residuos en vertederos. Estos corresponden a 458 toneladas diarias de basura.

Ahora, dado el resultado de la evaluación económica, en la que se define como capacidad de procesamiento optima 544 toneladas diarias (600 ton americanas), se debe considerar la satisfacción de la demanda de basura.

La satisfacción de demanda de basura se verá definida por dos variables. Primero, según información recopilada por métodos de transparencia en el ministerio de medioambiente, la producción de basura en la V región aumenta en un 5% anual (tabla en anexos), por lo que debe haber un margen de capacidad de procesamiento para solventar ese crecimiento. Segundo, según

los argumentos definidos anteriormente, no habría sustento para cumplir la recomendación de no trasladar los residuos más de 40 km. para su disposición final, por lo que de los 734 toneladas diarias dispuestas en vertederos (458 en el radio), las que no se encuentren en el radio, aun trasladando una distancia mayor el impacto de disponer en la planta se considera positivo.

### 10.3. Caracterización del pellet vs carbón

---

El pellet, como producto final principal del proceso operativo de la planta, se caracteriza principalmente por su potencial uso en la quema industrial en conjunto con carbón. Debido a lo anterior, a continuación se hace un análisis comparativo en función de cómo se comporta el pellet en la quema conjunta con carbón, además de una comparación en términos de impacto ambiental de la producción y extracción de cada producto.

Primero, es importante citar a un estudio ambiental realizado en Canadá en el Canmet Energy Research el año 2013 a las características del pellet. El estudio cuenta con 4 conclusiones importantes para entender el pellet como producto.

- 1. El pellet no tiene impacto en la combustión en la quema conjunta con carbón:** El estudio muestra que el pellet puede ser quemado en conjunto con el carbón sin un impacto considerable en el rendimiento de la combustión del combustible primario (carbón). Indica que esto se mantiene hasta con el reemplazo de un 10% del carbón por pellet.
- 2. No hay impacto en emisiones:** Las mediciones de la quema conjunta no arrojaron resultados a considerar sobre las emisiones.
- 3. Tamaño del fluff (pre-pellet) y su impacto en la generación de cenizas:** A base de distintas mediciones, en las que se utilizaron fluff con distinto tamaño, se verificó que en función de la tecnología de quema, se podía llegar a un tamaño ideal en el que la generación de ceniza por parte del pellet fuera casi nula (quema total). Este tamaño estará condicionado a cada escenario y tecnología específica.
- 4. Beneficios ambientales:** Primero define que el dejar de disponer basura en un relleno sanitario y sustituir el uso de carbón es claramente un indicio de una mejora en términos ambientales. De hecho declara que por cada tonelada de pellet producido existe una reducción de 2.75 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. Cabe señalar que este número está bastante por sobre la aproximación encontrada (se detalla en el siguiente punto), lo que se debe a que la aproximación realizada puede diferir en supuestos y metodología utilizada.

Fuera de lo encontrado por el estudio realizado en Canadá, en la siguiente tabla se muestra un paralelo entre el pellet y el carbón, en relación a capacidad calórica, el impacto en la generación de una tonelada de producto y finalmente el impacto de ambos igualado en términos de capacidad calórica.

**Tabla 26: Capacidad calórica e impacto de producción pellet - carbón**

	Pellet	Carbón bituminoso
<b>Capacidad calórica Btu/Kg</b>	19,23	23,26
<b>Impacto de producción (ton)(Kg CO2)</b>	141,87	305,62
<b>Impacto por capacidad calórica carbón</b>	171,57	305,62

*Fuente: Elaboración propia*

Lo anterior es manteniendo el supuesto de que el pellet se lleva consigo el impacto de toda la operación de la planta. De todas formas, el impacto de producción del pellet es considerablemente menor a la del carbón. Es importante aclarar que el impacto del carbón utilizado es su producción y traslado a una termoeléctrica en EEUU. No considera el impacto del traslado vía barco a Chile (que aumentaría de forma considerable su huella de carbono).

#### 10.4. Impacto global de la planta (neto versus situación actual)

A lo largo de los puntos anteriores se ha logrado dar una aproximación de lo positivo, en términos de impacto, de la instalación de la planta. Pero es importante comparar el impacto operacional de la planta con la otra solución hoy presente en Chile, los rellenos sanitarios. La siguiente tabla muestra el impacto en términos de huella de carbono de la operación de la planta en un año y su equivalente en un relleno sanitario. Se llama equivalente dado que en el relleno no “desaparece” la basura, como se realiza en la planta, sino que se considera el impacto que tendría, la cantidad de residuo que puede procesar la planta en un año, dispuesto en un relleno sanitario.

**Tabla 27: Comparación impacto alternativas de disposición final de basura**

<b>Impacto de la planta versus alternativa actual (Kg Co2 eq)</b>			
	<b>1 kg residuo</b>	<b>1 Ton</b>	<b>Impacto total</b>
<b>Impacto anual de 544 Ton en la planta</b>	0,10	99,31	19.341.109,12
<b>Impacto anual de 544 Ton en Relleno sanitario</b>	0,91	905,13	176.275.701,88

*Fuente: Elaboración propia*

Lo anterior nos muestra que la planta tiene un impacto casi 10 veces menor que el de un relleno sanitario. Esto principalmente se debe a que la planta logra acortar la vida de la basura, traspasando su impacto al pellet. Dado esto, el impacto no puede quedar desconectado, por lo que simplificando el análisis a la sustitución del relleno sanitario y del carbón, la producción de 1 tonelada de pellet (1,42 toneladas de basura procesada) estaría reduciendo la huella de carbono en 1141.25 Kg CO2 equivalente en términos de disposición (de 1,42 toneladas de basura) y 134,5 Kg CO2 equivalente en términos de sustitución de carbón.

**Con lo anterior, se puede aproximar que el impacto positivo de la producción de 1 tonelada de pellet es la reducción en términos de huella de carbono es de 1.275,75 Kg de CO2 equivalente.**

## **11. Validación social del proyecto (stakeholders)**

---

Para realizar una validación a nivel social, en este caso a nivel de stakeholders del proyecto, es imperante definir de buena forma quienes serían los stakeholders para este proyecto en específico.

Es de esperar cuando se busca implementar una nueva tecnología, como la presentada a lo largo de este informe, existan distintas reacciones de la sociedad. Desde un total apoyo al proyecto como una intransigente oposición. Esto puede darse por varios motivos, pero generalmente será dada por stakeholders locales con diversos intereses, niveles de información, y situaciones económicas y organizacionales. Es necesario entender sus motivaciones frente a un proyecto de estas características y con el impacto a nivel social, económico y ambiental que puede tener.

En anexos se encuentra una tabla con un listado de los posibles stakeholders que podrían estar involucrados en la discusión sobre la implementación de la planta y sus posibles intereses e influencia. Con esto, y la estructura de una encuesta que iniciaba la conversación, la cual se encuentra en anexos, se pudo entrevistar a algunos de los stakeholders del proyecto. Esta encuesta fue construida con la intención de no ser tendenciosa y solo referirse a temas que lograran sacar algunas conclusiones sobre la posible instalación de una planta. Las personas que lograron ser entrevistadas son de diversas profesiones, entidades y personas relacionadas con el posible desarrollo del proyecto. En anexos se encuentra la lista de personas entrevistadas y encuestadas. Además se encuentra el resultado de la tabulación de las encuestas.

Se clasificaron 3 tipos de perfiles de los entrevistados. Profesionales relacionados con la zona en análisis, autoridades de la zona y vecinos de la zona. Esto se definió así ya que, inesperadamente, las ideas entre ellos eran bastante similares, pero no así entre los perfiles definidos.

Lo profesionales entrevistados tenían como visión clara problemas en temas ambientales (Agua, basura), pero a la vez asociaban problemas país a la zona (empleo, educación). Ellos veían un alto descontento con la situaciones antes mencionada, y creían debía haber una pronta intervención del estado para solucionar los problemas.

A diferencia de lo anterior, las autoridades creían que los problemas ambientales eran los que más apremiaban a la zona, específicamente el agua y la basura, pero esta vez veían un bajo descontento, lo que mantenía la calma y solo se veía reflejado en eventos aislados de manifestación. Diferenciándose de los profesionales, ellos esperan la empresa privada, o principalmente nuevos emprendimientos llegue a solucionar los problemas. Creen la gente joven es la solución a los problemas, con mentes más limpias.

Finalmente, y el análisis más importante, los vecinos de la zona reflejaban un desconocimiento de los problemas, no tendiendo a ninguna mayoría, y dado su nivel de

desinformación, solo reflejaban sus problemas como problemas de todos. A pesar de lo anterior su descontento siempre se mantiene solo, y en realidad, a pesar de lo que diga la encuesta, no creían habría solución pronta, mostrando desazón y desilusión.

Todos los stakeholders entrevistados encontraron que la posibilidad de una planta de las características analizadas es una gran solución a los problemas que hoy se ven en la zona, pero creen es muy poco factible, unos por temas legales, otros por temas económicos, pero lo más desalentador, es cuando los vecinos creen que todo es mentira, y que solo son palabras y que en realidad no existe voluntad para solucionar los problemas.

Debe realizarse una validación importante a nivel social, con información a la gente que habita estos lugares, para que entienda hay una alternativa, hay personas que quieren realizar las cosas bien y solucionar sus problemas.

## **12. Condiciones Generales de viabilidad para el proyecto**

---

Todos los desarrollos anteriores muestran de forma clara beneficios de la instalación de la planta en el contexto analizado, pero también muestran las dificultades que vería en los ámbitos económico, medioambiental y social para la viabilidad del proyecto. En el siguiente capítulo se pretende realizar un análisis general del contexto actual en el que se enmarcaría el desarrollo del proyecto y cuáles serían las condiciones que debiesen cumplirse, o en su defecto, al menos facilitarían la posibilidad de desarrollar el proyecto en la zona evaluada.

### **12.1. Eje Económico**

---

En términos económicos se realizó un análisis en el que se muestra que el proyecto no es viable económicamente en el escenario actual. Lo anterior debido principalmente a 3 variables. La primera es el alto costo en energía, específicamente el gas. El segundo es el bajo precio que hoy se paga por la disposición final de una tonelada de basura. Finalmente, se tiene que el precio del pellet es muy difícil de definir de forma real, lo que dificulta su análisis.

#### **Energía**

---

El consumo energético de la planta es bastante alto, principalmente debida la necesidad de generar vapor de agua para la esterilización de la basura procesada. Hoy la planta está diseñada para su utilización con gas. Esto debido a que en Estados Unidos, país donde se genera la tecnología no tiene problemas con el gas. De hecho, tiene precios 7 veces menores a los de Chile, lo que hace que la evaluación económica no sea sensible al precio de la energía.

En Chile no se vaticina que en el corto plazo disminuyan de forma considerable los precios del Gas, por lo que es necesario evaluar alternativas energéticas para los procesos que hoy utilizan gas. El principal proceso es la producción de vapor, por lo que no existe una barrera tecnológica en este aspecto. Dado lo anterior, deben analizarse alternativas para generar la cantidad de energía producida por el gas.

A modo de recordatorio, la planta necesita de 1,1 millones de btu por tonelada de basura procesada, por lo que se necesitan alternativas capaces de generar esa cantidad de energía.

Las alternativas que se plantean y que deben someterse a un análisis más profundo son las siguientes:

- **Reutilización del pellet:** El pellet generado por la planta tiene una capacidad calórica de 20,29 MJ/Kg. 1 MJ es igual a aproximadamente 948 btu, por lo que el pellet tiene una capacidad calórica de 19.235 Btu/Kg. Dado lo anterior, para la generación del vapor necesario para el procesamiento de una tonelada de basura son necesarios 52 Kg de pellet. Ahora, recordando que de una tonelada de basura se generan aproximadamente 700 Kg de pellet, se tiene que solo es necesario reutilizar un 7,5% del pellet generado para la producción de vapor. Es clara la oportunidad presente para la sustitución del gas, pero debe profundizarse el análisis en términos técnicos, asociado a la quema del pellet y en términos económicos, para ver cuánto afecta el dejar de vender ese 7,5% del pellet producido.
- **Uso de energía calórica sobrante de termoeléctricas:** El proceso de generación eléctrica por termoeléctricas se basa en la generación de vapor. Este proceso tiene excedentes de calor que no son utilizados en la generación energética, aunque hoy existen algunos procesos de recuperación de esta energía, aún no es posible recuperarla del todo para la generación eléctrica. La propuesta sería el poder realizar el proyecto al alero de una termoeléctrica, utilizando el vapor de agua generado en el proceso que no se utiliza para la generación eléctrica en los procesos de la planta de valorización de basura. Debe hacerse un estudio más profundo a nivel técnico para saber si es viable la realización de la propuesta anterior.
- **Utilización de Energía Solar:** Se propone la utilización de una central termosolar para la generación de vapor. Estas centrales, que pueden ser de torre central (espejos que concentran la radiación solar en un punto para la evaporación de agua) o de colectores distribuidos (pequeños colectores de concentración para la generación de vapor), serían capaces de abastecer sin problemas las necesidades de la planta de valorización de basura. Debe realizarse un análisis más profundo para la evaluación de la locación de la planta, su evaluación económica y técnica asociado a las necesidades de los procesos.

Con lo anterior se muestran algunas alternativas posibles para solucionar el problema en términos de costos energéticos de los procesos de la planta, pero deben ser analizados con mayor profundidad para saber si realmente son soluciones al problema.

#### Precio por disposición de basura

Hoy el precio pagado por disposición de una tonelada de basura se decide de distintas formas, pero en todas ellas es una negociación/propuesta del dueño del relleno sanitario o vertedero con las municipalidades (esto si la municipalidad no es dueña de su propio vertedero). Como se analizó en capítulos anteriores de esta memoria, lo que hoy se paga por disposición es bastante bajo y no permite que el proyecto sea viable económicamente.

Hoy no existe la posibilidad de modificar este mercado. Por un lado los bajos recursos que tienen las municipalidades y los bajos precios que piden las pocas empresas que ofrecen disposición final de residuos hacen prácticamente imposible la entrada de nuevos actores.

Para solucionar el tema del bajo precio de la disposición final de basura existen 3 caminos:

- **Modificaciones Legales:** Se analizarán más adelante en este capítulo. Está asociado a las exigencias en términos de sustentabilidad e impacto de la disposición final de los desechos.
- **Subsidios Estatales:** Para que hoy una municipalidad pueda pagar a lo menos el doble de lo que paga hoy para disponer de forma sustentable podría ser subsidiada por estado para así hacer que el proyecto sea viable en las condiciones económicas actuales de las municipalidades.
- **Aportes Privados:** Es difícil encontrar una razón por la cual un privado realizaría aportes a una municipalidad para financiar la disposición final de su basura, pero con la actual promulgación de la ley de Responsabilidad Extendida del Productor, en la cual las empresas productoras deben hacerse cargo de sus productos toda su vida útil, teniendo que cumplir cuotas de valorización de residuos, podría existir una posibilidad. Bastaría que esta tecnología fuese validada como un proceso de valorización de algunos de los productos ingresados en la nueva ley y las empresas podrían verse tentadas tanto como de subsidiar el proyecto y/o a las municipalidades.

La solución a la viabilidad económica del proyecto asociada al precio de la disposición final de basura es compleja, y está más alineada a la eliminación de barreras de entrada y cambios legales que a una intervención directa del precio en cuestión.

### Precio del pellet

El precio del pellet es probablemente la variable más influyente, pero a la vez la más impredecible, en la viabilidad económica del proyecto. Como se ve en capítulos anteriores el precio del pellet tiene una cota inferior la cual se definió igualando la capacidad calórica de este con la del carbón bituminoso (carbón utilizado en las termoeléctricas). Lo complejo de esta variable es definir cuanto valora el potencial cliente (termoeléctricas) el producto, y con esto cuanto estaría dispuesto a pagar por él.

Hoy las termoeléctricas a carbón tienen, por un lado, mucha fiscalización en términos de generación eléctrica y emisiones, pero por otro no existen alternativas de combustibles complementarios que les permitan mantener sus niveles de producción. Las termoeléctricas deben cumplir cuotas de generación acordadas por contrato, por lo que si no las logran, independiente de las razones (una de las más comunes tiene que ver con superar las emisiones permitidas), deben comprar energía a otras centrales eléctricas (generalmente ERNC) a precios de casi el triple de lo que les cuesta a ellos producir.

Considerando el eje anterior se tienen dos formas de entrada fuertes para el pellet, que puede valorizarlo en el mercado y lograr precios que hagan viable el proyecto.

- **Demostrar disminución de emisiones con el uso del pellet:** Como se mencionaba anteriormente, la principal razón por la cual las termoeléctricas producen por debajo de su capacidad es el tema de las emisiones. Hoy la fiscalización es “chimenea afuera”, lo que significa que independiente cual sea el combustible, debe cumplir con ciertos estándares a la hora de emitir al aire. Hoy el pellet ha demostrado que no afecta

en el proceso de combustión si se utiliza un 10% de total de combustible, pero para analizar una posible disminución de emisiones debe evaluarse en la planta en específico, por lo que si en una prueba piloto se logra demostrar esto el pellet podría considerarse una alternativa más que valida para mantener la planta a su capacidad máxima de producción.

- **Validación del pellet como combustible alternativo:** Esto tiene que ver con modificaciones legales, ya que la fiscalización debería considerar el tipo de combustible utilizado. Si el pellet logra validarse como una alternativa sustentable, y que disminuye el impacto general de los procesos actuales (basura y producción energética), podría valorizarse y justificar su uso por sobre el carbón. Esto, si por ejemplo, la ley diera beneficios tributarios o subsidios para el uso de este combustible.

En general este punto tiene que ver con posicionar el pellet en el mercado y su principal dificultad es que para hacerlo es muy probable que se necesite tener el producto disponible para sus pruebas (importación o instalación previa de la planta).

## 12.2. Eje Medioambiental

---

En términos medioambientales se mostró en capítulos anteriores que, en un primer análisis general, el proyecto tiene un impacto bastante positivo en comparación con la situación actual. Esto hace entender que es viable medioambientalmente el proyecto, pero cabe destacar que con esto no basta. No basta con que sea viable, sino que debe generar un sustento al proyecto en términos de validación como gestor de basura y como proveedor de un combustible alternativo.

Para abarcar este eje de buena forma debe profundizarse en el ciclo de vida del pellet, considerando el origen de su materia prima (la basura), sus traslados, los procesos por los que pasa hoy y por los que pasaría en la planta, para finalmente analizar el impacto de su quema en las termoeléctricas. Este análisis completo (que sería una profundización de lo ya realizado), permitiría validar el proyecto a todo nivel (privado y público), por sobre otros proyectos, y daría pie para buscar modificaciones en lo legal que permitieran el desarrollo y la viabilidad general del proyecto.

Cabe destacar que en esta memoria se logra concluir que es un proyecto medioambientalmente viable, pero aún se puede profundizar para así darle robustez al análisis y poder presentarlo como un fuerte argumento de la necesidad de la realización del proyecto.

## 12.3. Eje Social

---

En capítulos anteriores se muestra una validación a nivel de stakeholders del proyecto, pero esto no es suficiente para definir la viabilidad del proyecto en estos términos. A pesar de ser un eje clave en el desarrollo de proyectos de estas características, en este proyecto en específico deben analizarse otras variables sociales que pueden intervenir de forma directa la viabilidad y el desarrollo de este. El escenario social actual puede que no permita que el proyecto sea viable, dado que hoy, a pesar de ser un tema importante, la disposición final de basura no es prioridad ni para la gente ni para el estado, por lo que el real fomento de los proyectos está al debe. Por esto es que deben darse ciertos escenarios para hacer de este un proyecto viable en todos sus ejes.

## Entrada al mercado de la disposición de basura

---

Probablemente este es el mayor desafío para la viabilidad del proyecto. Se pueden lograr precios que permitan una viabilidad económica y demostrar de forma robusta la viabilidad medioambiental para utilizarla como argumento de desarrollo del proyecto, pero si no se logra conseguir municipalidades que dispongan de su basura en la planta el proyecto no es viable.

El mercado de la disposición de basura se limita a una negociación libre de las municipalidades con las “distintas” alternativas de disposición final que existen. He ahí el primer problema. Hoy existe solo el relleno sanitario como lugar de disposición con solución sanitaria, siendo la otra alternativa vertederos que no tienen ningún tipo de control ambiental. Dado esto las municipalidades se ven acotadas a decidir si gastar menos en disponer en vertederos o disponer en rellenos sanitarios. Aquí nace un segundo escenario complejo. Hoy los dueños de los rellenos sanitarios son acotados (KDM tiene la mayoría del mercado, no se puede especificar dado que los datos no están disponibles de forma simple, solo como el resultado de licitaciones de todas las municipalidades que ocuparon ese mecanismo, que no siempre es así, otro problema), por lo que deben adaptarse a las condiciones que los dueños de los rellenos sanitarios plantean. Estas son claras y se han repetido. Mientras más basura se comprometa a llevar la municipalidad y mientras a más años sea el contrato menor serán los precios por disposición de basura por tonelada. He ahí un sentido perverso de la forma de negociar de algunos actores.

Recapitulando, existen problemas por pocas alternativas de disposición, existen muchas libertades de negociación y existen incentivos perversos para bajar los precios de la disposición final (más basura y más años de contrato). Pero no es solo lo anterior. No es difícil darse cuenta que este es un mercado millonario y que no se ve afectado por prácticamente ningún factor económico. A estas alturas no se dejará de producir basura, existe la obligación por parte de las municipalidades de hacerse cargo de esta, por lo que es un mercado que siempre existirá y puede generar millonarios ingresos de forma constante. Por lo anterior, en el tiempo, se ha manejado el tema de la gestión de residuos “bajo las aguas”, siendo recién hoy de conocimiento público algunas malas prácticas dentro de las negociaciones. Los más conocidos son los casos de las municipalidades de Maipú y Cerro Navia, los que están siendo procesados por la justicia, pero aparte de estos, en el desarrollo de la memoria se pudo llegar a entender que esta son prácticas más que habituales, donde aún existe “el maletín perdido en la reunión”, refiriéndome derechamente a coimas, pudiendo decir que prácticamente se puede considerar una mafia el tema de la basura.

Con lo anterior la viabilidad del proyecto se ve gravemente afectada, dado que ganar alguna licitación o generar un contrato de disposición final de basura es bastante difícil, partiendo por los largos contratos que existen hasta por las malas prácticas de los participantes en el mercado.

Para poder pasar estas grandes barreras presentadas se debe dar un escenario de fiscalización fuerte, en el que empiecen a aparecer los casos de fraude, de contratos ilegales (duración más allá de lo que permite la ley) y así genere una situación de competencia leal a la hora de generar una nueva alternativa de disposición final de residuos.

En este punto se encuentra la clave del escenario necesario para la viabilidad general del proyecto. La existencia de ciertas modificaciones en la ley actual serían claves para el fomento de este tipo de proyectos y su desarrollo a través del país. Son no menores los cambios necesarios, pero se ha mostrado que el camino de las reformas legales tiene esa dirección, lo que daría pie a mejores condiciones para este tipo de proyectos.

Como escenario ideal se consideran los siguientes cambios en la legislación como fundamentales para la viabilidad general del proyecto:

- **Recursos para la disposición sustentable:** Deben entregarse recursos a las municipalidades, o en su defecto mejorar las posibilidades de recolección de estos, para que las municipalidades puedan decidir con un poco más de holgura en términos de precio donde disponer sus residuos, sobre todo si piensan hacerlo en alternativas sustentables.
- **Subsidio para proyectos sustentables:** Debe existir subsidios para proyectos que generen impactos positivos a nivel social y medioambiental. Hoy el no conocimiento de las alternativas existentes por parte de las autoridades los ha limitado a generar subsidio a algunas pocas tecnología que no son una alternativa a la disposición final de los residuos domiciliarios, sino que son tratamiento de residuos, pero que requieren una separación previa de estos. Es verdad que son proyectos sustentables, pero debe ampliarse la gama de proyectos subsidiables.
- **Regulación de precios para disposición:** Debe regularse el costo de disposición final. En Chile se pagan precios que permiten a los actuales participantes del mercado mantener fuera de este a cualquier proyecto que pretenda entrar a competir con ellos, por lo que una regulación que permita a través del tiempo definir una forma de poner precio a las distintas alternativas podría dar un buen escenario.
- **Regulación de procesos de licitación y contratos:** Se deben regular los procesos de licitación y los contratos realizados por las municipalidades. Hoy cuentan con demasiadas libertades, por lo que la inscripción de estos contratos en alguna entidad reguladores sería una buena alternativa.
- **Separación de contratos de recolección y disposición:** Hoy es permitido negociar la recolección con la disposición final en conjunto. Esto no es del todo malo, ya que permite una integración vertical que puede bajar los costos para las municipalidades. El tema es que hoy esto es una barrera de entrada a nuevos proyectos, ya que no pueden competir con los precios alcanzados por los que hoy son las empresas más grandes del rubro.
- **Incorporación de eje medioambiental en las licitaciones:** Las licitaciones son básicamente encontrar quién es capaz de disponer de forma final mis residuos al menor precio posible, sin importar el cómo se realice. El incorporar, por ejemplo, análisis de ciclo de vida de la basura en cuestión, asociado al mecanismo de disposición permitiría incorporar otro eje comparativo de las alternativas.
- **Definición de límites generales para las bases de licitaciones:** Las licitaciones se realizan por parte de cada municipalidad con las bases que ellos estimen convenientes. Debe legislarse en definir los límites permitidos de estas licitaciones, y establecer las condiciones de aprobación de los resultados de estas.

- **Límite de los años posibles de contrato:** Los años de contrato son hoy una de las grandes barreras de entrada. Debe definirse límites de años y alternativas de salida de los contratos vigentes para así generar un mercado más competitivo que permita la constante aparición de nuevas alternativas de disposición de residuos.
- **Fomento de utilización de combustibles alternativos en termoeléctricas:** Legislar para permitir la aparición de combustibles alternativos (ej. Pellet) para la operación de termoeléctricas, que les permitan solucionar su problema de impacto de la operación actual sin la necesidad de afectar la generación eléctrica.

Todos los escenarios analizados anteriormente permitirían un escenario ideal para la viabilidad general del proyecto y su desarrollo. Se ve bastante complejo y poco probable que este escenario se de en el corto plazo para que sea un proyecto viable, pero se entiende que no es tan así. A pesar de verse distante, son cambios que pueden incentivarse y activarse en función del posicionamiento de este tipo de tecnologías a nivel gubernamental, que hagan entender de la necesidad de estos cambios, por lo que se cree es posible posicionar el proyecto de tal forma que permita su viabilidad en el mediano corto plazo, siendo pionero en el área y abriendo puertas para el desarrollo de otros proyectos de este tipo.

### 13. Conclusiones

---

Es clara la necesidad que tiene hoy Chile de desarrollarse en temas de gestión de residuos. Su estado actual hace que el descontento social se empiece a sentir, y en conjunto con problemas político-legales empieza a hacer que la situación sea cada vez más insostenible

En términos de localización óptima y factores técnicos de instalación es una planta factible de instalar, dada las características específicas del escenario (Nogales) y el cumplimiento de los requerimientos tanto técnicos como operativos de la planta. La generación de basura de la zona es lo suficientemente grande como para abastecer a la planta de la materia prima necesaria y el mercado posible de utilización del pellet, en la termoeléctrica de Ventana de Aes Gener, tiene la utilización de carbón muy por sobre la capacidad de producción de pellet para su sustitución.

Por otra parte, la evaluación más compleja fue la evaluación económica. Hoy la instalación de la planta de valorización de residuos no es viable económicamente. Los escenarios posibles en los que podría llegar a serlo son muy poco probables y alejados de la realidad actual de Chile y la V región de Valparaíso. De todos los escenarios evaluados, el precio de pellet parece ser la única alternativa de que la instalación de la planta sea viable económicamente en el corto plazo. Esto considera el poder valorar la tonelada de pellet por sobre los 113 USD. EL escenario anterior puede ser logrado a través de la muestra de ahorro en impacto ambiental de su uso por parte de las termoeléctricas, pero a la vez un reconocimiento a nivel legal de este, para que se en su uso se reconozca como una solución ambiental a los problemas actuales y sea un beneficio para quienes hagan uso tanto de la disposición final de residuos en la planta como de los utilizadores de los productos finales.

Lo anterior viene de la mano del impacto positivo en términos ambientales que tiene el proyecto. El ahorro de huella de carbono encontrado es solo un índice de muchos, por lo que la realización de una profundización en el tema ambiental es imperante para poder hacer una validación profunda sobre los beneficios de la utilización de esta tecnología en Chile.

En términos sociales se muestra el descontento de la sociedad, pero no en los niveles que se esperaría, lo que se asocia a la poca información con la que se cuenta, y como este mercado se mueve “bajo las aguas” y trata siempre de estar fuera de la discusión pública.

A modo de recomendación, queda abierta la puerta para trabajar sobre estos resultados, poder profundizar sobre un análisis utilizando económica circular, para profundizar en los escenarios en que el proyecto sería realizable, integrando los eje económicos, ambientales y sociales para definir si el proyecto es viable (económico-medioambiental), soportable (social-medioambiental) y equitativo (social-económico), desarrollándose de forma sustentable.

## 14. Bibliografía

---

1. Gobierno de Chile, Ministerio de Medioambiente, «Informe MMA, capítulo 3, Residuos», 2011.
2. Gobierno de Chile, Secretaría Ejecutiva de Residuos Sólidos – Región de Valparaíso, «Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Domiciliarios, Estrategia corto plazo 2011 - 2014», 2009.
3. Nickolas J. Themelis, Maria Elena Diaz Barriga, Paula Estevez, Maria Gaviota Velasco, «Guidebook for the application of waste to energy technologies in Latin America and the Caribbean », Banco Interamericano de Desarrollo, 2013.
4. Gobierno de Chile, Ministerios de Medioambiente, «Presentación Informe estado del medioambiente», 2011.
5. Thomas L. Saaty, «Decision making with the analytic hierarchy process », Int. J. Services Sciences, Vol. 1, No. 1, 2008
6. Curso Geografía Económica Sectorial, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, «Presentación de Factores de Localización», Agosto 2014.
7. Germán Corredor, Presentación «Carbón en América Latina», Trabajo preparado para CEPAL, Noviembre 2007.
8. Iris Moreno del Cruz, Nelson Matos, Luisa Otaiza, Humberto González, César Salinas, Lina Zuluaga, «Manejo de residuos sólidos de las comunas de Valparaíso y Viña del mar», Presentación asesoría municipal, 2003.
9. Gobierno de Chile, Consultoría Ambiosis, «Propuesta y Análisis de medidas de reducción de emisiones en la zona industrial de Ventanas », Febrero 2009.
10. CanmetENERGY, «Research Summary of WastAway's Processed Engineered Fuel (PEF) », 2013.
11. International Reference Life Cycle Data System, «General guide for Life Cycle Assessment – Detailed guidance», 2010.
12. Heidi K. Stranddorf, Leif Hoffmann, Anders Schmidt, «LCA technical report: Impact categories, normalization and weighting in LCA ».
13. Reinout Heijungs, Mark Huijbregts, An De Schryver, Jaap Struijs, Rosalie van Zelm, «A life cycle impact assessment method wich compromises harmonized category indicators at the midpoint and the endpoint level», 2008
14. Joakim Thornéus, «The International Enviromental Product Declaration System», 2012.

15. CDEC SIC, «Operación real anual, generadoras eléctricas», 2014
16. Respuesta solicitud transparencia Ministerio Medioambiente, Induambiente, «El mapa de los residuos».
17. Respuesta solicitud transparencia Ministerio Medioambiente, «Disposición de residuos sólidos a nivel regional, Serie temporal 2000-2011»

## 15. Anexos

---

### Anexo A: Alternativas Disposición de Basura

---

#### Basural Pudahuel

---



#### Vertedero Alto Hospicio

---





Anexo B: Tabla de información del informe regional de residuos del año 2009.

Comuna	Nº habitantes 2009	Disposición Final Actual		Generación RSD		Costos por Tonelada			Costos Anuales			% del Costo Total Anual
		Donde se deposita	Tipo Disposición Final actual	Generación Comunal Anual 2009 [Ton/año]	Generación Comunal Diaria 2009 [Ton/día]	Recolección y Transporte [\$/Ton]	Disposición Final [\$/Ton]	Total [\$/Ton]	Recolección y Transporte [\$/año]	Disposición Final [\$/año]	Total [\$/año]	
Casablanca	28.443	Casablanca	Vertedero	9.606	26	13.234	7.157	20.391	94.715.738	56.828.011	161.908.618	0,84
Con Con	53.944	El Molle	Vertedero	21.684	59	15.247	7.251	22.498	330.622.280	157.230.684	487.852.964	2,53
Puchuncaví	15.692	Puchuncavi	Vertedero	16.153	44	4.521	3.560	8.081	33.550.000	26.417.000	59.967.000	0,31
Quintero	25.054	Quintero	Vertedero	21.632	59	12.007	1.695	13.702	259.735.976	36.670.232	296.406.208	1,53
Limache	44.526	El Molle	Vertedero	12.808	35	35.652	5.829	41.481	456.644.760	74.664.000	531.308.760	2,75
Olmué	15.800	El Molle	Vertedero	4.487	12	11.422	5.349	16.771	51.252.264	24.000.000	75.252.264	0,39
Quilpué	155.318	El Molle	Vertedero	43.085	118	18.341	5.334	23.675	790.217.892	229.806.000	1.020.023.892	5,28
Villa Alemana	125.275	Villa Alemana	Vertedero	35.108	96	10.198	2.983	13.180	358.021.128	104.720.616	462.741.744	2,40
Cabildo	20.735	Cabildo	Vertedero	4.919	13	25.363	8.636	33.999	124.768.692	42.482.832	167.251.524	0,87
La Ligua	37.162	El Molle	Vertedero	16.567	45	16.879	3.301	20.180	279.629.832	54.692.400	334.322.232	1,73
Papudo	5.411	San Pedro	Vertedero	3.822	10	31.394	8.477	39.871	119.998.800	32.401.152	152.399.952	0,79
Petorca	9.754	Chincolco	Vertedero	4.271	12			8.430			36.000.000	0,19
Zapallar	6.918	Lomas Los Colorados	Relleno Sanitario	6.083	17	29.241	3.249	32.490	177.871.333	19.763.482	197.634.815	1,02
Hijuelas	18.495	San Pedro	Vertedero	6.246	17	22.875	5.764	28.639	142.880.000	36.000.000	178.880.000	0,93
La Calera	54.252	San Pedro	Vertedero	18.966	52	13.920	2.531	16.452	264.000.001	48.000.000	312.020.000	1,62
La Cruz	15.427	San Pedro	Vertedero	5.210	14			8.983			46.801.430	0,24
Nogales	25.397	San Pedro	Vertedero	12.370	34	11.641	1.940	13.581	144.000.000	24.000.000	168.000.000	0,87
Quillota	86.160	San Pedro	Vertedero	43.062	118	11.588	3.623	15.211	499.012.500	156.000.000	655.012.500	3,39
Algarrobo	12.135	Cartagena	Vertedero	11.256	31	8.469	4.880	13.349	148.417.000	85.517.979	233.934.979	1,21
Cartagena	23.366	Cartagena	Vertedero	13.019	36	21.053	5.193	26.246	274.089.007	67.607.667	341.696.674	1,77
El Quisco	14.034	Cartagena	Vertedero	14.641	40	17.108	1.396	18.504	323.443.848	26.392.776	349.836.624	1,81
El Tabo	10.468	Cartagena	Vertedero	14.498	40			6.893			99.938.000	0,52
San Antonio	97.467	Cartagena	Vertedero	41.576	114	5.726	8.528	14.254	238.050.816	354.560.128	592.610.944	3,07
Santo Domingo	8.799	Cartagena	Vertedero	4.610	13	49.717	5.500	55.217	229.194.000	25.355.000	254.549.000	1,32
Calle Larga	11.043	La Hormiga	Vertedero	3.729	10			15.570			58.060.000	0,30
Catemu	13.165	La Hormiga	Vertedero	4.446	12	21.192	2.913	24.105	94.218.300	12.950.496	107.168.796	0,55
Llay Llay	23.379	Lomas Los Colorados	Relleno Sanitario	7.896	22	17.987	3.759	21.746	67.613.133	20.663.223	119.537.762	0,62
Los Andes	72.661	La Hormiga	Vertedero	23.389	64	24.292	2.864	27.156	568.163.058	66.983.988	635.147.046	3,29
Panquehue	7.368	La Hormiga	Vertedero	1.820	5	6.211	6.564	12.775	11.409.607	11.946.480	23.356.087	0,12
Putendo	16.771	La Hormiga	Vertedero	5.664	16	9.734	5.927	15.661	26.865.840	33.570.528	43.224.360	0,22
Rinconada	7.814	Lomas Los Colorados	Relleno Sanitario	2.022	6	21.739	5.962	27.701	38.859.036	12.000.000	50.859.036	0,26
San Esteban	16.988	La Hormiga	Vertedero	5.737	16	22.714	3.355	26.069	88.872.816	13.126.372	101.999.188	0,53
San Felipe	75.412	La Hormiga	Vertedero	25.469	70	17.837	5.500	23.337	454.279.776	140.079.500	594.359.276	3,08
Santa María	14.342	Tabolango	Vertedero	4.843	13	24.604	6.466	31.070	86.114.000	22.631.000	108.745.000	0,56
Valparaíso	273.543	El Molle	Vertedero	97.580	267	35.906	5.784	41.710	3.577.961.723	576.362.795	4.156.324.519	21,52
Viña del Mar	291.760	El Molle	Vertedero	117.362	322	45.709	6.241	51.950	5.364.565.462	732.405.310	6.096.970.772	31,57
	<b>1.734.278</b>			<b>685.637</b>	<b>1.878</b>				<b>15.719.038.618</b>	<b>3.325.829.651</b>	<b>19.312.089.004</b>	<b>100,00</b>

Anexo C: Mapa utilización regulación de Responsabilidad Extendida del Productor.

---



Anexo D: Tabla de la situación de vertederos y rellenos sanitarios de la V Región del informe regional de residuos del año 2009.

NOMBRE VERTEDERO	Autorización Sanitaria		Datos Específicos		
	SI	NO	Vida Útil	Plan de Cierre	Observaciones
QUINTERO [Administración Municipal]		X	...	A desarrollar	Se proyecta "cierre progresivo" una vez finalizado proceso de evaluación proyecto DIA. Finalmente DIA rechazada.
PUCHUNCAVI [Administración Municipal]	X		Vigente hasta Dic. 2010.	Realizado por la PUCV a través de AA.CC. Subdere.	Se ha presentado el Plan de Cierre Progresivo al Servicio de Evaluación Ambiental.
VILLA ALEMANA [Administración Municipal]	X		Vigente hasta el año 2010	Se proyecta cierre una vez implementada la Planta de Transferencia Marga-Marga.	Se ha solicitando audiencia ante la Autoridad Sanitaria dado las deficiencias que presenta el sitio.
CASABLANCA [Administración Municipal]	X		Vigente hasta el año 2010	Vertedero recuperado, parcialmente cerrado con recursos Subdere	En elaboración por Ingeniería Alemana S.A. a través de AA.CC. Subdere del Diseño del Centro de Tratamiento Integral de RSD (Estación de Transferencia y Planta Compostaje)
CHINCOLCO (Petorca) [Administración Privada]	X		Prorrogada hasta Marzo 2010	Forma parte del Estudio de Sistemas de Gestión de Residuos Sólidos de la Provincia de Petorca	Se desconoce gestión del particular ante fecha de cierre.
CABILDO [Administración Privada]	X		Cierre prorrogado hasta Dic. 2010.	Forma parte del Estudio de Sistemas de Gestión de Residuos Sólidos de la Provincia de Petorca	Se desconoce gestión del particular ante fecha de cierre.
CARTAGENA ECOGARBAGE [Administración Privada]	X		Prorrogado por adecuación del Plan de Cierre Resol. 2247/08.	Aprobado	Cierra al cumplir vida útil año 2012.
TABOLANGO (Santa María) [Administración Municipal]		X	...	En desarrollo TTR para el Cierre y Sellado y gestionando recursos ante Subdere.	Prorroga en trámite ante gestión de Recursos en Subdere
EL MOLLE (Valparaíso) [Administración Privada]	X		Prorrogado por adecuación del Plan de Cierre Resol. 2217/08.	Debió ser concordante con inicio operación Relleno Sanitario (RCA aprobada).	Cierra al cumplir vida útil "Celda 2" año 2011.
SAN PEDRO (Quillota) [Administración Privada]	X		DIA en SEA consiste en Plan de Cierre Progresivo y Conversión a Relleno Sanitario (estudio elaborado por PUCV a través de AA.CC. Subdere).	A la fecha en proceso Sumario Sanitario por deficiencias y resolver su cierre.	Propietario y otros demuestran interés por prorrogar su funcionamiento.
LA HORMIGA (San Felipe) [Administración Privada]	X		Vigente hasta el año 2015	RCA aprobada. Prórroga para el cierre hasta Abril 2011.	Propietario y otros solicitan prórroga de funcionamiento hasta el año 2015. Presentación de Proyecto de Ingeniería a Seremi de Salud de primera celda Relleno Sanitario, actualmente en periodo de observaciones.

## Anexo E: Asociatividades Municipales de la región de Valparaíso

Nombre de la Asociatividad	Nombre Corto de la Asociatividad	Municipios que la Integran	Presidente de la Asociación	Nombre Secretario Técnico
Asociatividad de las provincias de San Felipe y Los Andes para la gestión operación y disposición final RS domiciliarios	Provincias de San Felipe y Los Andes	San Felipe, Los Andes, Llayllay, San Esteban, Putaendo, Santa María, Catemu, Calle Larga, Rinconada y Panquehue.	Sr. Mauricio Navarro (Alcalde de Los Andes)	Sr. Jaime Amar Amar (Alcalde Municipalidad de San Felipe)
Asociación de Alcaldes	Provincia de Quillota	La Cruz, Quillota, La Calera, Hijuelas y Nogales	Sra. Maite Larrondo (Alcaldesa de La Cruz)	Sr. Manuel Araya Castillo
Asociación de Municipalidades de la Provincia de San Antonio	Provincia de San Antonio	Algarrobo, El Quisco, El Tabo, Cartagena, San Antonio y Santo Domingo.	Sr. Osvaldo Cartagena (Alcalde de Cartagena)	Sra. Carolina Navea Silva
Asociatividad para la Gestión y Operación de los RSD, Provincia de Petorca	Provincia de Petorca	La Ligua, Cabildo, Petorca, Papudo y Zapallar	Sra. Rosa Prieto Valdes (Alcaldesa de Papudo)	Sr. Alejandro Osorio / Sr. Wilson Astudillo
Asociación de Municipalidades del Marga Marga	Provincia de Marga-Marga	Olmué, Quilpué, Villa Alemana y Limache	Sr. Jose Sabat Marcos (Alcalde de Villa Alemana)	No existe
Convenio de Asociatividad Municipalidades de Quintero, Concon y Puchuncaví para la búsqueda de alternativas para la gestión y operación de la disposición final de residuos sólidos domiciliarios	Quintero-Concón-Puchuncaví	Quintero, Concon y Puchuncaví	Sr. José Varas Zuñiga, (Alcalde de Quintero)	Sra. Viviana Besnier Retamal
Viña del Mar y Valparaíso	Viña del Mar y Valparaíso	Viña del Mar y Valparaíso	No existe (aún así se considera una Asociatividad natural por cercanía y tamaño poblacional)	No existe
Casablanca (comuna aislada)	Casablanca	Casablanca	No hay (comuna aislada)	No existe

## Anexo F: Tabla de definición de pesos de factores

+/-	Energía	predio	Materia Prima	Mano de obra	Producto final			Pesos Finales
<b>Energía</b>	1	3	0,33	4	0,5	8,83	<b>17,99</b>	4 <b>18,0%</b>
<b>Predio</b>	0,33	1	0,167	2	0,2	3,69	<b>7,534</b>	5 <b>7,5%</b>
<b>Materia Prima</b>	3	6	1	8	2	20	<b>40,75</b>	1 <b>40,7%</b>
<b>Mano de obra</b>	0,25	0,5	0,125	1	0,167	2,04	<b>4,161</b>	6 <b>4,2%</b>
<b>Producto final</b>	2	5	0,5	6	1	14,5	<b>29,55</b>	2 <b>29,6%</b>
						49,0		100,0%
						69		

FICHA POTENCIALES TERRENOS		
<b>Municipalidad</b>		
<b>Recolección</b>		
<b>Disposición</b>		
<b>Ton anuales</b>		
<b>Ton per cápita</b>		
<b>Terreno</b>		
<b>Coordenadas</b>		
<b>Características:</b>		
	Tamaño	
	Accesos	
	Alrededores	
	Tenencia	
	Suelo	
	Agua	
	Gas	
	Electricidad	
<b>Observaciones:</b>		

Anexo H: Evolución de generación de residuos V región

<b>Evolución producción de residuos domiciliarios anual V región (2000 a 2011)</b>		
<b>2000</b>	420.000	
<b>2001</b>	451.600	8%
<b>2002</b>	478.400	6%
<b>2003</b>	519.300	9%
<b>2004</b>	535.400	3%
<b>2005</b>	550.800	3%
<b>2006</b>	571.000	4%
<b>2007</b>	591.600	4%
<b>2008</b>	606.700	3%
<b>2009</b>	626.900	3%
<b>2010</b>	637.100	2%
<b>2011</b>	655.100	3%
<b>Promedio</b>		<b>4%</b>

Anexo I: Cantidad de trabajadores necesarios por capacidad de procesamiento de la planta.

<b>Número de trabajadores</b>				
<b>Capacidad de procesamiento planta usTon/día</b>	<b>Gerente de planta</b>	<b>Trabajadores de planta</b>	<b>Mecánicos</b>	<b>Total trabajadores</b>
<b>100</b>	1	2	2	5
<b>200</b>	1	2	2	5
<b>300</b>	1	4	3	8
<b>400</b>	1	4	3	8
<b>500</b>	1	4	4	9
<b>600</b>	2	4	4	10
<b>700</b>	2	5	5	12
<b>800</b>	2	5	5	12
<b>900</b>	2	6	6	14
<b>1.000</b>	2	6	6	14

Anexo J: Costos de mantenimiento anuales por capacidad de procesamiento.

<b>usTon/día</b>	<b>Costos de mantenimiento (USD)</b>
<b>100</b>	\$402.750
<b>200</b>	\$805.500
<b>300</b>	\$1.208.250
<b>400</b>	\$1.611.000
<b>500</b>	\$2.013.750

<b>600</b>	\$2.416.500
<b>700</b>	\$2.819.250
<b>800</b>	\$3.222.000
<b>900</b>	\$3.624.750
<b>1.000</b>	\$4.027.500

Anexo K: Costos en repuestos por capacidad de procesamiento.

<b>usTon/día</b>	<b>Costos en repuestos (USD)</b>
<b>100</b>	\$134.250
<b>200</b>	\$268.500
<b>300</b>	\$402.750
<b>400</b>	\$537.000
<b>500</b>	\$671.250
<b>600</b>	\$805.500
<b>700</b>	\$939.750
<b>800</b>	\$1.074.000
<b>900</b>	\$1.208.250
<b>1.000</b>	\$1.342.500

Anexo L: Costos en soporte técnico por capacidad de procesamiento.

<b>usTon/día</b>	<b>Costos Soporte Técnico</b>
<b>100</b>	\$200.000
<b>200</b>	\$250.000
<b>300</b>	\$285.000
<b>400</b>	\$312.500
<b>500</b>	\$343.750
<b>600</b>	\$375.000
<b>700</b>	\$406.250
<b>800</b>	\$437.500
<b>900</b>	\$470.000
<b>1.000</b>	\$502.250

Anexo M: Flujo de caja anual para todas las alternativas de procesamiento diario con las variables iniciales del capitulo de factibilidad económica.

100 usTon Diarias

		<b>Flujo caja anual</b>	
<u>Descripción</u>			
<b>Procesamiento total de basura domiciliaria (anual) en toneladas</b>		<b>32477,54695</b>	
<b>Ingresos</b>		<b><u>Dólares</u></b>	<b><u>USD/ton</u></b>
<b>Tiping Fee</b>		\$ 487.163,20	\$ 15,00
<b>Venta de Pellet</b>		\$ 1.594.582,60	\$ 49,10
<b>Aluminio</b>		\$ 117.828,54	\$ 3,63
<b>Acero</b>		\$ 194.865,28	\$ 6,00
<b>Ingreso total</b>		<b>\$ 2.394.439,63</b>	<b>\$ 73,73</b>
<b>Costos operacionales</b>			
<b>Personal</b>		\$ 91.200,00	\$ 2,81
<b>Agua</b>		\$ 9.064,20	\$ 0,28
<b>Combustible (Gas)</b>		\$ 907.614,69	\$ 27,95
<b>Electricidad</b>		\$ 665.170,63	\$ 20,48
<b>Mantenimiento y reparaciones</b>		\$ 402.750,00	\$ 12,40
<b>Repuestos</b>		\$ 134.250,00	\$ 4,13
<b>Soporte Técnico</b>		\$ 200.000,00	\$ 6,16
<b>Costos Totales</b>		<b>\$ 2.410.049,52</b>	<b>\$ 74,21</b>
<b>EBITDA</b>		<b>-\$ 15.609,89</b>	<b>-\$ 0,48</b>
<b>Costos de Capital</b>			
		<b>\$ 1.328.109,29</b>	<b>\$ 40,89</b>
<b>Costos Op. + Costos Capital</b>		<b>\$ 3.738.158,81</b>	<b>\$ 115,10</b>
<b>Ingreso Operacional Neto (Perdidas)</b>		<b>-1.343.719,19</b>	<b>-41,37</b>

	Flujo caja anual	
<u>Descripción</u>		
<b>Procesamiento total de basura domiciliaria (anual) en toneladas</b>	<b>64955,09389</b>	
<b>Ingresos</b>	<b><u>Dólares</u></b>	<b><u>USD/ton</u></b>
<b>Tiping Fee</b>	\$ 974.326,41	\$ 15,00
<b>Venta de Pellet</b>	\$ 3.189.165,20	\$ 49,10
<b>Aluminio</b>	\$ 235.657,08	\$ 3,63
<b>Acero</b>	\$ 389.730,56	\$ 6,00
<b>Ingreso total</b>	<b>\$ 4.788.879,25</b>	<b>\$ 73,73</b>
<b>Costos operacionales</b>		
<b>Personal</b>	\$ 91.200,00	\$ 1,40
<b>Agua</b>	\$ 18.128,40	\$ 0,28
<b>Combustible (Gas)</b>	\$ 1.815.229,37	\$ 27,95
<b>Electricidad</b>	\$ 1.330.341,27	\$ 20,48
<b>Mantenimiento y reparaciones</b>	\$ 805.500,00	\$ 12,40
<b>Repuestos</b>	\$ 268.500,00	\$ 4,13
<b>Soporte Técnico</b>	\$ 250.000,00	\$ 3,85
<b>Costos Totales</b>	<b>\$ 4.578.899,04</b>	<b>\$ 70,49</b>
<b>EBITDA</b>	<b>\$ 209.980,21</b>	<b>\$ 3,23</b>
<b>Costos de Capital</b>		
	<b>\$ 2.589.031,88</b>	<b>\$ 39,86</b>
<b>Costos Op. + Costos Capital</b>	<b>\$ 7.167.930,92</b>	<b>\$ 110,35</b>
<b>Ingreso Operacional Neto (Perdidas)</b>	<b>-2.379.051,67</b>	<b>-36,63</b>

400 usTon diarias

	<b>Flujo caja anual</b>	
<u>Descripción</u>		
<b>Procesamiento total de basura domiciliaria (anual) en toneladas</b>	<b>129910,1878</b>	
<b>Ingresos</b>	<b><u>Dólares</u></b>	<b><u>USD/ton</u></b>
<b>Tiping Fee</b>	\$ 1.948.652,82	\$ 15,00
<b>Venta de Pellet</b>	\$ 6.378.330,40	\$ 49,10
<b>Aluminio</b>	\$ 471.314,16	\$ 3,63
<b>Acero</b>	\$ 779.461,13	\$ 6,00
<b>Ingreso total</b>	<b>\$ 9.577.758,50</b>	<b>\$ 73,73</b>
<b>Costos operacionales</b>		
<b>Personal</b>	\$ 120.000,00	\$ 0,92
<b>Agua</b>	\$ 36.256,80	\$ 0,28
<b>Combustible (Gas)</b>	\$ 3.630.458,75	\$ 27,95
<b>Electricidad</b>	\$ 2.660.682,54	\$ 20,48
<b>Mantenimiento y reparaciones</b>	\$ 1.611.000,00	\$ 12,40
<b>Repuestos</b>	\$ 537.000,00	\$ 4,13
<b>Soporte Técnico</b>	\$ 312.500,00	\$ 2,41
<b>Costos Totales</b>	<b>\$ 8.907.898,08</b>	<b>\$ 68,57</b>
<b>EBITDA</b>	<b>\$ 669.860,42</b>	<b>\$ 5,16</b>
<b>Costos de Capital</b>		
	<b>\$ 4.837.833,40</b>	<b>\$ 37,24</b>
<b>Costos Op. + Costos Capital</b>	<b>\$ 13.745.731,49</b>	<b>\$ 105,81</b>
<b>Ingreso Operacional Neto (Perdidas)</b>	<b>-4.167.972,98</b>	<b>-32,08</b>

500 usTon diarias

	<b>Flujo caja anual</b>	
<u>Descripción</u>		
<b>Procesamiento total de basura domiciliaria (anual) en toneladas</b>	<b>162387,7347</b>	
<b>Ingresos</b>	<b><u>Dólares</u></b>	<b><u>USD/ton</u></b>
<b>Tiping Fee</b>	\$ 2.435.816,02	\$ 15,00
<b>Venta de Pellet</b>	\$ 7.972.913,00	\$ 49,10
<b>Aluminio</b>	\$ 589.142,70	\$ 3,63
<b>Acero</b>	\$ 974.326,41	\$ 6,00
<b>Ingreso total</b>	<b>\$ 11.972.198,13</b>	<b>\$ 73,73</b>
<b>Costos operacionales</b>		
<b>Personal</b>	\$ 132.000,00	\$ 0,81
<b>Agua</b>	\$ 45.320,99	\$ 0,28
<b>Combustible (Gas)</b>	\$ 4.538.073,43	\$ 27,95
<b>Electricidad</b>	\$ 3.325.853,17	\$ 20,48
<b>Mantenimiento y reparaciones</b>	\$ 2.013.750,00	\$ 12,40
<b>Repuestos</b>	\$ 671.250,00	\$ 4,13
<b>Soporte Técnico</b>	\$ 343.750,00	\$ 2,12
<b>Costos Totales</b>	<b>\$ 11.069.997,60</b>	<b>\$ 68,17</b>
<b>EBITDA</b>	<b>\$ 902.200,53</b>	<b>\$ 5,56</b>
<b>Costos de Capital</b>		
	<b>\$ 6.048.756,58</b>	<b>\$ 37,25</b>
<b>Costos Op. + Costos Capital</b>	<b>\$ 17.118.754,18</b>	<b>\$ 105,42</b>
<b>Ingreso Operacional Neto (Perdidas)</b>	<b>-5.146.556,05</b>	<b>-31,69</b>

600 usTon diarias

	<b>Flujo caja anual</b>	
<u>Descripción</u>		
<b>Procesamiento total de basura domiciliaria (anual) en toneladas</b>	<b>194865,2817</b>	
<b>Ingresos</b>	<b><u>Dólares</u></b>	<b><u>USD/ton</u></b>
<b>Tiping Fee</b>	\$ 2.922.979,23	\$ 15,00
<b>Venta de Pellet</b>	\$ 9.567.495,60	\$ 49,10
<b>Aluminio</b>	\$ 706.971,24	\$ 3,63
<b>Acero</b>	\$ 1.169.191,69	\$ 6,00
<b>Ingreso total</b>	<b>\$ 14.366.637,76</b>	<b>\$ 73,73</b>
<b>Costos operacionales</b>		
<b>Personal</b>	\$ 182.400,00	\$ 0,94
<b>Agua</b>	\$ 54.385,19	\$ 0,28
<b>Combustible (Gas)</b>	\$ 5.445.688,12	\$ 27,95
<b>Electricidad</b>	\$ 3.991.023,81	\$ 20,48
<b>Mantenimiento y reparaciones</b>	\$ 2.416.500,00	\$ 12,40
<b>Repuestos</b>	\$ 805.500,00	\$ 4,13
<b>Soporte Técnico</b>	\$ 375.000,00	\$ 1,92
<b>Costos Totales</b>	<b>\$ 13.270.497,12</b>	<b>\$ 68,10</b>
<b>EBITDA</b>	<b>\$ 1.096.140,64</b>	<b>\$ 5,63</b>
<b>Costos de Capital</b>		
	<b>\$ 7.100.697,27</b>	<b>\$ 36,44</b>
<b>Costos Op. + Costos Capital</b>	<b>\$ 20.371.194,39</b>	<b>\$ 104,54</b>
<b>Ingreso Operacional Neto (Perdidas)</b>	<b>-6.004.556,63</b>	<b>-30,81</b>

	Flujo caja anual	
<u>Descripción</u>		
<b>Procesamiento total de basura domiciliaria (anual) en toneladas</b>	<b>227342,8286</b>	
<b>Ingresos</b>	<b><u>Dólares</u></b>	<b><u>USD/ton</u></b>
<b>Tiping Fee</b>	\$ 3.410.142,43	\$ 15,00
<b>Venta de Pellet</b>	\$ 11.162.078,20	\$ 49,10
<b>Aluminio</b>	\$ 824.799,78	\$ 3,63
<b>Acero</b>	\$ 1.364.056,97	\$ 6,00
<b>Ingreso total</b>	<b>\$ 16.761.077,38</b>	<b>\$ 73,73</b>
<b>Costos operacionales</b>		
<b>Personal</b>	\$ 202.800,00	\$ 0,89
<b>Agua</b>	\$ 63.449,39	\$ 0,28
<b>Combustible (Gas)</b>	\$ 6.353.302,81	\$ 27,95
<b>Electricidad</b>	\$ 4.656.194,44	\$ 20,48
<b>Mantenimiento y reparaciones</b>	\$ 2.819.250,00	\$ 12,40
<b>Repuestos</b>	\$ 939.750,00	\$ 4,13
<b>Soporte Técnico</b>	\$ 406.250,00	\$ 1,79
<b>Costos Totales</b>	<b>\$ 15.440.996,64</b>	<b>\$ 67,92</b>
<b>EBITDA</b>	<b>\$ 1.320.080,74</b>	<b>\$ 5,81</b>
<b>Costos de Capital</b>		
	<b>\$ 8.311.620,44</b>	<b>\$ 36,56</b>
<b>Costos Op. + Costos Capital</b>	<b>\$ 23.752.617,09</b>	<b>\$ 104,48</b>
<b>Ingreso Operacional Neto (Perdidas)</b>	<b>-6.991.539,70</b>	<b>-30,75</b>

800 usTon diarias

	Flujo caja anual	
<u>Descripción</u>		
<b>Procesamiento total de basura domiciliaria (anual) en toneladas</b>	<b>259820,3756</b>	
<b>Ingresos</b>	<b><u>Dólares</u></b>	<b><u>USD/ton</u></b>
<b>Tiping Fee</b>	\$ 3.897.305,63	\$ 15,00
<b>Venta de Pellet</b>	\$ 12.756.660,80	\$ 49,10
<b>Aluminio</b>	\$ 942.628,32	\$ 3,63
<b>Acero</b>	\$ 1.558.922,25	\$ 6,00
<b>Ingreso total</b>	<b>\$ 19.155.517,01</b>	<b>\$ 73,73</b>
<b>Costos operacionales</b>		
<b>Personal</b>	\$ 202.800,00	\$ 0,78
<b>Agua</b>	\$ 72.513,59	\$ 0,28
<b>Combustible (Gas)</b>	\$ 7.260.917,49	\$ 27,95
<b>Electricidad</b>	\$ 5.321.365,08	\$ 20,48
<b>Mantenimiento y reparaciones</b>	\$ 3.222.000,00	\$ 12,40
<b>Repuestos</b>	\$ 1.074.000,00	\$ 4,13
<b>Soporte Técnico</b>	\$ 437.500,00	\$ 1,68
<b>Costos Totales</b>	<b>\$ 17.591.096,16</b>	<b>\$ 67,70</b>
<b>EBITDA</b>	<b>\$ 1.564.420,85</b>	<b>\$ 6,02</b>
<b>Costos de Capital</b>		
	<b>\$ 9.346.373,83</b>	<b>\$ 35,97</b>
<b>Costos Op. + Costos Capital</b>	<b>\$ 26.937.469,99</b>	<b>\$ 103,68</b>
<b>Ingreso Operacional Neto (Perdidas)</b>	<b>-7.781.952,98</b>	<b>-29,95</b>

900 usTon diarias

	Flujo caja anual	
<u>Descripción</u>		
<b>Procesamiento total de basura domiciliaria (anual) en toneladas</b>	<b>292297,9225</b>	
<b>Ingresos</b>	<b><u>Dólares</u></b>	<b><u>USD/ton</u></b>
<b>Tiping Fee</b>	\$ 4.384.468,84	\$ 15,00
<b>Venta de Pellet</b>	\$ 14.351.243,40	\$ 49,10
<b>Aluminio</b>	\$ 1.060.456,86	\$ 3,63
<b>Acero</b>	\$ 1.753.787,54	\$ 6,00
<b>Ingreso total</b>	<b>\$ 21.549.956,64</b>	<b>\$ 73,73</b>
<b>Costos operacionales</b>		
<b>Personal</b>	\$ 223.200,00	\$ 0,76
<b>Agua</b>	\$ 81.577,79	\$ 0,28
<b>Combustible (Gas)</b>	\$ 8.168.532,18	\$ 27,95
<b>Electricidad</b>	\$ 5.986.535,71	\$ 20,48
<b>Mantenimiento y reparaciones</b>	\$ 3.624.750,00	\$ 12,40
<b>Repuestos</b>	\$ 1.208.250,00	\$ 4,13
<b>Soporte Técnico</b>	\$ 470.000,00	\$ 1,61
<b>Costos Totales</b>	<b>\$ 19.762.845,68</b>	<b>\$ 67,61</b>
<b>EBITDA</b>	<b>\$ 1.787.110,95</b>	<b>\$ 6,11</b>
<b>Costos de Capital</b>		
	<b>\$ 10.557.297,01</b>	<b>\$ 36,12</b>
<b>Costos Op. + Costos Capital</b>	<b>\$ 30.320.142,69</b>	<b>\$ 103,73</b>
<b>Ingreso Operacional Neto (Perdidas)</b>	<b>-8.770.186,05</b>	<b>-30,00</b>

1.000 usTon diarias

	<b>Flujo caja anual</b>	
<u>Descripción</u>		
<b>Procesamiento total de basura domiciliaria (anual) en toneladas</b>	<b>324775,4695</b>	
<b>Ingresos</b>	<b><u>Dólares</u></b>	<b><u>USD/ton</u></b>
<b>Tiping Fee</b>	\$ 4.871.632,04	\$ 15,00
<b>Venta de Pellet</b>	\$ 15.945.826,00	\$ 49,10
<b>Aluminio</b>	\$ 1.178.285,40	\$ 3,63
<b>Acero</b>	\$ 1.948.652,82	\$ 6,00
<b>Ingreso total</b>	<b>\$ 23.944.396,26</b>	<b>\$ 73,73</b>
<b>Costos operacionales</b>		
<b>Personal</b>	\$ 223.200,00	\$ 0,69
<b>Agua</b>	\$ 90.641,99	\$ 0,28
<b>Combustible (Gas)</b>	\$ 9.076.146,87	\$ 27,95
<b>Electricidad</b>	\$ 6.651.706,35	\$ 20,48
<b>Mantenimiento y reparaciones</b>	\$ 4.027.500,00	\$ 12,40
<b>Repuestos</b>	\$ 1.342.500,00	\$ 4,13
<b>Soporte Técnico</b>	\$ 502.250,00	\$ 1,55
<b>Costos Totales</b>	<b>\$ 21.913.945,20</b>	<b>\$ 67,47</b>
<b>EBITDA</b>	<b>\$ 2.030.451,06</b>	<b>\$ 6,25</b>
<b>Costos de Capital</b>		
	<b>\$ 11.768.220,18</b>	<b>\$ 36,23</b>
<b>Costos Op. + Costos Capital</b>	<b>\$ 33.682.165,39</b>	<b>\$ 103,71</b>
<b>Ingreso Operacional Neto (Perdidas)</b>	<b>-9.737.769,13</b>	<b>-29,98</b>

**ENCUESTA DE PROBLEMAS SOCIALES - MEMORIA FRANCISCO JERIA U.**

Ocupación

Sexo  F  M

Edad

**Solo tomando en cuenta la Región de Valparaíso, por favor contestar las siguientes preguntas.**

*1. Identificando problemas en la sociedad.*

1.1 A su juicio, ¿Cuáles son los problemas más inquietantes que aquejan a la V región? Indique con los números 1, 2 y 3 en orden de importancia.

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Obras Públicas | <input type="checkbox"/> Salud         |
| <input type="checkbox"/> El Agua        | <input type="checkbox"/> Contaminación |
| <input type="checkbox"/> Educación      | <input type="checkbox"/> Empleo        |
| <input type="checkbox"/> Basura         | <input type="checkbox"/> Vivienda      |
| <input type="checkbox"/> Energía        | <input type="checkbox"/> Otro          |

1.2 Indique con un número del 1 al 10 (1 poco descontento, 10 el mayor descontento) cuál es el nivel de descontento de la sociedad en el problema que marcó con un 1 en la pregunta anterior.

N°

*2. Analizando el problema de la Basura*

2.1 Dada la situación actual de la V región. ¿Cuál estima es el principal problema asociado a la basura?

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Recolección       | <input type="checkbox"/> Escombros     |
| <input type="checkbox"/> Disposición Final | <input type="checkbox"/> Contaminación |
| <input type="checkbox"/> Micro basurales   | <input type="checkbox"/> Otro          |
| <input type="checkbox"/> Reciclaje         |  |

2.2 ¿De qué forma afecta en su vida cotidiana la situación actual de la basura en su barrio, comuna, región? Marque todas las alternativas que reflejen su situación.

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Calles sucias         | <input type="checkbox"/> Contaminación |
| <input type="checkbox"/> Olores molestos       | <input type="checkbox"/> Otros         |
| <input type="checkbox"/> Micro basural aledaño |  |

2.3 ¿Piensa que es prioritario hacer esfuerzos desde el sector público y privado para solucionar el tema de la basura?

- Si
- No

2.4 Si su respuesta anterior fue SI. ¿Qué institución debe hacerse responsable de los nuevos proyectos?

Municipalidades

Seremis

Min. Medioambiente

Empresa Privada

Nuevas empresas medioambientales

Otros \_\_\_\_\_

2.5 De los siguientes tipos de proyectos marque los que conoce y cree son una buena alternativa de solución al problema de la basura

Relleno Sanitario

Vertedero

Waste to Energy (Quema de basura para producción energética)

Planta de valorización de residuos

Planta de reciclaje

Compostaje

Otro \_\_\_\_\_

**Muchas gracias por su tiempo y colaboración.**

## Anexo O: Stakeholders del proyecto

STAKEHOLDER	POSIBLES INTERESES	POSIBLE INFLUENCIA
<b>Ministro de Medioambiente</b>	<p>de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-El proyecto tiene un impacto ambiental positivo</li> <li>-Supervisar el desarrollo del proyecto</li> <li>-Definir políticas medioambientales</li> <li>-Seguir estándares internacionales del desarrollo de la gestión de residuos</li> </ul>	Fomentar el proyecto, subsidiarlo, fomentar el desarrollo de leyes que faciliten su viabilidad.
<b>Ministro de Salud</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Gestión sanitaria de la basura y reducción de emisión de gases contaminantes.</li> </ul>	Fomento de soluciones al impacto del uso de carbón.
<b>Municipalidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestionar de forma sustentable sus residuos.</li> <li>Tener alternativas económicamente competitivas para la disposición de basura</li> </ul>	Fomento de nuevos lugares de disposición.
<b>Ministro de Energía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manejar alternativas de generación de energía limpias</li> </ul>	Desarrollo de leyes que fomenten este tipo de tecnologías
<b>Gobierno Regional de Valparaíso</b>	<p>de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Beneficio social, económico y ambiental para la comunidad</li> </ul>	Fomento del proyecto
<b>“Recolectores de Basura”</b>	<p>de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cambio en el manejo de residuos que afecte su fuente de ingreso</li> </ul>	No eliminación de vertederos.
<b>Grupos de la comunidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar condiciones ambientales de la zona</li> <li>Mejorar calidad de vida de la comunidad</li> </ul>	Presión social
<b>ONG medioambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Encontrar soluciones a los problemas ambientales de la zonas estudiadas</li> </ul>	Presión social
<b>Vecinos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora en la calidad de vida</li> </ul>	Presión social
<b>Recolección y transporte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantener el estado de su negocio o mejorarlo</li> </ul>	-
<b>Utilizadores de carbón</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestionar sus problemas ambientales</li> <li>Mantener su funcionamiento y no bajar su eficiencia.</li> </ul>	Financiamiento del proyecto.
<b>Lugares de disposición de basura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buscan recibir cada vez más basura y poder cobrar lo más posible</li> </ul>	Bloquear el desarrollo de nuevos proyectos.
<b>Municipalidades cerca del área</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tener nuevas alternativas para disponer basura</li> </ul>	Fomentar la implementación de la tecnología
<b>Ingenieros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantener a Chile en continuo desarrollo y actualización tecnológica.</li> <li>Soluciones de problemas ambientales reales.</li> </ul>	Fomentar la implementación de la tecnología

<b>Economistas</b>	Desarrollo país.	Fomentar la implementación de la tecnología
<b>Sociólogos</b>	Solución de problemas sociales importantes en Chile	Fomentar la implementación de la tecnología
<b>Abogados</b>	Desarrollo legal del país. Soluciones ambientales.	Fomentar la implementación de la tecnología

#### Anexo P: Lista de personas encuestadas

<b>Nombre</b>	<b>Ocupación/Institución/Situación</b>
Yorka Verdejo	Oficina Medio Ambiente Quintero
Manuela Fernández	Geógrafa
Juan Bostelmann	Sociólogo
Cristóbal Fernández	Abogado Ambiental
Micaela Skoknic	Abogada Ambiental
Cristián Fuentes	Encargado de residuos Seremi Valparaíso
Felipe Jordán	Economista
Nelson Verdejo	Encargado residuos Nogales
María Cisternas	Vecina Quintero
Mario Monsalve	Vecino Quintero (cerca de vertedero)
Felipe Salinas	Ingeniero Civil Eléctrico
Sebastián Gatica	Ingeniero Civil Industrial
Valeria Manríquez	Residuos Seremi MMA Valparaíso