TESIS
IID200
F5
V.1

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICO PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA INCINERADORA DE DESECHOS SÓLIDOS.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR	Corina Flushing Casado. Liza Oviol Montoya.
PROFESOR GUIA	Diego Casañas.
FECHA	22 de Mayo de 2006.

Capítulo III. Marco Metodológico. 13

3.1. Perfil de Negocio 13
3.2. Estudio de Mercado 14

3.3. Estudio Tecnológico 15
3.4. Estudio Financiero 17

Capítulo IV. Perfil del Negocio 19

4.1. Perfil del Negocio 19
4.2. Gran Visión de la Empresa 19
4.2.1. Estrategias de la Empresa 19
4.2.2. Objetivos de la Empresa 20
4.2.3. Misión 20
4.2.4. Visión 20
4.2.5. Valores 20
4.3. Estructura Organizacional 21

Capítulo V. Estudio de Mercado 25

5.1. Definición del servicio 25
5.1.1. Naturaleza del servicio 25
5.1.2. Usos del servicio 27
5.2. Estructura del mercado actual 28
5.3. Estructura de la Demanda y Oferta 30
5.3.1. Demanda 30
5.3.2. Oferta 31
5.4. Estudio de Comercialización 32
5.4.1. Análisis de los precios 33
5.4.2. Canales de Comercialización 34
5.5. Estudio de Marca 35
5.6. Análisis FODA 36

Capítulo IV. Estudio Técnico 37

6.1. Requisitos del proyecto 37
6.1.1. Determinación del poder calorífico 37
6.2. Tecnologías de Incineración 38
6.3. Recuperación de Energía 40
6.4. Sistemas de control ambiental 40
6.4.1. Sistema para el control de la contaminación del aire 41
6.4.1.1. Normativa para el control de la contaminación del aire 41

6.4.1.2. Selección del sistema para el control de la contaminación del aire 42
6.4.2. Sistema para el control de la contaminación por otros residuos de la incineración 43
6.4.2.1. Características de los efluentes líquidos 43
6.4.2.2. Características de los residuos sólidos 44
6.4.3. Otros efectos ambientales 45
6.4.3.1. Olores 45
6.4.3.2. Ruidos -Contaminación sonora- 46
6.5. Localización de la planta 46
6.6. Layout de la planta 47
6.7. Requerimientos de equipos 47
6.8. Descripción detallada de los procesos 48
6.9. Mantenimiento 52
6.10. Manejo integral del recurso humano 52
6.10.1. Requerimiento de Personal 52
6.10.2. Higiene y Seguridad Ocupacional 53
6.11. Tamaño del Proyecto 54

Capítulo VII. Estudio Financiero 55

7.1. La tasa de inflación 55
7.2. Estructura de Costos 55
7.2.1. Inversión Inicial 56
7.2.2. Costos de Operación 57
7.2.2.1. Costos de Operación Fijos 57
7.2.2.2. Costos de Operación Variables 58
7.2.3. Costos de Generales 59
7.3. Cálculo de Ingresos 60
7.4. Costo en Capital 61
7.5. Financiamiento del Proyecto 61
7.6. Evaluación Económica –Proyección de los Estados Financieros- 63
7.6.1. Evaluación Económica del Proyecto 64
7.6.1.1. Proyección del Estado de Ganancias y Pérdidas 64
7.6.1.2. Flujo de Efectivo 65
7.6.1.3 Rentabilidad del Proyecto 66
7.6.2 Evaluación Económica para los inversionistas 66
7.6.2.1 Proyección del Estado de Ganancias y Pérdidas 66
7.6.2.2 Flujo de Efectivo 67
7.6.2.3 Cálculo de la tasa de rendimiento atractiva mínima para el inversionista 68
7.6.2.4 Determinación de los indicadores de rentabilidad del 68

proyecto
7.7. Análisis de sensibilidad 68
7.7.1 Escenario Pesimista #1 69
7.7.2 Escenario pesimista #2 69
7.7.3 Escenario optimista 70

Conclusiones y Recomendaciones 71
Bibliografía 73
Sitio Web 74

Índice de Gráficos

Gráfico N° 1: Incineración de residuos sólidos municipales 27

Gráfico N° 2: Constitución de la basura según la fuente de origen 29

Gráfico N° 3: Composición de la basura (en disposición final) 30

Gráfico N° 4: Volumen de basura en sucre 30

Gráfico N° 5: Pronostico de los residuos municipales en sucre (2006-2010) 31

Índice de Tablas

Tabla Nº 1: Aproximación de costos de la estación de transferencia y relleno sanitario de Sabenpe 33

Tabla Nº 2: Análisis del poder calorífico inferior de los RSM en la ciudad de Caracas 38

Tabla Nº 3: Tipos de tecnología de incineración 39

Tabla Nº 4: Estándares de sustancias contaminantes en gases 42

Tabla Nº 5: Estándares de compuestos en efluentes líquidos 44

Tabla Nº 6: Equipos necesarios 48

Tabla Nº 7: Requerimientos de personal para una empresa incineradora 53

Tabla Nº 8: Estimación de la tasa de inflación 55

Tabla Nº 9: Estimados de la Inversión Inicial 56

Tabla Nº 10: Inversión en activos de la empresa 57

Tabla Nº 11: Costos de Recurso Humano 57

Tabla Nº 12: Costos de los insumos 58

Tabla Nº 13: Costos de la Carga Fabril 58

Tabla Nº 14: Costos Generales 59

Tabla Nº 15: Ingresos estimados 60

Tabla Nº 16: Costos en Capital 61

Tabla Nº 17: Condiciones del crédito 62

Tabla Nº 18: Pagos anuales del crédito –Bandes- 62

Tabla Nº 19: Calculo de la depreciación de los activos 63

Tabla N° 20: Estado de Resultados a 15 años 64

Tabla N° 21: Tabla de Flujo de Efectivo 65

Tabla N° 22: Estado de Resultados a 15 años 66

Tabla N° 23: Flujo de Efectivo 67

Tabla N° 24: Indicadores del proyecto 68

Tabla N° 25: Indicadores del proyecto (escenario pesimista #1) 69

Tabla N° 26: Indicadores del proyecto (escenario pesimista #2) 69

Tabla N° 27: Indicadores del proyecto (escenario optimista) 70

Índice de Figuras

Figura N° 1: Diagrama del flujo de la investigación	13
Figura N° 2: Estructura Metodológica del Perfil de Negocio	14
Figura N° 3: Estructura Metodológica del Estudio de Mercado	14
Figura N° 4: Estructura Metodológica del Estudio Técnico	16
Figura N° 5: Estructura Metodológica del Estudio Financiero	17
Figura N° 6: Estructura Organizacional	21
Figura N° 7: Componentes principales de un incinerador	26
Figura N° 8: Logo de A^{+}Zona	35
Figura N° 9: Esquema de proceso	48
Figura N° 10: Flujos de Efectivos (anual)	65
Figura N° 11: Flujos de Efectivo (anual)	67

Índice de Anexo

Anexo I: Artículo de Periódico, El universal.	1
Anexo II: Artículo de Union Radio.	3
Anexo III: Artículo de El Nacional.	4
Anexo IV: Artículo de El Nacional.	6
Anexo V: Artículo	7
Anexo VI: Fotos del Municipio.	8
Anexo VII: Artículo de El Mundo.	9
Anexo VIII: Artículo de El Universal.	10
Anexo IX: Historial de Basura recolectada en el Municipio de Sucre.	11
Anexo X: Fotos de Centro de transferencia en Mariche.	61
Anexo XI: Foto de Empresas incineradoras en el mundo.	63
Anexo XII: Empresa prototipo.	64
Anexo XIII: Propuesta de Logos para la compañía.	65
Anexo XIV: Estacionalidad de las Toneladas de Basura.	66
Anexo XV: Pronótisco de toneladas de basura.	67
Anexo XVI: Triangulo de Tanner.	69
Anexo XVII: Requerimiento para la combustión.	70
Anexo XVIII: Leyes y Decretos.	71
Anexo XIX: Diagrama de Flujo.	75
Anexo XX: Diagrama de Masa.	76
Anexo XXI: Diagrama de Procesos.	77

Anexo XXII: Dibujo de Hornos. 78

Anexo XXIII: Ubicación de la Planta. 79

Anexo XXIV: Pruebas para el control de emisiones. 80

Anexo XXV: Tabla de instrumentos para el control de emisiones. 81

Anexo XXVI: Estándares de emisiones. 83

Anexo XXVII: Métodos analíticos para el control de emisiones. 84

Anexo XXVIII: Cantidades de reactivos para tratamiento. 87

Anexo XXIX: Contaminantes. 88

Anexo XXX: Productos comerciales de ácidos. 89

Anexo XXXI: Composición de los gases. 90

Anexo XXXII: Carta del Arquitecto de la planta de incineración Spittelau. 91

Anexo XXXIII: Tratamiento de Agua. 95

Anexo XXXIV: Cotización de Enervaste. 96

Anexo XXXV: Diagrama de Planta. 100

Anexo XXXVI: Tabla: Índices de Inflación. 101

Anexo XXXVII: Tabla: Impuesto por importación 101

Anexo XXXVIII: Tabla: Costos de Mano de Obra Directa. 102

Anexo XXXIX: Tabla: Costos de Mano de Obra Indirecta. 103

Anexo XL: Tabla: Personal Administrativo. 106

Anexo XLI: Tabla: Costos de los Insumos #1 108

Anexo XLII: Tabla: Costos de los Insumos #2 109

Anexo XLIII: Tabla: Costos de los Insumos #3 110

Anexo XLIV: Tabla: Depreciación detallada de activos. 111

Anexo XLV: Tabla: Costos Operativos 114

Anexo XLVI: Tabla: Gastos Generales 114

Anexo XLVII: Tabla: Pagos Anuales del Crédito Bandes (escenario pesimista #1) 115

Anexo XLVIII: Tabla: Estado de Resultados a 15 años (escenario pesimista #1) 115

Anexo XLIX: Tabla: Flujo de Efectivo (escenario pesimista #1) 116

Anexo L: Tabla: Pronostico de la Demanda con 15% por debajo (escenario pesimista #2) 116

Anexo LI: Tabla: Costos de los insumos (escenario pesimista #2) 117

Anexo LII: Tabla: Costos Operativos (escenario pesimista #2) 118

Anexo LIII: Tabla: Ingresos (escenario pesimista #2) 119

Anexo LIV: Tabla: Estado de Resultados a 15 años (escenario pesimista #2) 119

Anexo LV: Tabla: Flujo de Efectivo (escenario pesimista #2) 120

Anexo LVI: Tabla: Costos de insumos (escenario optimista) 121

Anexo LVII: Tabla: Costos Operativos (escenario optimista) 122

Anexo LVIII: Tabla: Ingresos (escenario optimista) 123

Anexo LIX: Tabla: Estado de Resultados a 15 años (escenario optimista) 123

Anexo LX: Tabla: Flujo de Efectivo (escenario optimista) 124

Anexo LXI: Tabla: Ingresos (precio del servicio 40.000 Bs.) 124

Anexo LXII: Tabla: Estado de Resultados a 15 años (escenario 40.000 Bs.) 125

Anexo LXIII: Tabla: Flujo de Efectivo (escenario 40.000 Bs.) 125

Anexo LXIX: Tabla: Indicadores del proyecto (escenario 40.000 126

Bs.)

Anexo LXX:División del Municipio Sucre. 127

Anexo LXXI:Ruta de Unidades 129

Anexo LXXII:Carta de Permiso. 137

Anexo LXIII:Pronostico hasta 2021. 138
Anexo LXXIV:Pirámide de Planificación Estratégica 142

Anexo LXXV:Círculo de Deming 142

Anexo LXXVI:Cadena de Valor 143

Anexo LXXVII:Ubicación del municipio Sucre 143

Anexo LXXVIII:Comportamiento de precios por ajustes inflacionarios 144

Introducción

Actualmente uno de los principales retos que enfrentan los municipios en la zona metropolitana de Caracas es la resolución del denominado: Caso de la Basura[1]. Resulta evidente la proliferación de desechos sólidos en las calles y la falta total de un mecanismo eficiente a la hora de recolectarlos y/o tratarlos.

La causa suele atribuírsele al aumento del comercio informal en conjunto con la recesión o cambios de las condiciones de los contratos a las operadoras de recolección.

Esta problemática ha traído como consecuencia: el aumento de las enfermedades, la reproducción de las poblaciones de ratas y zamuros, contaminación generalizada (aire, agua y suelos), la obstrucción de las quebradas y ríos; en conclusión la disminución de la calidad de vida del caraqueño. Los principales afectados por la situación son los estratos menos aventajados económicamente (C, D y E), haciendo sus condiciones de supervivencia aún más hostiles y deprimentes.

El tratamiento que se le ha venido dando a los desechos consiste en la recolección de los mismos, consolidación en la estación de transferencia y el posterior traslado a los rellenos sanitarios –solución aparentemente simple, aunque bastante irresponsable al no tomar en cuenta las medidas correspondientes (cuidar: la emanación de gases producto de la combustión espontánea, el acceso de personas a estos terrenos, las aguas subterráneas, entre otros), ni considerar la lejanía del relleno con la estación de transferencia. Este factor se ha vuelto crítico en los últimos años, ya que las cantidades de basura manejadas son muy grandes y el traslado consume gran parte de los recursos de la compañía, causando en los días de lluvia y/o de mayor tráfico un colapso generalizado del sistema.

El desarrollo de nuevas tecnologías ha creado una vía alternativa a la deposición de basura en los rellenos sanitarios, que ya ha sido adoptada por diferentes países: Estados Unidos, Japón y algunas islas del Caribe. Consiste en un proceso de incineración de los

[1] Ver Anexo IV: Artículo del Nacional 29-01-2006

desechos sólidos a través de un horno, reduciéndose un 75% en peso y entre 90% y 95% en volumen de la basura manejada. El material producto del tratamiento es fácil de clasificar, reciclar y manejar. Los equipos son fáciles de operar y su mantenimiento es relativamente sencillo.

Es de vital importancia hacer mención que los incineradores no tienen ningún impacto negativo en el medio ambiente (son fabricados bajo las normas EPA norteamericanas), y cumplen los exigentes parámetros del Ministerio del Ambiente. Se ha comprobado que sus emisiones están perfectamente controladas, sin olores, partículas y/o humo.

El siguiente Trabajo Especial de Grado tiene como finalidad evaluar la posibilidad de crear una empresa, que tenga las condiciones óptimas para prestarle el servicio de incineración a Sabenpe (compañía que actualmente posee la licitación de la recolección de basura en el Municipio Sucre), e incorporar así al manejo integral de los residuos sólidos este tipo de tratamiento, buscando conseguir un mejoramiento en la gestión de los mismos: tanto económica como conceptualmente, y en consecuencia elevar la calidad de vida de los habitantes del municipio.

Capítulo I

Planteamiento del Problema

1.1. Problema:

La gestión de los desechos sólidos actual del municipio Sucre consiste en la recolección de la basura mediante camiones especiales (incluyendo del tipo Minimatic, el cual gracias a sus características físicas es capaz de ingresar en los callejones de los barrios) y su posterior traslado a la estación de transferencia en Mariche[2]. Allí es donde se juntan los desechos para luego ser enviados al relleno sanitario de La Bonanza.

El trayecto desde Mariche a La Bonanza es muy extenso, tomando en cuenta los días de tráfico regulares toma alrededor de cuatro horas, según las afirmaciones del Gerente de Operaciones de Sabenpe el Sr. Ramón Mora.

Debido a las elevadas cantidades de basura manejadas, es necesario efectuar numerosos viajes (±30 viajes/ día); consumiendo gran parte de los recursos de la empresa: tiempo, dinero, mano de obra, camiones del tipo boqueta, los cuales pudiesen ser utilizados en otras labores.

La incineración reduce en promedio 90 % el volumen de los desechos, así que de ser un mecanismo viable disminuiría en este mismo porcentaje la cantidad de traslados necesarios.

De la misma manera decaería el volumen de materia a depositar en La Bonanza, brindándole una vida útil más larga; y generando un ahorro para Sabenpe en el gasto correspondiente por el servicio de deposición.

Se busca evaluar la viabilidad de introducir esta tecnología en términos de:

[2] Ver Anexo X: Fotos estación de transferencia

- Hacer más eficiente la estructura de costos de las empresas recolectoras de basura (específicamente Sabenpe –responsable de la recolección de los residuos municipales de Sucre-).
- Mejorar la problemática ambiental generada por el traslado de desechos sólidos de la estación de transferencia al relleno sanitario: emanaciones espontáneas de gases contaminantes, malos olores, emanaciones líquidas, entre otros.

1.2. Objetivos:

1.2.1. Objetivo General:

Realizar un estudio de factibilidad técnico-económico para la creación de una empresa incineradora de desechos sólidos.

1.2.2. Objetivos Específicos:

- Desarrollar la razón de ser de la compañía (Estudio de Gran Visión):
  - Definir la Unidad Estratégica del Negocio.
  - Formular la Visión, la Misión y los Objetivos Estratégicos de la empresa.

- Desarrollar un estudio de mercado centrado en los siguientes objetivos:
  - Análisis del mercado actual.
  - Realizar un estudio de comercialización.
  - Hacer un análisis DOFA del proyecto.

- Desarrollar un estudio técnico que permita:
  - Análisis del poder calorífico inferior de los residuos municipales.
  - Ampliar los conocimientos en los diferentes tipos de hornos incineradores -ventajas y desventajas/ usos más frecuentes-, tecnologías limpias (no contaminantes).
  - Seleccionar el horno más adecuado a la situación.

- Analizar los aspectos legales establecidos en las normas venezolanas: Ley Orgánica del Ambiente, Constitución de Venezuela, entre otras; y su cumplimiento.
- Escoger la ubicación óptima del proyecto.
- Diseñar la infraestructura requerida.
- Describir los procesos que se llevan a cabo dentro del sistema.
- Esquematizar la organización (manejo del recurso humano) para llevar a cabo el proceso de incineración.
- Definir el tamaño del proyecto.

- Desarrollar un estudio económico – financiero, conteniendo:
  - Analizar y proyectar los índices macroeconómicos.
  - Determinar la estructura de costos.
  - Determinar los ingresos proyectados.
  - Estimar la inversión inicial.
  - Identificar posibles fuentes de financiamiento idóneas para este tipo de proyectos (Organizaciones e instituciones de carácter mundial o nacional cuyo objetivo sea la preservación del medio ambiente y elevar las condiciones de vida del ser humano).
  - Proyectar los estados financieros.
  - Determinar el valor presente neto (VPN) para el proyecto.
  - Calcular la tasa interna de retorno (TIR) del proyecto.
  - Determinar el periodo de recuperación de la inversión.
  - Elaborar un análisis de sensibilidad.

1.3 Alcance:

- La ejecución del proyecto no conlleva su implantación.
- El estudio de mercado, al igual que el estudio técnico y económico, será realizado para el Municipio Sucre, donde existen comunidades cuya población predominante es de los estratos C, D y E.
- El análisis financiero se proyectará a 15 años.

1.4 Limitaciones:

- Parte de la información debe ser suministrada por entidades gubernamentales y empresas que prestan el servicio de aseo.
- El Trabajo Especial de Grado tendrá una duración aproximada de cuatro (4) meses.

Capítulo II
Marco Teórico

2.1 Conceptos, procesos y términos técnicos relevantes para el estudio:

- **Proceso de Gestión de Residuos Sólidos:** es la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recolección, transferencia y transporte, procesamiento y disposición final de residuos sólidos, de una forma acorde con los principios de: la salud pública, la economía, la ingeniería, la conservación, la estética, y de otras consideraciones ambientales, respondiendo también a las expectativas públicas.
- **Etapas de la Gestión de los Residuos Sólidos:**
  - **Generación:** abarca las actividades en las que los materiales son identificados carecientes de valor adicional, y o bien son tirados o bien son recogidos juntos para su deposición.
  - **Almacenamiento:** una vez que los residuos sólidos son generados, se almacenan para facilitar posteriormente su recolección, etapa en la cual la población percibe de forma cercana cómo se realiza la gestión de los mismos.
  - **Recolección:** consiste en un vehículo especialmente diseñado que de acuerdo a una ruta determinada, y con una frecuencia dada, de forma permanente, recoge la basura. Esta etapa es vital para la no acumulación de la basura, siendo la buena planificación de la ruta un factor crítico a la hora de evaluar la eficiencia del servicio.
  - **Transporte:** forma cómo se trasladan los desechos. En cuanto a los costos, el mantenimiento de los vehículos, y el personal que trabaja en la recolección, son los aspectos que más encarecen la gestión.
  - **Transferencia:** las estaciones de transferencia constituyen una opción, que permite optimizar la gestión y reducir los costos. Una estación de

transferencia permite que pequeños volúmenes de basura se compacten y junten para luego hacer un viaje, en los casos en que el sitio de disposición final quede lejos del lugar de generación.

- **Tratamiento:** los tratamientos más comunes son la compactación, la pirolisis y la incineración.
- **Disposición final:** operación controlada y ambientalmente adecuada de depositar los desechos en un relleno sanitario, tomando en cuenta su naturaleza.

- **Manejo Integral de los Residuos Sólidos:** Incluye un conjunto de planes, normas y acciones para asegurar que todos los residuos sólidos sean tratados de manera ambientalmente adecuada, técnica y económicamente factible, y socialmente aceptable. Es un esfuerzo de responsabilidad compartida en el que es fundamental la participación de todos los actores involucrados en el proceso (gobierno, empresa y comunidad).

2.2 Instrumentos utilizados en el procesamiento y análisis de la información:

2.2.1 Planificación Estratégica:

Proceso en el cual se estructura conceptualmente el interior de la empresa, y se define su función en el entorno. En la planificación estratégica se establecen los lineamientos para lograr la alineación de todos los empleados; ya que se traza el camino a ser recorrido, se fijan metas y se definen los roles más básicos de la organización. Está conformado por visión, misión, objetivos, estrategias y valores de la organización[3].

2.2.1.1 Visión: sueño que persigue la organización. Visión concreta de futuro. Es una fuente de motivación para los empleados, orientando y coordinando continuamente sus esfuerzos. Es necesario que la misión sea coherente con la misión, objetivos, estrategias y valores de la compañía.

2.2.1.2 Misión: meta general de la organización. Es la razón de ser de la compañía. Responde por qué los trabajadores se sienten identificados con la empresa y cuál es la relevancia de su trabajo.

[3] Ver Anexo LXXIV: Pirámide del Planificación

2.2.1.3 Objetivos: reflejan las acciones que deben alcanzarse en un futuro, siendo líderes de procesos puntuales. Se traducen en pequeños aportes para conseguir la misión de la compañía.

2.2.1.4 Estrategias: forma bajo la cual se desean alcanzar los objetivos de la organización. Enfoque o camino a seguir.

2.2.1.5 Valores: son los pilares o bases de la compañía. Principios básicos y atemporales, los cuales deben ser transmitidos a todos los empleados de la organización.

2.2.2 Estructura Organizacional: es el diseño o disposición de los cargos dentro de una organización. Organiza el flujo de información, divide tareas, define: responsabilidades y relaciones. Debe ser eficaz y eficiente, teniendo la burocracia suficiente como para mantenerla junta y coordinada; pero al mismo tiempo teniendo flexibilidad para permitir el flujo rápido y oportuno de información. Es vital que responda de forma adecuada ante los cambios del entorno.

Para realizar un diseño adecuado de una estructura organizacional existen cuatro factores claves que deben ser tomados en cuenta:

- División de trabajo: determinando los niveles de especialización de los trabajadores requeridos.
- Departamentalización: respondiendo a la base estructural de las unidades de trabajo dentro de la empresa: desde trabajadores agrupados por perfiles similares hasta completamente diferentes.
- Parámetro de control: otorgándole un mayor o menor número de individuos reportándole a un gerente específico.
- Autoridad: estableciendo la forma de delegar dentro de la compañía: centralizada o descentralizada. Esto define el empowerment que tienen los indivduos dentro de la organización.

2.2.3 Fuentes de Información: al momento de realizar un estudio de factibilidad es necesario recopilar una serie de datos, los cuales después de ser debidamente analizados

darán respuestas a una serie de incógnitas planteadas a lo largo de su desarrollo. Esta data puede ser obtenida a través de dos fuentes principales:

2.2.3.1 Fuentes primarias: son aquellas en las cuales el investigador entra en contacto directo con el usuario o consumidor. Existen tres métodos principalmente:

- Observación directa: el investigador se dirige al lugar donde se encuentra el consumidor y observa su conducta. A partir de sus observaciones logra percibir una serie de aspectos que le permiten describir la ocasión de consumo y hábitos de conducta del consumidor.
- Experimentación: el investigador controla ciertas variables para observar cómo responde el consumidor ante las variaciones de las mismas. Por ejemplo: modificaciones en los envases, pruebas a ciegas (sin decir las marcas de los productos) pedir retroalimentación acerca del sabor, textura u olor.
- Encuestas o cuestionarios. El investigador utiliza un medio, que puede ser: teléfono, correo, e-mail o personal para realizar una serie de preguntas al consumidor o usuario y obtener la información requerida. Existen algunos aspectos que no deben descuidarse en caso de utilizar esta metodología, por ejemplo: no hacer preguntas innecesarias, las mismas deben ser presentadas de una forma sencilla y ser concisas, no deben ser personales (en caso de querer información acerca de edad, ingresos: se recomienda presentarlo como un rango), entre otros.

2.2.3.2 Fuentes secundarias: son aquellas en las cuales se encuentra información escrita ya existente sobre el tema, por ejemplo: estadísticas de libros, gobierno, instituciones ligadas al sector en estudio, data de otras empresas. Presentan algunas ventajas como: si se encuentra la información en estas fuentes no es necesario recurrir a las fuentes primarias, sus costos son bajos. Es en este tipo de fuentes que se debe realizar la primera búsqueda.

2.2.4 Estudio de Factibilidad: "El estudio contempla identificar un problema a ser resuelto o una oportunidad de negocio, enmarcada en la visión del proyecto, luego se estudian las fuerzas del mercado a ver el potencial de ingresos, se estudian las variables

técnicas para la operación, se analiza la estructura organizativa requerida para operar el proceso y se calculan los resultados financieros del proceso" (L. Palacios, 2.004, p. 151).

Contempla todos los aspectos para determinar la viabilidad de un proyecto, entre los más relevantes resaltan: la planificación estratégica y estructura organizativa, la interacción de los distintos actores en el mercado y su influencia sobre el proyecto, el estudio de los parámetros - procesos operativos y la estructura financiera estimada.

2.2.5 Estudio de mercado: "Consiste en analizar las principales variables que determinan el comportamiento de una unidad productiva en su interrelación con las fuerzas del mercado usuario. Muchos proyectos fallan al no dedicarle suficiente tiempo y esfuerzo en responder a este tipo de interrogantes mercadotécnicas" (L. Palacios, 2.004, p.152).

Estudia a partir de data recopilada: el juego de oferta y demanda, las necesidades no satisfechas de algunos grupos de consumidores, la existencia de potenciales usuarios o consumidores, las características de los competidores o productos sustitutos, los posibles precios de entrada para el servicio o bien y los canales de entrada más apropiados para establecer el contacto con el usuario.

2.2.6 Estudio Técnico: está compuesto por todos los aspectos referentes a la operatividad del negocio. En el estudio técnico se esquematiza el proceso productivo, haciendo énfasis en cuáles son las entradas, las transformaciones y las salidas que se llevan a cabo en los procesos de la empresa, tomando en cuenta las cantidades e instalaciones con las que cuenta la organización. Considera los aspectos legales y ambientales que podrían limitar el proyecto.

2.2.7 Estudio Económico-Financiero: "Para evaluar económicamente la conveniencia de un proyecto, hace falta completar la información financiera que permita proyectar indicadores. El estudio financiero implica hacer un pronóstico de ingresos según las estrategias de rentabilidad, estimar la inversión inicial del proyecto y su financiamiento, proyectar costos operacionales que permitan construir el panorama financiero a corto y largo plazo mediante Estados de Ganancias y Pérdidas y el Balance General" (L. Palacios, 2.004, p. 200).

Evalúa la rentabilidad del proyecto, la incertidumbre y los riesgos involucrados; a partir de lo cual se pueden dar consejos y opiniones para tomar las decisiones correctas.

2.2.8 Kaizen: filosofía japonesa que se traduce como el mejoramiento continuo. Hay dos pilares que lo sustentan: los equipos de trabajo y la ingeniería industrial, los cuales se emplean para mejorar los procesos. El enfoque esta dirigido hacia: la gente y la estandarización de procesos. El Kaizen debe llevarse a cabo donde ocurre la acción, buscando la eliminación del desperdicio, la estandarización de los criterios de calidad, la reducción de los tiempos de ciclo, entre otros. Es una forma de vida que debe ser adoptada por todos los trabajadores, ya que siempre hay cosas que deben de ser mejoradas.

2.2.9 Círculo de Deming: define la estrategia perenne de la calidad en cuatro pasos:

- Planificar: consiste en identificar los procesos a ser mejorados, conseguir la data relacionada a ellos, analizarla e interpretarla; para poder establecer los objetivos que se quieren alcanzar y determinar los procesos que se deben modificar.
- Hacer: ejecutar la planificación documentando el proceso.
- Verificar: luego de un período de tiempo volver a recopilar la data, analizarla y comparar los resultados contra los objetivos planteados en el proceso de planificación. Documentar las conclusiones.
- Actuar: en caso que sea necesario modificar los aspectos revelados en el proceso de verificación o aplicar nuevas mejoras. De la misma manera se debe documentar el proceso.

Luego se debe repetir indefinidamente este ciclo[4].

2.2.10 Cadena de Valor: desarrollado por M. Porter es el conjunto de eslabones que conforman el proceso económico del negocio. Esquematización de todas las actividades que le adicionan valor al bien o servicio final. Abarca desde la materia prima hasta la distribución del producto final[5].

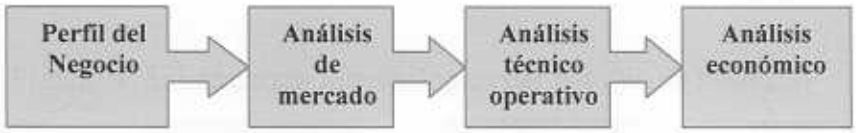
[4] Ver Anexo LXXV: Círculo de Deming
[5] Ver Anexo LXXVI: Cadena de Valor

Capitulo III
Marco Metodológico

En el siguiente Capítulo se describen los pasos que se llevaran a cabo para la elaboración del estudio de factibilidad.

Para realizar el estudio completo y profundo de cada una de las fases que lo conforman se utiliza la metodología propuesta en el texto "Evaluación de proyectos" de Gabriel Baca Urbina, donde se plantean los elementos conceptuales que deben tomarse en cuenta para el desarrollo eficiente del proyecto. El flujo de la investigación se representa en el siguiente diagrama:

Figura N° 1: Diagrama del flujo de la investigación



Diseño: Elaboración Propia.

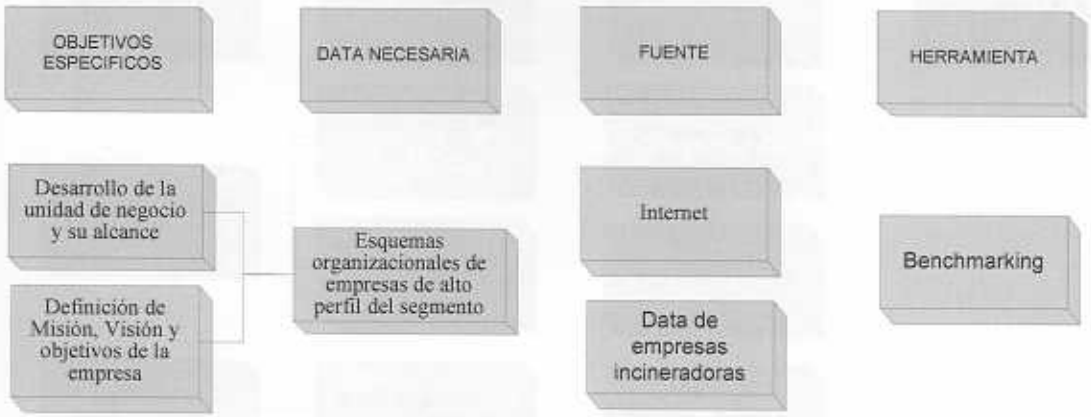
Es evidente el énfasis que adquieren los siguientes aspectos: definición del negocio, la investigación de mercado, tecnología y estructura de costo.

El siguiente estudio esta formulado bajo la estructura de Investigación de Campo de tipo descriptivo; en el cual se describen, analizan e interpretan datos obtenidos a partir de fundamentos teóricos, para evaluar la situación, plantear escenarios, localizar recursos y finalmente determinar la viabilidad de la propuesta.

3.1. Perfil de Negocio:

Es la primera etapa del estudio, en esta se realiza el análisis y evaluación de la bases de la empresa; es decir: visión, misión y objetivos estratégicos, así como su estructura de recursos humanos.

Figura N° 2: Estructura Metodológica del Perfil de Negocio

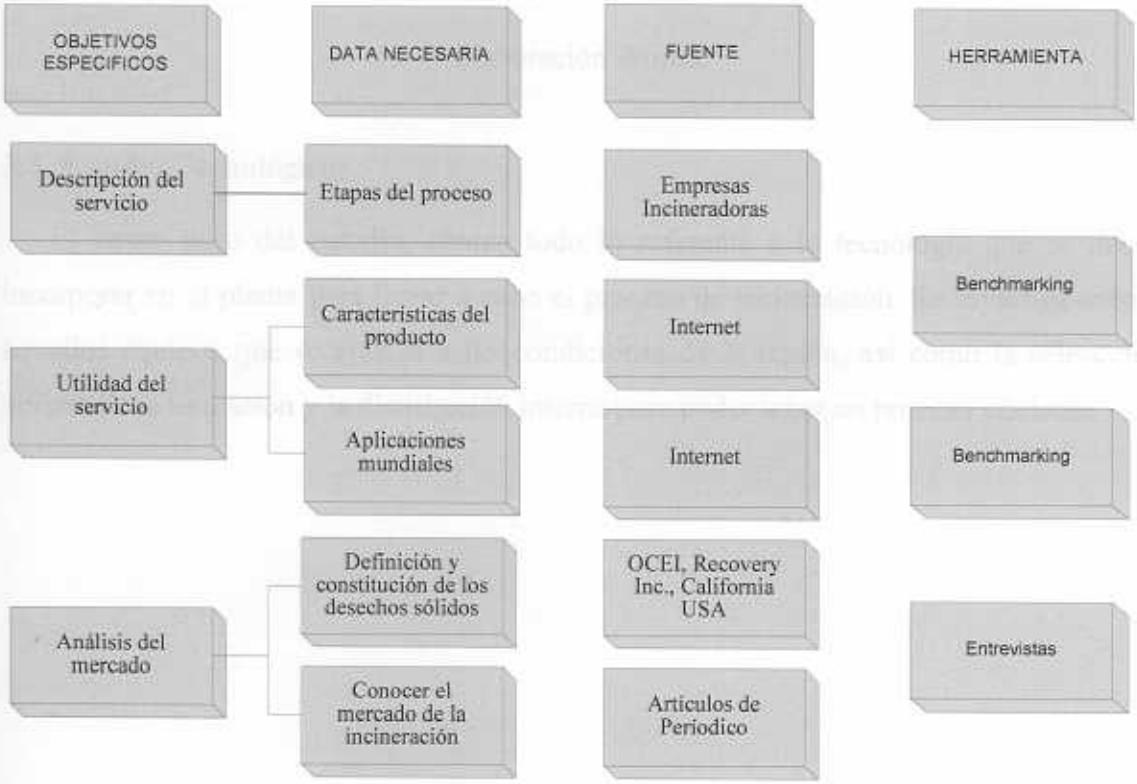


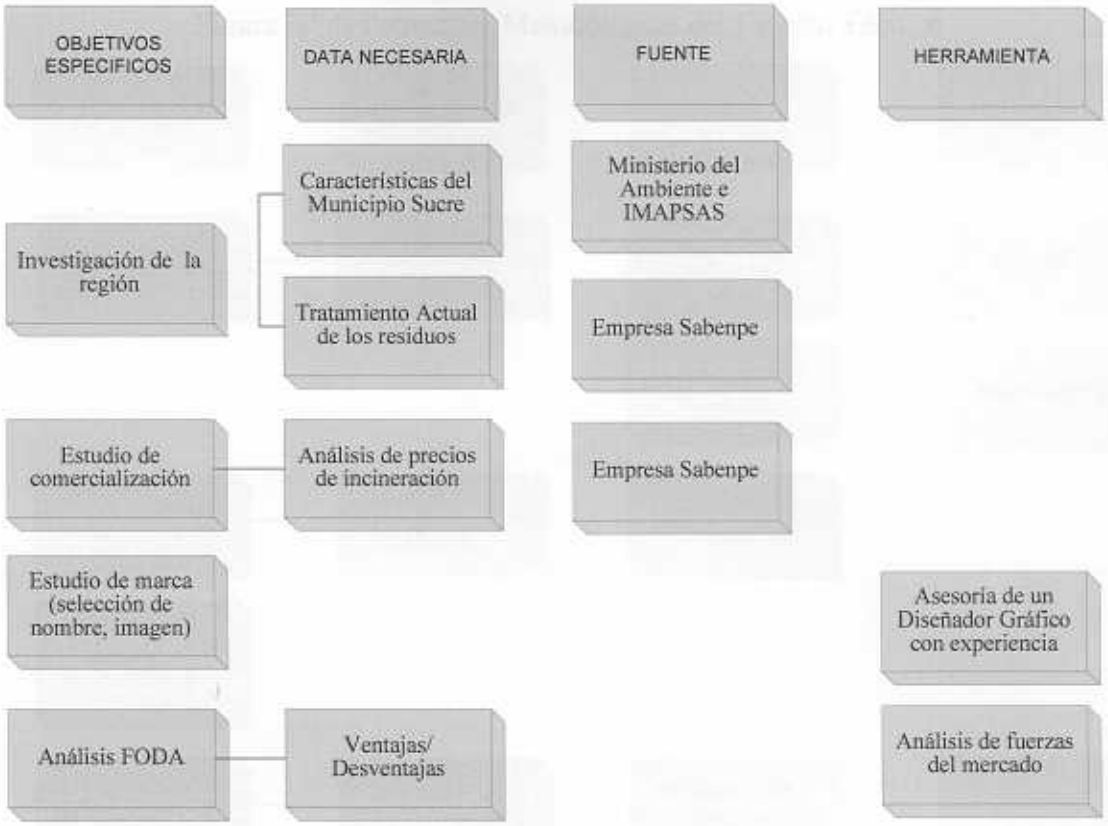
Elaboración Propia

3.2. Estudio de Mercado:

En la segunda etapa fundamental del estudio se analiza la entrada del servicio al mercado, se determina la demanda del municipio y su comercialización.

Figura N° 3: Estructura Metodológica del Estudio de Mercado



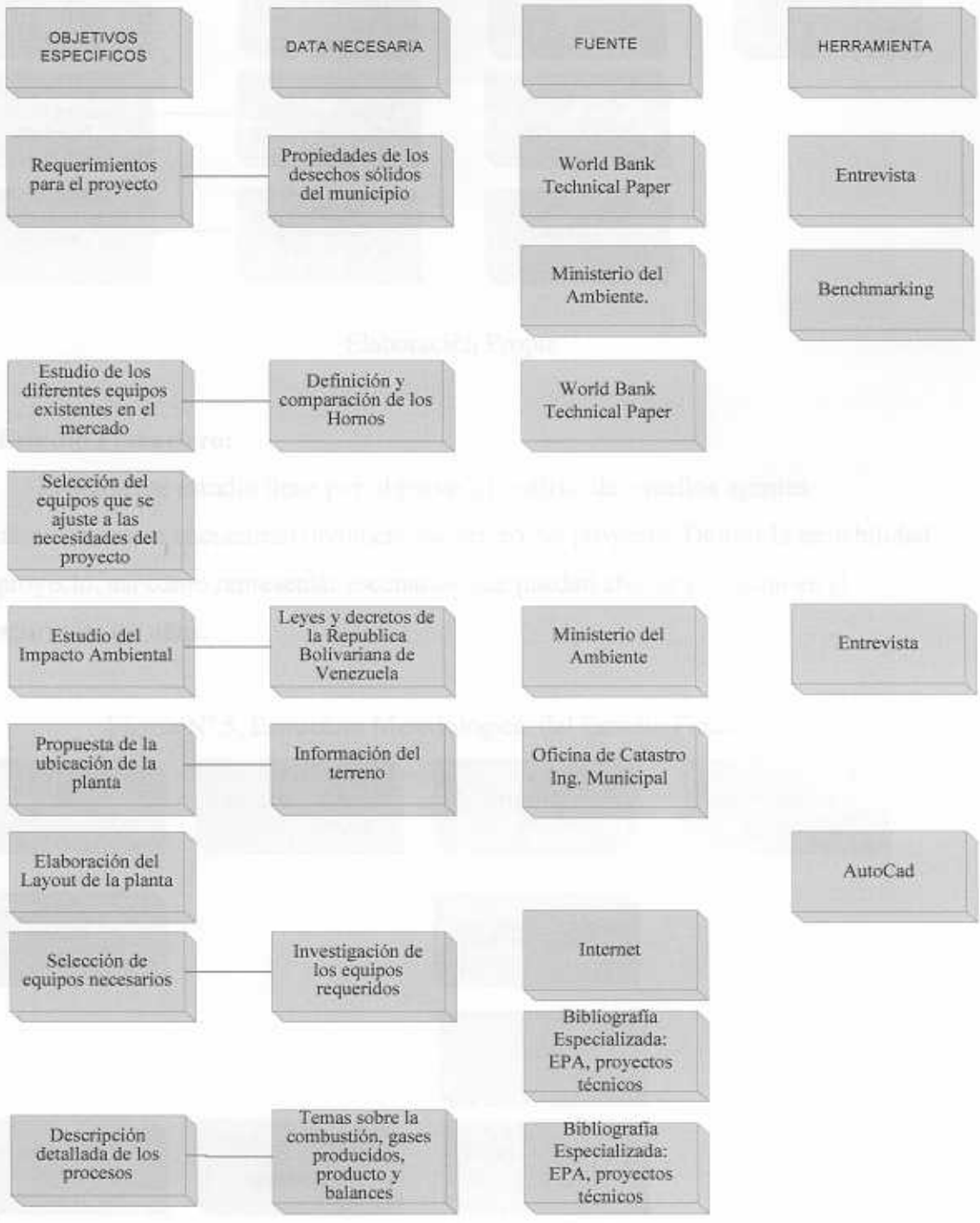


Elaboración Propia

3.3. Estudio Tecnológico:

El tercer paso del estudio, abarca todo lo referente a la tecnología que se debe incorporar en la planta para llevar a cabo el proceso de incineración. Se investiga sobre aquellos equipos que se ajustan a las condiciones de la región, así como la selección óptima de la ubicación y la distribución interna para poder tener un proceso eficiente.

Figura N° 4: Estructura Metodológica del Estudio Técnico

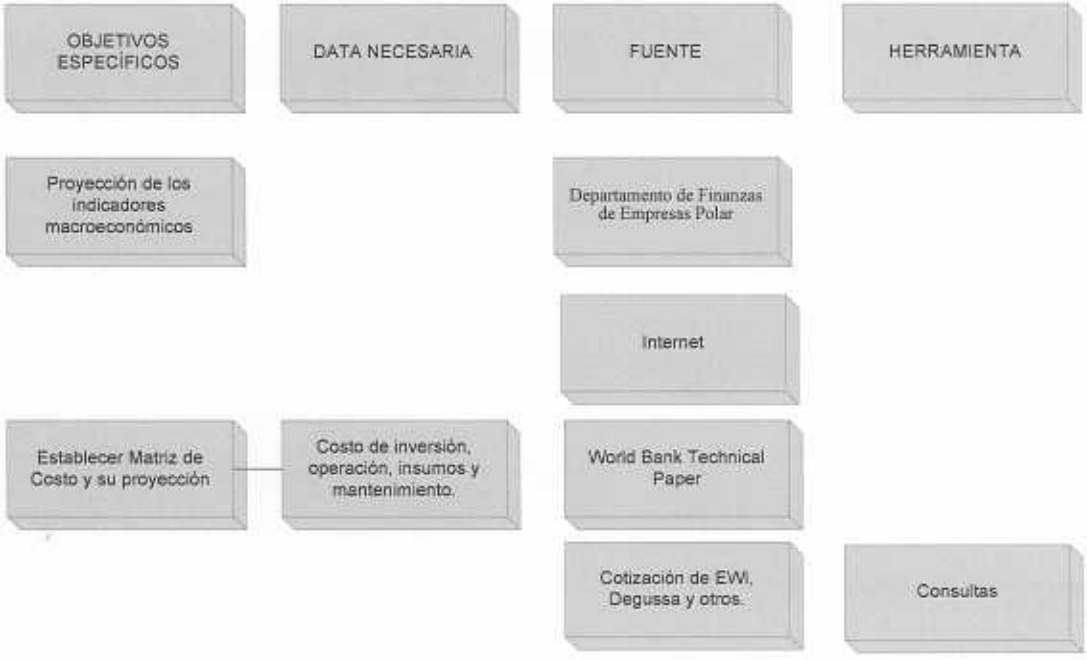


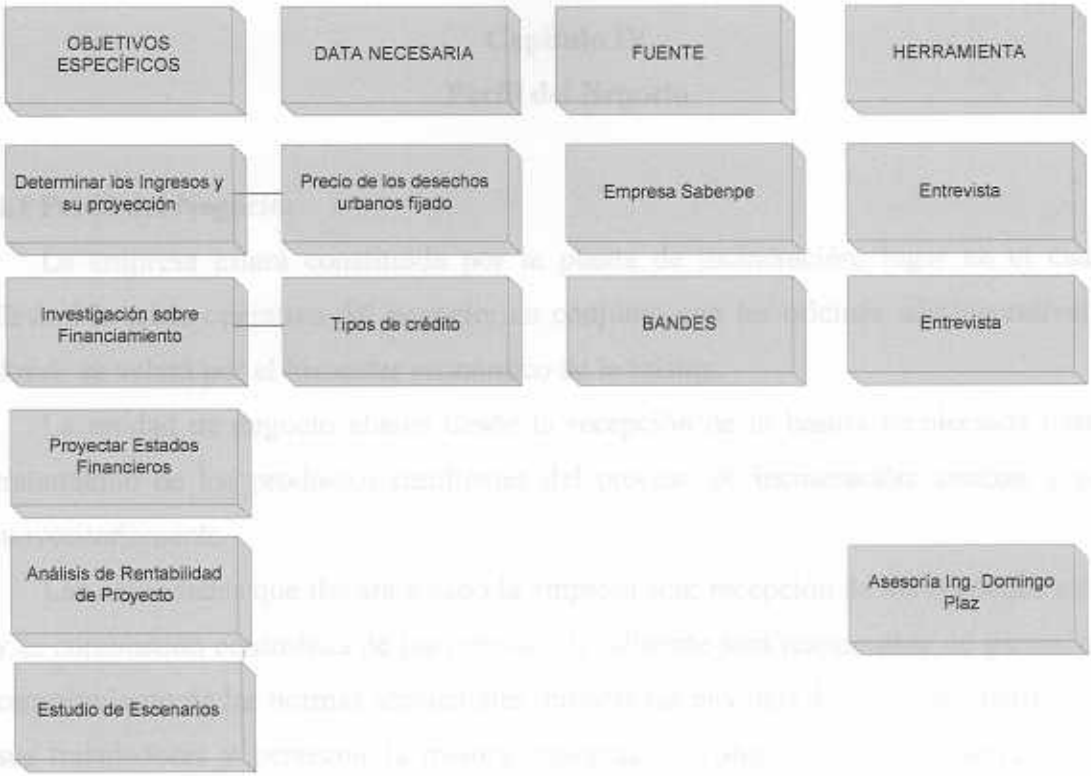
Elaboración Propia

3.4 Estudio Financiero:

El siguiente estudio tiene por objetivo, el análisis de aquellos agentes económicos que se encuentran involucrados dentro del proyecto. Definir la rentabilidad del proyecto, así como representar escenarios que puedan afectar el mismo en el transcurso de los años.

Figura N° 5. Estructura Metodológica del Estudio Financiero.





Elaboración Propia.

Capítulo IV
Perfil del Negocio

4.1 Perfil del Negocio:

La empresa estará constituida por la planta de incineración, lugar en el cual se llevará la parte operativa del negocio; en conjunto con las oficinas administrativas, en donde se velará por el bienestar económico de la misma.

La unidad de negocio abarca desde la recepción de la basura recolectada hasta el tratamiento de los productos resultantes del proceso de incineración: cenizas y gases mayoritariamente.

Las actividades que llevará a cabo la empresa son: recepción de los desechos sólidos y la combustión controlada de los mismos. Igualmente será responsable de garantizar el cumplimiento de las normas ambientales, brindar las medidas de seguridad pertinentes a sus trabajadores y perseguir la mejora continua. El cobro del servicio será efectuado directamente a la empresa encargada de la recolección de desechos municipales, según las tarifas establecidas.

4.2 Gran Visión de la Empresa

4.2.1 Estrategias de la Empresa:

- Cumplimiento de las normas del Ministerio del Ambiente mediante el control, verificación y testeo periódico de las emisiones provenientes del incinerador.
- Innovar. Apalancamiento en un equipo moderno y fomentar la filosofía del mejoramiento continuo dentro de la organización.
- Contar con un recurso humano capacitado, al cual constantemente se le brinde entrenamiento para ejercer sus funciones. Brindarle condiciones seguras al personal, de forma tal que pueda realizar sus actividades.

- Estar alineados con la empresa recolectora de desechos municipales para poder detectar necesidades futuras y tener un proceso confiable de planificación.

4.2.2 Objetivos de la Empresa:

- Contribuir a la mejora continua en la gestión de los recursos naturales y del ambiente del Municipio Sucre.
- Desarrollar conciencia ambiental y social.
- Estar a la vanguardia de las tecnologías de incineración.
- Hacer más eficiente el manejo integral de los desechos sólidos, traduciéndose en un municipio limpio y saludable.

4.2.3 Misión:

Ser un aliado estratégico de la empresa recolectora de basura del Municipio Sucre maximizando, mediante el proceso de incineración, la reducción en peso y volumen de los desechos sólidos, generando rentabilidad para nuestros accionistas.

Garantizar responsable y continuamente el cumplimiento de los estrictos estándares ambientales, conservando el medio saludable y limpio.

4.2.4 Visión:

Ser la empresa líder en el campo de la incineración en Venezuela, elevando la calidad de vida a través del tratamiento eficiente de los desechos sólidos; respetando las necesidades/ sentimientos de otros y promoviendo un ambiente seguro y agradable.

4.2.5 Valores:

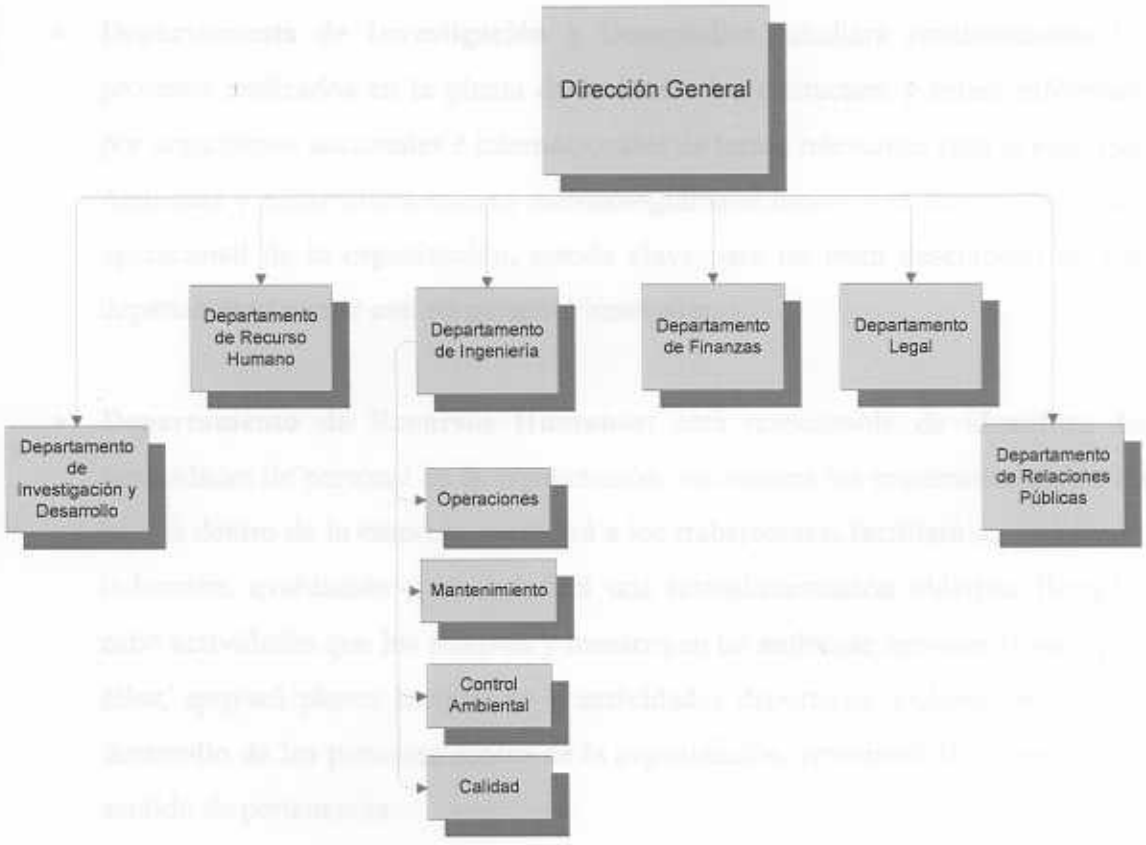
Seguridad	Integridad
Calidad	Innovación
Excelencia	Responsabilidad social y ambiental.
Equidad	Respeto
Solidaridad	Transparencia

4.3 Estructura Organizacional:

El proceso de organización empresarial es vital para el correcto funcionamiento de la empresa, ya que determinará la eficiencia, el compromiso y la relación de los trabajadores con el sistema. Será motor de motivación y delegación de responsabilidades para los empleados.

La estructura desarrollada responde a las características del entorno venezolano, presentado tramos de control estrechos, buscando brindar un mayor control sobre las decisiones a ser tomadas. Es una estructura horizontal, dividida por tareas y con enfoque al cumplimiento de objetivos.

Figura N° 6: Estructura Organizacional



Diseño: Elaboración Propia

- **Dirección General:** es el nivel más alto del organigrama, el cual se encargará de tomar las decisiones corporativas más relevantes, consolidar acciones y canalizar esfuerzos, logrando el entendimiento e integridad de todas las áreas que conforman la empresa. Deberá estimular el trabajo en equipo y el apoyo entre los diferentes departamentos. Serán los guardianes del cumplimiento de los objetivos y estrategias, igualmente los responsables de darles un nuevo enfoque en caso que sea necesario. Revisarán y desarrollarán, con el paso del tiempo, nuevas misiones y visiones, siendo los principales encargados de trasmitirlas a lo largo de toda la organización.
  Serán líderes en los procesos de planificación y organización de la empresa.

- **Departamento de Investigación y Desarrollo:** estudiará continuamente los procesos realizados en la planta de incineración, contactará y estará informado por organismos nacionales e internacionales de temas relevantes para la empresa. Analizará y desarrollará nuevas metodologías que mejoren el desenvolvimiento operacional de la organización, siendo clave para un buen desempeño en este departamento contar con un personal innovador.

- **Departamento de Recursos Humanos:** será responsable de identificar las necesidades de personal en la organización, reconocerá los requerimientos de los cargos dentro de la empresa, reclutará a los trabajadores, facilitará su proceso de inducción, evaluación y les brindará una retroalimentación objetiva, llevará a cabo actividades que los motiven y mantengan un ambiente emocional sano para ellos, apoyará planes recreativos y actividades deportivas. Deberá propiciar el desarrollo de las personas dentro de la organización, reteniéndolas y creando un sentido de pertenencia.

- **Departamento de Ingeniería:** planificará, controlará y velará por el desarrollo del flujo de los procesos dentro de la planta de incineración. Estará encargado de sincronizar a los diferentes departamentos que lo conforman, los cuales tienen tareas más especializadas:

    - **Operaciones:** responderá por las actividades ligadas directamente al proceso de incineración: recepción de la basura, combustión en el horno, tratamiento de las emisiones contaminantes, preparación para el traslado y deposición final de las cenizas.
    - **Mantenimiento:** tendrá dos funciones: una preventiva, abarcando todas aquellas actividades realizadas con una frecuencia establecida y garantizando el buen funcionamiento de los equipos; y una correctiva, que se refiere a las acciones que deberán ser tomadas cuando algún mecanismo se dañe.
    - **Control Ambiental:** testeará y monitoreará las emisiones provenientes del incinerador: aguas de enfriamiento y gases producto de la combustión, confirmando que están dentro de los parámetros establecidos en la norma. Igualmente deberá asegurarse que el funcionamiento de la planta no represente ningún riesgo para las poblaciones cercanas.
    - **Calidad:** Coordinará y controlará a la organización en lo relativo a la calidad: el establecimiento de políticas y objetivos, planificación, control, aseguramiento y mejoras.

- **Departamento de Finanzas:** planificará y ejecutará el presupuesto de la compañía, controlará el gasto administrativo, evaluará el bienestar económico de la empresa, se asegurará del cobro de los ingresos, cumplirá con las cargas impositivas y desarrollará algunas iniciativas en este campo. Igualmente deberá llevar al día todas las funciones contables: por ejemplo los libros.

- **Departamento Legal**: será responsable de mantener a la empresa dentro de la normativa establecida. Igualmente la deberá aconsejar en este ámbito dentro de cualquier decisión a ser tomada. Se encargará de la formulación de todos los contratos corporativos: asociaciones, ventas, compras, entre otros.

- **Departamento de Relaciones Públicas:** representará a la empresa ante la comunidad, otras corporaciones, el gobierno y otros. Velará por la imagen y reputación de la organización en todos los sentidos. Será el departamento más pequeño dentro del organigrama, ya que no es objetivo de éste cubrir actividades de marketing ni promociones publicitarias.

Capítulo V
Estudio de Mercado

El punto de partida para realizar un análisis referente a: la demanda, la oferta, el precio y la comercialización de un producto o servicio es describirlo detalladamente. A partir de esta imagen se clasifica, dándole cabida en un segmento especifico del mercado para verificar si logra satisfacer las necesidades de los posibles clientes.

5.1 Definición del servicio:

5.1.1 Naturaleza del servicio:

Según La Ley de Residuos y Desechos Sólidos de La República Bolivariana de Venezuela se entiende por incineración, la técnica para reducir química y físicamente los residuos y desechos sólidos, mediante el empleo de calor controlado. Para brindarle al lector una visión más profunda, se presenta una definición más elaborada:

> **Incineración:** tratamiento térmico que lleva a cabo la combustión controlada de la basura a altas temperaturas. Incinerando los desechos sólidos se logra la disminución de éstos en peso de un 75 a un 95% y en volumen de 90% a 95%. Los productos de este proceso son básicamente: cenizas, agua y gases; los cuales deben ser debidamente tratados antes de ser liberados al ambiente, de forma tal que no representen un riesgo ni al medio ni a las comunidades más cercanas.

Los fabricantes de incineradores han desarrollado tecnologías especializadas dependiendo del tipo de residuo que vaya a someterse a combustión. Existen incineradores para desechos:

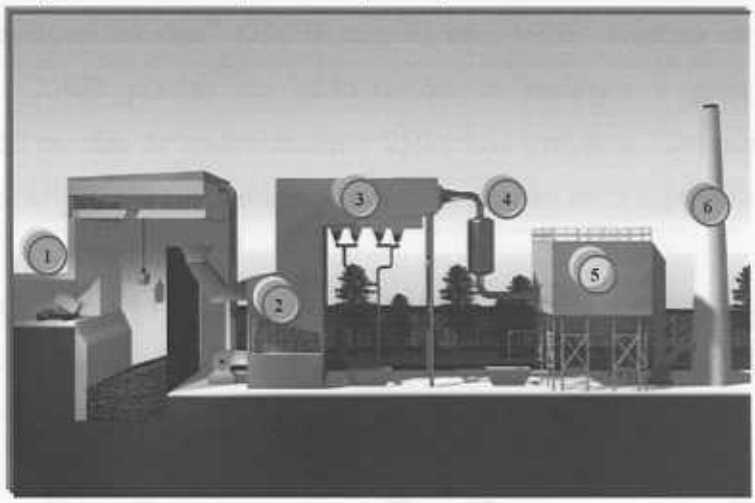
- Patológicos
- Radioactivos
- Municipales

- Y además sistemas de cremación

El servicio que se desea prestar esta enfocado a la incineración de desechos municipales, específicamente provenientes del municipio Sucre.

Los componentes básicos de un incinerador se pueden observar en la siguiente figura:

Figura N° 7: Componentes principales de un incinerador



Fuente: Generalitat de Catalunya –Departament de Medi Ambient-

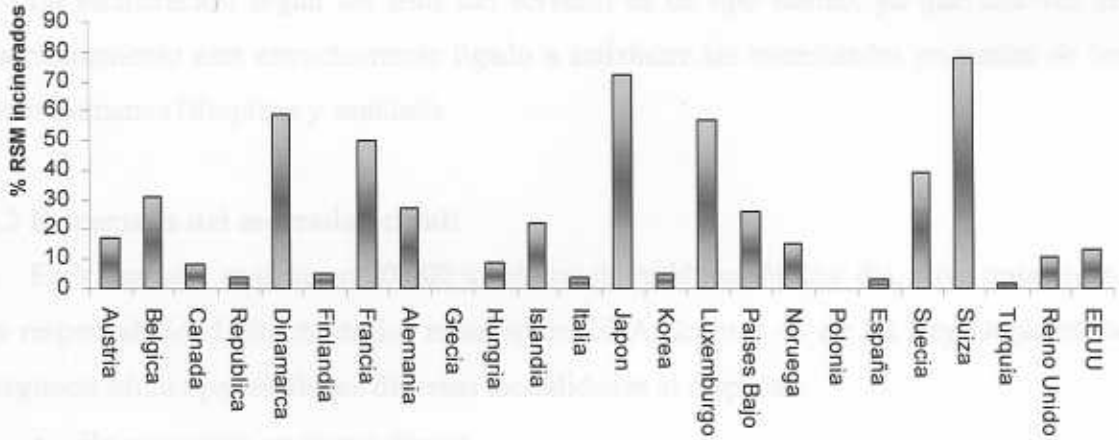
1- Fosa de recepción: los camiones descargan en la fosa de recepción los desechos provenientes de la recolección.
2- Cámara de combustión: lugar en el cual se da la trasformación de los residuos sólidos en gases y cenizas. Alcanza una temperatura que oscila entre 850 y 1200 ° C.
3- Recuperador de calor: la energía desprendida en la fase anterior es transformada en electricidad o vapor.
4- Equipo de depuración de gases: los gases ácidos, metales pesados y rastros de emisiones orgánicas, que se encuentran en los gases producto de la combustión son extraídos por estos sistemas. Diversos procedimientos limpian los fluidos.
5- Filtro para la deposición de partículas: las partículas y cenizas en los gases de combustión son filtradas, para ser removidas de una forma segura.
6- Chimenea: conducto que libera los gases previamente tratados y purificados a la atmósfera.

La incineración según la naturaleza del servicio es de carácter perecedero, ya que su valor se mantiene por un período considerable en el tiempo.

5.1.2 Usos del servicio:

La incineración ha sido una tecnología adoptada ampliamente desde hace algunos años a nivel mundial, según Peter White y Mariana Franke autores del libro: "Gestión Integral de los Residuos Sólidos" (2000) para el año 1996 existían en el planeta aproximadamente 2.400 plantas de incineración de residuos a gran escala en funcionamiento, 150 en vías de construcción y 250 como proyecto. Los porcentajes de residuos sólidos municipales incinerados por país se presentan en la siguiente figura:

Gráfico N° 1: Incineración de residuos sólidos municipales



Fuente: OECD (1.997)

Esta situación parece mantenerse todavía en el año 2006 tomando en cuenta que la incineración ha logrado combatir los problemas de falta de terreno y las exigencias cada vez más altas a nivel legislativo. Prueba de esto es Suiza, país en el cual operan 28 incineradores y toda la basura que no es reciclada debe ser incinerada.

Algunos países como: Dinamarca, Luxemburgo, Suiza y Japón han optado por adoptar esta tecnología para obtener un beneficio adicional: la recuperación de energía, ya que mediante la quema de los residuos se genera vapor que a su vez origina electricidad.

En América Latina se ha comenzado a considerar y en algunos casos a adoptar la incineración dentro del manejo integral de los desechos sólidos, sin embargo se ha focalizado en el tratamiento de residuos especiales provenientes de: clínicas, aeropuertos, puertos y algunas industrias. Dentro de los países pioneros están: Belice, Cuba, Brasil, Argentina, México Venezuela y Chile. Únicamente Sao Paulo en Brasil ha implementado un proyecto de incineración de desechos municipales, el cual abarca dos plantas con capacidad de 2.500 toneladas/ día.

En Venezuela la incineración de residuos municipales no ha pasado de ser una propuesta: "Años atrás el Gobierno francés ofreció suministrar tecnología y equipos para incinerar en profundidad la basura de Caracas y así generar la energía que consume el sistema metro o la mitad de lo requerido para bombear el agua que consumimos." (Víctor Artis, 21-01-2006, Art. # 21403J).

La incineración según los usos del servicio es de tipo básico, ya que una vez en funcionamiento esta estrechamente ligado a satisfacer las necesidades primarias de los seres humanos (limpieza y sanidad).

5.2 Estructura del mercado actual:

En Venezuela se generan 20.000 toneladas de residuos sólidos/ día, cuyo tratamiento es responsabilidad directo de los municipios. El Artículo # 41 de La Ley Orgánica de Régimen Municipal establece diversas modalidades al respecto:

- En municipio en forma directa
- Institutos autónomos municipales, mediante delegación
- Empresas, fundaciones, asociaciones civiles y otros organismos descentralizados del municipio, mediante contrato
- Concesión otorgada en licitación pública.

Algunas estimaciones determinan que el 78% de los municipios adoptan la primera de las maneras mencionadas anteriormente, es decir como responsabilidad en forma directa.

Los municipios con poblaciones más grandes dentro de la ciudad de Caracas, lugar que origina aproximadamente 5.000 toneladas de basura diarias, han procedido a otorgar concesiones a empresas privadas con experiencia en esta área.

Tal es el caso del municipio Sucre, mercado objetivo del estudio. Este municipio esta ubicado al noreste del estado Miranda[6], tiene una población para el año 2005 de 1.104.494 habitantes según la OCEI; de los cuales más del 50% se estima pertenezcan al nivel socio-económico D y E, residiendo en alguno de los 1.453 barrios de la zona de Petare. Su manejo integral de residuos sólidos es competencia de la empresa privada Sabenpe, la cual ha originado una segmentación más especializada para recolectar óptimamente alrededor de 650 toneladas de basura diaria (y en los días críticos de la temporada navideña afirma el Gerente de Operaciones del IMAPSAS que llegan a ser 1.800 toneladas/ día). Se divide en: 3 áreas que agrupan diferentes urbanizaciones (cuya contribución monetaria es mayor: 14.000 Bs. por residencia); y otras 4 que concentran las barriadas y zonas populares (en los casos que existe un aporte es de 2.500 Bs. por vivienda), para un total de 7 zonas de ejecución[7].

La recolección ocurre: en un 37,63% de las localidades (en su mayoría pertenecientes a las 3 áreas de urbanizaciones) diariamente, 51,61% 3 veces por semana, 8,6% 2 veces por semana y por último 2,15% 1 vez a la semana.

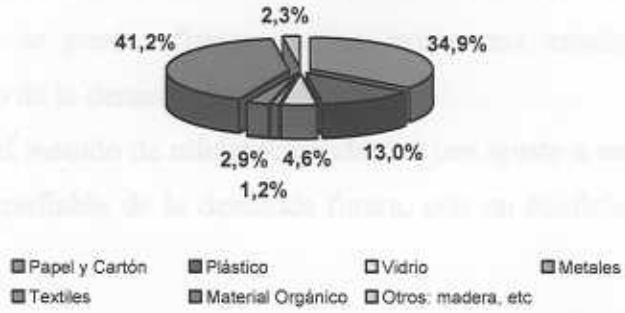
La basura municipal en Caracas tiene la conformación presentada en los gráficos que se exponen a continuación en cuanto a: 1) fuente de los residuos y 2) composición; lo cual se considerará es análogo para el municipio en análisis.

Gráfico Nº 2: Constitución de la basura según la fuente de origen

Fuente: OCEI (1.998)

[6] Ver Anexo LXXVII: Ubicación del municipio Sucre
[7] Ver Anexo LXXI: Ruta de Unidades

Gráfico Nº 3: Composición de la basura (en disposición final)



Fuente: Recovery Inc, California USA (2.002)

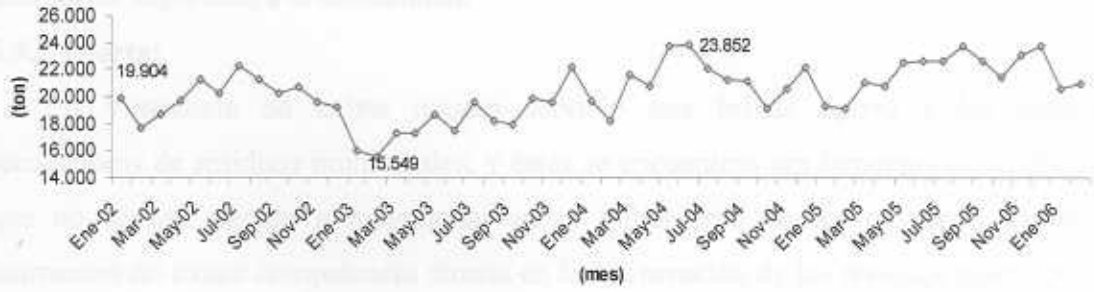
5.3 Estructura de la Demanda y Oferta:

El mercado de los residuos municipales en sucre consiste en: una cantidad de basura generada por los habitantes y visitantes de la zona que debe ser recolectada y posteriormente depositada en el relleno sanitario (demanda del servicio); y por otra parte una sola empresa responsable de cumplir con esta actividad (oferta). La ecuación de equilibrio del mercado, se ve simplificada al existir la condición de monopolio.

5.3.1 Demanda:

A continuación se presenta información suministrada por Sabenpe relacionada a las toneladas de basura recolectadas en el municipio Sucre mensualmente (a lo largo de los últimos tres años), lo cual brinda una aproximación confiable a la demanda actual del servicio[8].

Gráfico Nº 4: Volumen de basura en sucre



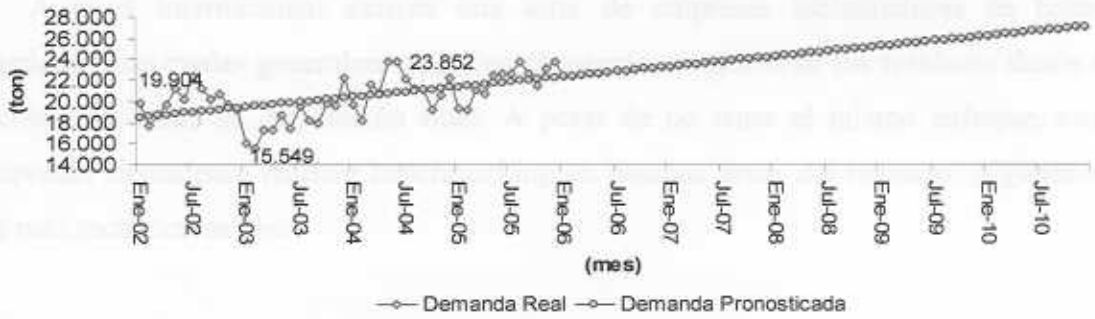
Fuente: Sabenpe

[8] Ver Anexo IX: Historial de toneladas de basura recolectada

A partir del gráfico se concluye que existe una tendencia creciente del volumen de desechos en sucre, evidenciándose en un aumento de 9,16% del año 2005 respecto al 2002. Además, se puede afirmar que no existe una estacionalidad marcada en el comportamiento de la demanda[9].

Utilizando el método de mínimos cuadrados con ajuste a una recta se puede obtener un pronóstico confiable de la demanda futura, con un coeficiente de variación igual a 0,0856[10].

Gráfico N° 5: Pronostico de los residuos municipales en sucre (2006-2010)[11]



Fuente: Elaboración Propia

Resulta claro el aumento continuo a lo largo del tiempo de la demanda del servicio, razón de peso para que Sabenpe comience a considerar la inclusión de tratamientos de los desechos que le permitan hacer más eficiente el manejo de sus recursos y brindarle una mayor seguridad a la comunidad.

5.3.2 Oferta:

En Venezuela no existe ningún servicio que brinde apoyo a las empresas recolectoras de residuos municipales, y éstas se encuentran tan inmersas en su día a día que no se han decido a incursionar en el tratamiento de los desechos. Hasta los momentos no existe competencia directa en la incineración de los residuos municipales.

[9] Ver Anexo XIV: Estacionalidad de las toneladas de basura
[10] Ver Anexo XV: Pronóstico método línea recta
[11] Ver Anexo LXIII: Pronóstico hasta 2021

En los últimos años se han empezado a tomar en cuenta los requerimientos legales relacionados al tratamiento de los desechos especiales: médicos, industriales, entre otros; y han surgido una serie de empresas incineradoras para satisfacer esta necesidad:

- CTI & C.A Incineration: sirve a diversos laboratorios, hospitales, clínicas, morgues, funerarias, dispensarios, entre otros. Están ubicados a lo largo de la Gran Caracas.
- Clean Masters: incinera diversos tipos de desechos contaminantes. Su actividad se encuentra focalizada al norte de Monagas, todo el estado Anzoátegui, al norte de Bolívar y al este de Guarico.

A nivel internacional existen una serie de empresas incineradoras de basura municipal, las cuales generalmente hacen el manejo completo de los residuos: desde su recolección hasta su disposición final. A pesar de no tener el mismo enfoque, estas empresas sirven para realizar benchmarking en muchas áreas del negocio. Algunas de las más reconocidas son:

- Spittelau, con premio en el II Congreso de Habitat: Best Practices. Resulta ideal para hacer benchmarking a nivel técnico ya que maneja cantidades de residuos equivalentes a la meta de la empresa.
- Cogersa en Asturias, España
- Ferrero Spa en Macomer, Italia
- Covanta y Wheelabrator Technologies en Florida, Estados Unidos
- Montenay Inc en Burnaby, Canada

5.4 Estudio de Comercialización:

Garantiza la prestación del servicio de incineración de los residuos sólidos municipales con especificaciones en cuanto a tiempo y lugar. Igualmente determina el monto de dinero al cual los proveedores están dispuestos a brindarlo y los consumidores a pagar por él.

5.4.1 Análisis de los precios:

Debido a la inexistencia de una entidad que preste el servicio de incineración de desechos municipales en Venezuela, resulta complicado estimar una tarifa a cobrar. El benchmarking con empresas internacionales no es una opción viable en este aspecto, ya que los costos de mano de obra, combustible y terreno son muy diferentes entre Venezuela y estos países.

Por esta razón se utiliza una metodología atípica, la cual parte de los costos operativos aproximados de Sabenpe para determinar una tarifa un 10% por debajo de los mismos. Esta solución parece bastante lógica, ya que ninguna empresa adopta una nueva tecnología que encarezca sus costos operativos.

A continuación se presenta una tabla con los costos aproximados (los montos exactos tienen carácter confidencial) de las actividades que se ven afectadas o sustituidas de implantar la incineración en Sabenpe.

Tabla N° 1: Aproximación de costos de la estación de transferencia y relleno sanitario de Sabenpe

	Fuente	Costo Aprox	Costo	Costo Total (mensual)	Costo con Incineración (mensual)	Costo Ahorrado (mensual)
Estación de transferencia	XXV Congreso de AIDIS, México 1.996 -Costos del manejo de los desechos sólidos en Latinoamérica-	5 a 17 ($/ton) **10.750 a 36.550 (Bs/ton)**	9.3 ($/ton) **20.000 (Bs/ton)**	416.000.000	0	416.000.000
Relleno Sanitario	Sabenpe	**34.000 (Bs/ton)**	**34.000 (Bs/ton)**	707.200.000	14.144.000	693.056.000
Costo Peaje	Sabenpe	**1.500 (Bs/ton)**	**1.500 (Bs/ton)**	31,200,000	624,000	30,576,000
					Costo Total Ahorrado (mensual)	1.139.632.000
					Costo Total Ahorrado (mensual/ton)	54,790

Fuente: Elaboración Propia

Para estimar los costos mensuales por toneladas de basura recolectada en sucre, se utilizó una aproximación a 20.800 toneladas/mes. La tasa de cambio con la que se realizaron los cálculos es la oficial: 2.150 Bs/$. El costo asociado a la estación de transferencia escogido responde a la tecnología ahí presente y a una estimación realizada por el Gerente de Operaciones Sr. Ramón Mora, la cual tiene correspondencia con la data presentada en el XXV Congreso de AIDIS.

Así un precio razonable es equivalente a 50.000 Bs/toneladas, ocasionando un ahorro cercano a 99.632.000 Bs/mensuales.

Es relevante acotar que no sólo el beneficio es a nivel de precios, sino también intervienen una serie de mejoras en lo factores técnicos, los cuales le dan fuerza a la viabilidad del proyecto.

Se acordará un aumento de precios acorde a la inflación del país; la estimación para un período de 5 años calculados a través de la tasa del Departamento de Finanzas de Empresas Polar[12].

5.4.2 Canales de Comercialización

La definición del canal de comercialización es muy básica, debido a que inicialmente la empresa busca ofrecerle un servicio a un cliente. Consiste en vender el proyecto a Sabenpe mediante la presentación de los resultados obtenidos en el Trabajo Especial de Grado, exponiendo la relación ganar-ganar esperada para las empresas. En este aspecto, adquiere gran importancia la parte financiera.

Igualmente resulta determinante la participación de las entidades gubernamentales del municipio sucre en esta etapa, valorando una visión más global del negocio:

- Medio Ambiente: mejora del cumplimiento de los estándares ambientales para los procesos relacionados al manejo integral de los residuos municipales.
- Seguridad de la Comunidad: disminución en el riesgo de emanación espontánea de gases tóxicos provenientes de la basura sin tratamiento en la zona de Filas de Mariche.
- Relleno sanitario: aumenta la vida útil del relleno sanitario al depositarle menor volumen de basura –en la ciudad de Caracas este factor es muy importante, ya que cada vez se hace más complicado conseguir tierras ociosas, a las cuales se les pueda dar esta utilidad.-

El instrumento de cierre del negocio perseguido es un contrato por la misma cantidad de años que permanezca vigente la licitación otorgada a Sabenpe (hasta el 2014) y poder garantizar al máximo el retorno de la inversión.

[12] Ver Anexo LXXVIII: Comportamiento de precios por ajustes inflacionarios

5.5 Estudio de Marca:

Se basa en tres aspectos principales, los cuales tienen un impacto muy relevante en la percepción del cliente hacia la compañía: selección del nombre, imagen de la marca e integración mercadotécnica

Las características de mayor peso para el cliente, extraídas de las numerosas vistitas que le fueron efectuadas se resumen en: responsabilidad, mejora continua, efectividad y ecología; las cuales deben reflejarse claramente en la marca desarrollada.

El nombre escogido A^{+}Zona; pretende hacer recordar A^{+} como la búsqueda del mejor resultado, destacarse, hacer las cosas con excelencia. Por otro lado el juego de palabras hace sentido hacia el lado ecológico al leerlo suena: Amazonas; fuente de riquezas ecológicas, aire limpio, vegetación, es decir el máximo representante de recursos naturales.

La imagen con el nombre en el negro, busca destacar y demostrar profesionalismo-determinación; mientras los colores de la figura acompañante recuerdan el compromiso ambiental de la empresa: azul, amarillo y verde.

Figura N° 8: Logo de A^{+}Zona

Fuente: Diseñadora María Fernanda Lairet

La integración mercadotécnica se resume en 5 P´s:

Producto: satisface la necesidad de reducir la cantidad de boquetas transportando basura desde Filas de Mariche hasta La Bonanza y disminuye los riesgos de descomposición de la basura en la estación de transferencia.

Precio: reduce los costos operativos de Sabenpe, buscando ahorros sustanciosos y posibles inversiones para mejorar las actividades de recolección de los desechos en el municipio.

Plaza: facilidad para comercializar el servicio, incremento en la seguridad de recuperar la inversión o gran parte de esta al atar el negocio con un contrato por un período de tiempo.

Portafolio: manejo de un portafolio sencillo con un único servicio y grandes posibilidades de ampliarlo, sin implicar impactos trascendentales en el ámbito técnico.

Promociones: creación de campañas masivas educativas en temas ambientalistas para lograr conexión con los habitantes del municipio Sucre, ya que son entes activos en el ciclo de la basura: adquieren un rol protagónico en la fase de generación. Apalancamiento en innovación, tecnología y optimización de recursos para generar valor al cliente.

5.6 Análisis DOFA:

FORTALEZAS	DEBILIDADES
1- No existe competencia en el mercado venezolano, es decir ser la primera empresa con esta tecnología en el manejo de desechos municipales. 2- No existen riesgos en la demanda del servicio, ya que es básico: siempre existirá la generación de basura. 3- Escasez de tierras en las cercanías a la zona metropolitana, produciendo dificultades para el desarrollo de nuevos rellenos sanitarios y creando una tendencia a migrar hacia otras formas de tratar los desechos.	1- Falta de conocimiento por parte de la población venezolana sobre la incineración. 2- Altos montos de inversión inicial. 3- Falta de mano de obra calificada en la actividad.
OPORTUNIDADES	**AMENAZAS**
1- Penetrar el mercado a nivel local (otros municipios de la ciudad de Caracas). 2- Ingresar en el campo de incineración de otro tipo de desechos: médicos, industriales, entre otros. 3- Crear alianzas estratégicas con empresas internacionales para poder generar un intercambio de información y una relación ganar-ganar. 4- Conseguir préstamos con condiciones preferenciales a través de instituciones que buscan el desarrollo social y ambiental de los países como son: la CAF y el Banco Mundial. 5- Aprovechar los residuos provenientes de la incineración, transformándolos en productos con valor comercial, por ejemplo: con las cenizas se han desarrollado materiales para la industria de la construcción y a partir de los gases se puede obtener HCl y NaCl.	1- Situación política-económica dentro del país: control cambiario. 2- Posibles protestas de grupos anti-incineración. 3- Las tarifas domesticas fijas propuesta por el gobierno, ya que restringen los ingresos en el sector.

Capítulo VI

Estudio Técnico

En este capítulo se definen los procesos que deben efectuarse para obtener como resultado el servicio de incineración. Contiene un análisis de tecnologías, localización de la planta, marco legal, dimensiones del proyecto, entre otros.

6.1 Requisitos del proyecto:

Para la basura poder ser incinerada debe cumplir dos requerimientos:

- El poder calorífico inferior debe ser superior a los 6 MJ/Kg.
- La producción de basura debe ser estable a lo largo del año, lo cual resulta evidente al observar los gráficos de demanda en el capítulo anterior.

6.1.1 Determinación del poder calorífico:

El poder calorífico inferior es la cantidad de energía que un gramo de materia puede desprender mediante una reacción química de oxidación, sin aprovechar la cantidad de energía de la condensación del agua.

Para calcularlo se utilizaron dos métodos:

- El primero se basa en los valores de humedad, combustible y cenizas de la mezcla de basura, calificando para la incineración cuando la humedad y las cenizas son menores a 50% y 60% respectivamente y el combustible mayor a 25%. Su fundamento es el triángulo de Tanner[13].
- El segundo parte del estudio de la composición de los residuos municipales y de los valores estándar referentes al poder calorífico sin cenizas ni agua (los cuales se encuentran en tablas registrados y son encontrados en laboratorios especializados)[14]. Posteriormente se calcula el poder calorífico inferior de cada parte y finalmente el de la mezcla, siendo los residuos aptos para incinerar de 6MJ/Kg. en adelante.

[13] Ver Anexo XVI: Triángulo de Tanner
[14] Ver Anexo XVII: Valor Calorífico Estándar

Para los desechos municipales de la ciudad de Caracas, tomando como referencia el estudio acerca de la composición de los residuos en el sitio de disposición final los resultados del análisis de ambos métodos son positivos:

Tabla N° 2: Análisis del poder calorífico inferior de los RSM en la ciudad de Caracas

		Fracción Base -Método 1-				Método 2	
	Composición	% Humedad	% Sólidos	% Cenizas	% Combustible	Hawf (KJ/Kg)	Hinf (KJ/Kg)
Material Orgánico	41,2	66,0	34,0	13,3	20,7	17.000	1.905,3
Papel y Cartón	34,9	47,0	53,0	5,6	47,4	16.000	6.434,9
Vidrio	4,6	3,0	97,0	97,0	0,0	0	-73,4
Plástico	13,0	29,0	71,0	7,8	63,2	33.000	20.147,0
Metales	1,2	6,0	94,0	94,0	0,0	0	-146,7
Otros:madera	2,3	35,0	65,0	5,2	59,8	17.000	9.310,3
Textiles	2,9	33,0	67,0	4,0	63,0	20.000	11.793,2
TOTAL		**49,3**	**50,7**	**14,3**	**36,4**		**6.189,8**

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Hinf = Hawf * C – 2245 * W (KJ/Kg), siendo C la fracción de combustible en la mezcla y W la de humedad.

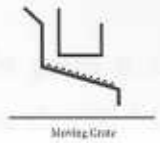
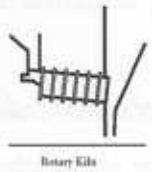
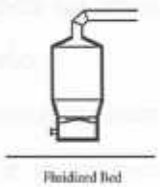
6.2 Tecnologías de Incineración:

El centro de una planta de incineración es la cámara de combustión, la cual puede operar de dos formas principales, con:

- Residuos previamente tratados: involucra la reducción, triturado y separación manual de los desechos, lo cual es una complicación operativa. Por esta razón el procesamiento de este tipo de residuos es bastante limitado, siendo su aplicación una buena alternativa para tipos especiales de desechos industriales (por ejemplo en Japón). Teóricamente es utilizado con el incinerador de lecho fluidizado.
- Residuos "como recibidos": no requiere aplicaciones de procedimientos previos. Satisfacen los requisitos técnicos de los sistemas de incineración en masa.

El siguiente cuadro resume los tipos de tecnología de incineración estudiados como opción para el proyecto (los más comunes mundialmente), marcando el camino para decidir cuál es el más idóneo:

Tabla N° 3: Tipos de tecnología de incineración

Nombre	Concepto	Ventajas	Desventajas	Ilustración
Sistemas de parrillas movibles	Sistema convencional de incineración en masa. Consiste en una parrilla para transportar los residuos a través del horno y desencadenar el proceso de combustión a través de agitación, distribución pareja de los desechos y mezclado con aire. Las paredes del horno están fabricadas con material refractario o con un sistema de refrigeración a base de agua.	- No requiere que los desechos sean sometidos a tratamiento previo. - Tecnología probada ampliamente en RSU. - Puede lidiar con variaciones considerables en cuanto a composición y poder calorífico de los desechos. - Cada horno puede llegar a tener capacidades de hasta 1.200 ton/diarias.	- Costos de inversión inicial y de mantenimiento relativamente altos.	
Horno Rotatorio	Sistema menos común de incineración en masa. Consiste en un cilindro rotatorio inclinado, el cual transporta los residuos a través del horno. La retención de gases es demasiado corta, no pudiendo completarse la reacción dentro del cilindro; debiendo ser conectado a una cámara de combustión anexa.	- No requiere que los desechos sean sometidos a tratamiento previo. - Puede lidiar con variaciones considerables en cuanto a composición y poder calorífico de los desechos.	- Tecnología menos común. - Costos de inversión inicial y de mantenimiento relativamente altos. - La capacidad máxima del cilindro es de 480 ton/ diarias.	
Lecho Fluidizado	Dispositivos simples que consisten en un contenedor recubierto con materiales resistentes al calor y que contienen partículas granulares inertes. El proceso consiste en hacer circular una corriente de aire, fluidizar el lecho, el cual se expande hasta dos veces su volumen en reposo. La acción hirviente del lecho provoca turbulencia y favorece a la mezcla. Cuando se pone en funcionamiento se utiliza combustible auxiliar para subir la temperatura del lecho hasta la temperatura operacional.	- Costos comparativamente bajos en cuanto a mantenimiento, por la simplicidad del diseño.	- No esta probado ampliamente en residuos sólidos municipales. - Demandas estrictas en cuanto a composición y tamaño de la basura, la cual usualmente requiere ser tratada previamente.	

Fuente: Elaboración Propia

A partir del análisis de las ventajas y desventajas de los diferentes tipos de tecnología de incineración resulta claro escoger el sistema de parrillas movibles por razones como: capacidad del horno (para satisfacer las necesidades del municipio Sucre se debe tener una capacidad instalada de 1.400 toneladas/ diarias) y funcionalidad (con la facultad de manejar la heterogeneidad de los residuos).

6.3 Recuperación de Energía:

La energía es liberada por el horno de incineración en forma de gases a una temperatura de 1.000 a 1.200 ° C, los cuales deber ser enfriados a menos de 200 ° C a través de calderas o cámaras de combustión en cascada para poder ingresar a los equipos de limpieza. Este proceso genera vapor o agua caliente.

El agua caliente puede utilizarse para aplicaciones industriales a baja temperatura o para calefacción central; mientras el vapor es más versátil porque puede utilizarse para calefacción y para generar energía eléctrica.

Los sistemas de recuperación de energía representan una actividad económica adicional para cualquier planta de incineración; ya que la energía recobrada puede servir para usos propios y de existir un excedente ser vendida.

Al mismo tiempo la recuperación de calor también disminuye la suma de la inversión inicial y gastos operativos del mecanismo para la depuración de gases.

6.4 Sistemas de control ambiental:

La incineración trae como consecuencia la producción de diversas emisiones gaseosas, partículas, rechazos sólidos y efluentes líquidos; los cuales tienen un impacto ambiental dependiendo de la tecnología de control utilizada para gestionarlo.

Existen instrumentos para medir el desempeño de los sistemas de control ambiental, los cuales son básicos para el funcionamiento exitoso de una planta de incineración. Usualmente no se requiere de equipos externos: controles propiamente ajustados de combustión, quemadores, diseños del horno y monitoreo de gases; son suficientes para cumplir los estándares establecidos[15].

Por ser una planta de incineración, los decretos y normas que se deben cumplir a la hora de los procesos son: La Constitución Bolivariana de Venezuela (-Capítulo IX. De

[15] Ver Anexo XXV: Tabla de inspección para el control de emisiones

los derechos ambientales-), Ley Orgánica del Ambiente, Ley Penal del Ambiente, Decreto N° 638: Normas sobre la Calidad del Aire y Control de la Contaminación Atmosférica, Ley de Residuos y Desechos Sólidos y Decreto 2266: Manejo de Desechos Sólidos.

6.4.1 Sistema para el control de la contaminación del aire:

Los gases producto de la incineración contienen residuos contaminantes, dentro de un amplio rango dañino, a causa de la combustión incompleta. Existen partículas en forma de polvo, y gases como el HCl, HF, SO_2, Hg y NO_x que deben ser removidos a través de tecnología avanzada[16]. Algunas incineradoras han encontrado utilidad comercial para ciertos fluidos ácidos recuperados de los gases provenientes de la incineración[17].

Existen dos tipos de medidas que deben ser consideradas para el control de la contaminación del aire:

- Medidas Primarias: iniciativas que previenen la formación de agentes contaminantes, como: retención por períodos de tiempo (mínimo) establecidos de los gases a altas temperaturas con un contenido de oxígeno apropiado, mezclado y recirculación intensa de gases, entre otras; las cuales están atadas al diseño del mecanismo de incineración. El indicador utilizado para medir la eficiencia del proceso de combustión es el contenido de CO y TOC (carbono orgánico total sin CO).
- Medidas Secundarias: involucran sistemas de control, cuyas características son que: precipitan, adsorben, absorben y transforman los contaminantes. Su selección depende de los estándares y límites permitidos en la normativa de cada país.

6.4.1.1 Normativa para el control de la contaminación del aire:

En Venezuela existen normas y decretos formulados por los entes legales para mantener control sobre el nivel de contaminación en el ambiente. Toda empresa que afecte el mismo debe cumplir cada uno de estos requerimientos para poder trabajar.

---

[16] Ver Anexo XXIV: Contaminantes
[17] Ver Anexo XXX: Productos comerciales de gases ácidos

La concentración permitida de sustancias contaminantes en los gases, después de la depuración se recoge en la siguiente tabla:

Tabla N° 4: Estándares de sustancias contaminantes en gases

Contaminante	Límite (mg/Nm^3)	Observación
Dióxido de Carbono	50	
Monóxido de Carbono	50	unidades en p.p.m
Acido Clorhídrico	50	
Acido Fluorhídrico	2	
Óxido de Azufre	100	
Óxido de Nitrógeno	200	
Partículas	150	Residuos mayor 15 ton/h
Metales Pesados	0,05	
Dioxinas	0,1	

Fuente: Decreto N° 638

Nota: mg/Nm^3 medida en condiciones estándar: 0° C, 1 atm, 0% H_2O y 11% O_2.

Para verificar el cumplimiento de estos estándares el Decreto N° 638 en su Artículo 7 establece: "La determinación de contaminantes del aire podrá ser realizada por los métodos de muestreo, períodos de medición y métodos analíticos, que se señalan a continuación (...)", es decir que la normativa establece la forma en que se deben registrar las emisiones[18].

6.4.1.2 Selección del sistema para el control de la contaminación del aire:

El sistema para el control de la contaminación del aire que cumple los requerimientos establecidos en la ley es el avanzado; ya que es el único que considera el control de emisión de NO_2, metales pesados y dioxinas, alcanza los niveles fijados en HF y SO_2 y libera concentraciones menores a las señaladas de los otros compuestos[19].

Existen dos tipos de sistemas principales dentro de los avanzados en cuanto a la forma de tratar los gases: húmedos y secos. Debido a una mejor eliminación de residuos tóxicos por parte de los húmedos, estos son los escogidos. El producto final de esta tecnología es agua con sales, las cuales deben recibir tratamiento antes de ser descargadas en el receptor final.

[18] Ver Anexo XXIV: Pruebas para el control de emisiones y Anexo XXVII: Métodos analíticos para el control de emisiones

[19] Ver Anexo XXVI: Estándares de emisión de partículas

El diseño de este método incluye los siguientes equipos: precipitador electroestático, precipitador de dos etapas, filtro de dioxinas y equipo de reducción catalítica selectiva.

6.4.2 Sistema para el control de la contaminación por otros residuos de la incineración:

Existen otros tipos de productos contaminantes provenientes de la actividad incineradora. Básicamente son efluentes líquidos y residuos sólidos.

6.4.2.1 Características de los efluentes líquidos:

- **Origen y composición:** surgen una o dos vertientes de efluentes líquidos como resultado de la remoción de HCl y SO_2 a través de los métodos húmedos. El tratamiento de las aguas ácidas generan la formación de sedimentos hidróxido/ TMT, siendo removidos en un tanque de decantación. Mientas que la eliminación de SO_2, origina una especie de fango formado por ($CaSO_4$*$2H_2O$). Ambas tortas pesan aproximadamente de 1,1 Kg. a 1,3 Kg. por tonelada de residuos incinerada.
- **Remoción:** Ambos sedimentos pueden ser utilizados en su forma original para humedecer las cenizas y depositarlas en conjunto en el relleno sanitario El agua tratada, por su condición líquida puede ser bombeada fácilmente para ser reutilizada dentro de la planta.
- **Normativa para el control de la contaminación del agua:**
  Los límites fijados por la norma serán cumplidos a través de un procedimiento de neutralización, floculación, seguido de una decantación y finalmente el paso a través de un filtro. La Ley Orgánica del Ambiente establece las siguientes limitaciones respecto a los efluentes líquidos[20]:

[20] Ver Anexo XXXIII: Tratamiento de agua

Tabla N° 5: Estándares de compuestos en efluentes líquidos

Contaminante	Límite
Sólidos rápidamente sedimentables	10 mg/l
Temperatura inferior	40° C
PH	6-11
Grasas	150 mg/l
Sulfatos(SO4)	1.000 mg/l
Cloruros	3.000 mg/l
Aluminio (Al)	20 mg/l
Cadmio (Cd)	0,5 mg/l
Cobre (Cu)	3 mg/l
Cromo total (Cr)	5 mg/l
Cinc (Zn)	5 mg/l
Estaño (Sn)	2 mg/l
Hierro (Fe)	1 mg/l
Manganeso (Mn)	2 mg/l
Niquel (Ni)	5 mg/l
Plomo (Pb)	1 mg/l

Fuente: Ley Orgánica del Ambiente

6.4.2.2 Características de los residuos sólidos:

- **Origen y composición:** existen tres tipos de residuos sólidos principalmente: las cenizas volantes (comprenden del 2 al 3 por ciento en peso de los desechos), las escorias mineralizadas (conforman del 20 al 25 por ciento en peso de los residuos) y los residuos sólidos urbanos que se mantenga por una parada.

  Las cenizas volantes son las partículas incombustibles más finas y están contenidas en los gases. Provienen del proceso de combustión y de la evaporación de ciertos compuestos dentro de los sistemas de limpieza de gases. Están formadas por material inerte, partículas de minerales, varias sales solubles (como NaCl) y compuestos de metales pesados ($CdCl_2$).

  Las escorias mineralizadas son el producto primordial de la incineración. Sus componentes primarios son metales, vidrio y constituyentes minerales de los residuos urbanos. Algunas sales pueden ser encontradas como NaCl. Los materiales incinerados de manera incompleta también forman parte de este residuo.

Los residuos sólidos en caso de parada permanecerán en la fosa, no permitiendo un plazo mayor a 3 días.

- **Remoción:**

  Las cenizas volantes son removidas del hervidor y precipitador electroestático para recolectarlas, humedecerlas con agua o con los sedimentos de los efluentes líquidos y transportarlas al relleno sanitario de La Bonanza. Este procedimiento se hace para prevenir la generación de polvo.

  Las escorias son removidas del final de la parrilla gracias a la gravedad y luego enfriadas con un baño de agua. Los sobrantes de agua de esta operación pueden ser utilizados para el tratamiento húmedo de los gases. Posteriormente son transportadas en conjunto con las cenizas voladoras al relleno sanitario de La Bonanza.

- **Normativa para el control del depósito de residuos sólidos:**

  Es competencia de la empresa operadora del relleno sanitario brindar seguridad ambiental en este sitio. La Bonanza es el relleno sanitario más avanzado de Venezuela, brindando las condiciones óptimas para no generar inconvenientes ambientales: posee mecanismos para el control de la contaminación de suelos, aguas y aire.

6.4.3 Otros efectos ambientales:

Existen otros impactos sobre el ambiente producto de la instalación de una planta de instalación:

6.4.3.1 Olores:

Provienen en su mayoría del foso de almacenamiento de residuos. Muchas veces la basura permanece algunos días en la fosa antes de ser alimentada al horno, produciendo la descomposición en condiciones anaeróbicas de los residuos y emitiendo olores desagradables. Por esta razón el área de la fosa debe encerrarse con paredes y techo.

El aire para el proceso de combustión debe ser aspirado por medio de extractores en el techo de esta sección.

En cuanto a la chimenea, no existen olores como consecuencia de las altas temperaturas de combustión y post-combustión, las cuales aseguran la eliminación de los compuestos orgánicos malolientes presentes en los gases.

6.4.3.2 Ruidos -Contaminación sonora-:

Existen dos fuentes de generación de ruido: el transporte y las operaciones de la planta. El ruido causado por el transporte pesado de los residuos urbanos y luego de los productos de la incineración al relleno sanitario; es perfectamente permisible en zonas de carácter industrial. Las operaciones de carga y descarga no influyen en este ámbito, ya que se realizan en un lugar cerrado: la fosa.

Todos los equipos involucrados en el proceso de incineración, se encuentran dentro del un edificio lo que amortigua los ruidos ocasionados por las emisiones y el proceso. El edificio debe considerar el uso de paredes que reduzcan y absorban los ruidos En los casos necesarios se debe incluir el uso de dispositivos silenciadores.

6.5 Localización de la planta:

Conversaciones previas con Sabenpe indican la apertura por parte de la empresa a otorgar en condición de préstamo parte de sus terrenos para el desarrollo de la planta de incineración, en caso que el estudio financiero demuestre la rentabilidad deseada del proyecto. Fila de Mariche es el lugar idóneo para implementar este proyecto ya que:

- Es una zona industrial.
- Posee proximidad a la fuente de generación de desechos; además de tener la experiencia con el transporte a esta zona. Largas distancias serían económica y ambientalmente insostenibles.
- Tiene fácil acceso a vías principales.
- Satisface los requerimientos en cuanto a servicios, ya que la planta presenta las mismas necesidades que una industria.
- El terreno es amplio.

6.6 Layout de la planta:

Una condición vital para el éxito del proyecto es optimizar la utilización del espacio disponible; considerando el reto que existe debido al tamaño de los equipos. Dentro de las instalaciones de Sabenpe en Fila de Mariche el área libre es de 6.400 m^2.

Para la construcción de la planta se requiere un área de 2.691 m^2 (58,5m*46m) y para el edificio de oficinas administrativas 150 m^2 (15m*10m); quedando un sobrante importante para ampliaciones futuras[21].

Con la finalidad de lograr una mayor versatilidad se plantea la disposición de dos líneas de incineración independientes con capacidad de 30 toneladas/ hora aproximadamente y dimensión de 4,56m de ancho por 7 m de largo; siendo necesario un espacio de separación de 5m entre ellas. La planta contiene un almacén de mantenimiento, en el cual se guardan todos los equipos y compuestos químicos de uso en la planta; y un baño para los obreros y supervisores[22].

El área administrativa consta de ocho oficinas, una por cada unidad operativa fuera de planta: Investigación y Desarrollo, Recursos Humanos, Operaciones, Calidad y Control Ambiental (en un mismo espacio físico, dispuestos en forma de dos cubículos), Finanzas, Legal, Relaciones Públicas y La Gerencia General.

6.7 Requerimientos de equipos:

Para el funcionamiento de la planta de incineración es necesaria la adquisición de una serie de equipos especializados y de oficina, tal como se presenta en la siguiente tabla resumen:

[21] Ver Anexo XXIII: Ubicación de la planta
[22] Ver Anexo XIX: Diagrama de Flujo

Tabla N° 6: Equipos necesarios

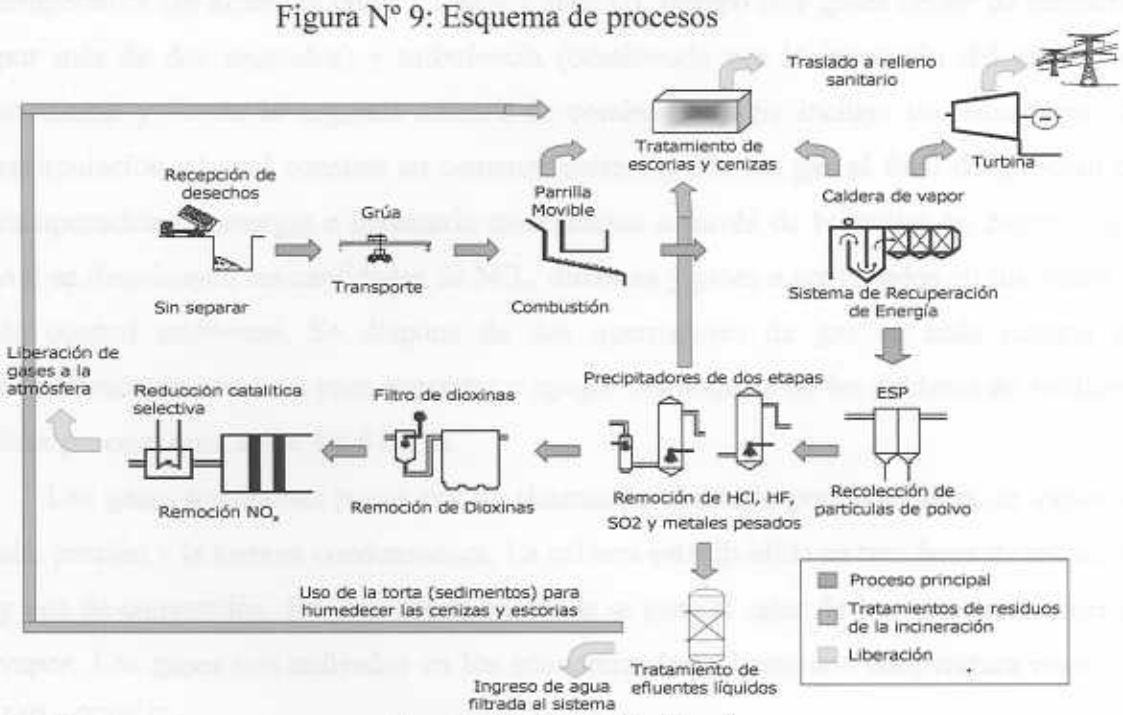
Equipos	Cantidad	Equipos	Cantidad
Equipos de Oficina		Equipos del Proceso	
Escritorios	12	Grúas de Pórtico	2
Computadoras	12	Hornos de Combustión	2
Fax, Impresora, Escáner	3	Sistema de Recuperación de Energía: Caldera, Turbina y Generador	2
Teléfonos	8	Torre de Enfriamiento	2
Sillas Ergonómicas	12	ESP	2
		Depurador de gases a dos etapas	2
		Filtro de dioxinas	2
		Equipo de RCS	2
		Quemadores de gas	4
		Limpiarrejas automático curvo	1
		Tamiz Rotativo	1
		Decantador Lamelar	1

Fuente: Elaboración Propia

6.8 Descripción detallada de los procesos:

Las actividades de la empresa comienzan con la llegada de los residuos urbanos a la planta y terminan con la humidificación de las cenizas volátiles y escorias para ser transportadas a La Bonanza. Un esquema resumen se presenta a continuación[23]:

Figura N° 9: Esquema de procesos



Fuente: Elaboración Propia

[23] Ver Anexo XXI: Diagrama de procesos

Las actividades dependiendo de su funcionalidad dentro de la planta de incineración se agrupan en cinco categorías: pre-tratamiento, combustión, recuperación de energía, depuración de gases y tratamiento de otros residuos.

La fase de pre-tratamiento es muy sencilla, ya que el sistema de incineración escogido así lo permite. Consiste en recibir los desechos trasportados por el camión recolector para arrojarlos en la fosa, e insertarlos mediante el empleo de una grúa de pórtico a través de la tolva en el horno.

El diseño de sus elementos determina la calidad de la combustión. Las parrillas cumplen labores de transporte, mezclado y suministro de aire para la oxidación primaria de los residuos. Buscando mejorar este aspecto se divide el dispositivo (de 4 a 6 segmentos) para insertar el compuesto uniformemente[24]. Conforman la parte inferior de la cámara de combustión. El resto del equipo es construido con material refractario y grandes alturas. Tres elementos son claves para el desempeño de la segunda oxidación: temperatura (se alcanzan entre 1.000 y 1.200° C), tiempo (los gases deben de retenerse por más de dos segundos) y turbulencia (ocasionado por la inyección del aire en el comienzo y fin de la segunda cámara de combustión). Se incluye un mecanismo de recirculación, el cual consiste en contener entre 1 y 5% del gas al final del proceso de recuperación de energía e inyectarlo nuevamente a través de boquillas en contra-flujo. Así se disminuyen las cantidades de NO_x, dioxinas y gases a ser tratados en los sistemas de control ambiental. Se dispone de dos quemadores de gas en cada cámara de combustión de residuos para encender y apagar los hogares de las calderas de residuos. Este proceso dura entre 4 y 6 horas.

Los gases resultantes pasan por un sistema conformado por: la caldera de vapor de alta presión y la turbina condensadora. La caldera esta dividida en tres fases de radiación y una de convección. En esta última es donde se pasa el calor de los gases residuales al vapor. Los gases son enfriados en los economizadores hasta una temperatura entre los 160 a 220° C.

El vapor sobrecalentado se expande en la turbina, transformando su energía en energía cinética, la cual a su vez es modificada en electricidad por el generador.

[24] Ver Anexo XXII: Dibujos Parrillas de Hornos

El exceso de calor restante del vapor (a baja presión) es convertido en agua caliente mediante el intercambiador de calor y pasado a la red de calentadores de la ciudad o enfriado.

Se debe considerar que la caldera diseñada operará en conjunto con un horno incinerador, para evitar daños operativos como erosión y corrosión: permitiendo una temperatura máxima del vapor cercana a los 440° C y una presión de 40 bar. La temperatura del agua que vuelve a la caldera (agua de alimentación) conviene mantenerse entre 125 y 130° C con la finalidad de evitar los riesgos de alcanzar bajas temperaturas propicias para la corrosión.

En resumen, la recuperación de energía descrita es conocida como el ciclo Ranking. Consta de:

- Compresión isoentrópica (bomba)
- Adición de calor constante (caldera)
- Expansión isoentrópica (turbina)
- Rechazo de calor constante (condensador)

El resultado se traduce en energía eléctrica (producción neta de 25 KWh por tonelada de basura incinerada) y una temperatura adecuada para el tratamiento de los gases de combustión por los sistemas depuradores.

El sistema de limpieza de gases se compone de cuatro elementos:

- El precipitador electrostático (ESP) funciona bajo el principio de la atracción electrostática. Se aplica un voltaje negativo a los electrodos de descarga, generando un campo magnético, el cual causa que las partículas de los gases al atravesarlo se carguen negativamente. Por su carga, las partículas son atraídas hacia el electrodo colector con toma de tierra. Finalmente son removidas mediante la vibración mecánica de las placas. Estos equipos pueden tener más de un campo magnético a controlar de forma independiente. Por la relación precio-valor se busca un diseño con dos campos, ya que también reduce la concentración de metales pesado (menos Hg).

- Para poder llevar a cabo la fase de limpieza de los gases es necesario disminuir la temperatura de los gases de 200° a 55° C, mediante el rocío de agua. El lavado de dos etapas consiste primero en añadir agua a los gases, para disminuir las concentraciones de los ácidos (HCl y HF). La baja concentración del pH favorece a la absorción del Hg. Luego estos gases pasan a un segundo baño, donde reaccionan con $CaCO_3$ para formar $CaSO_4*2H_2O$ y reducir las concentraciones de SO_2.
- Los fluidos resultantes son calentados para atravesar un filtro de mangas, después de añadirles una mezcla de cal (CaO) con carbón activado. Las bolsas colocadas en forma paralela y llenas de polvo remueven las dioxinas y el Hg. hasta los valores límites establecidos en los sistemas de control avanzado. Adicionalmente logra disminuir aún más la presencia de polvo, metales pesados, HCl, HF y SO_2.
- Finalmente el NO_x es controlado mediante un equipo de reducción catalítica selectiva. Se hace la inserción de amoníaco en los gases y se pasan por un catalizador; para generar N_2 y agua. Estos gases no son dañinos para el ambiente, y pueden ser liberados por las chimeneas.

El tratamiento de otros residuos esta relacionado a los efluentes líquidos y a los residuos sólidos (cenizas volátiles y escorias).

Las aguas provenientes de la limpieza de los gases deben ser neutralizadas – añadiendo $CaCO_3$ hasta pH 2.5 y continuarlo con $Ca(OH)_2$ hasta pH 8 o 9. El Hg sólo es removido a las expensas de otro compuesto TMT 15. Posteriormente son floculadas por un agente ($FeSO_4$) y pasan a un tanque de sedimentación; donde los metales pesados y el Hg precipitan formando un lodo, el cual es extraído por una prensa de filtro para ser utilizado como tratamiento de los residuos sólidos (humedecer las cenizas y escorias). Por último el agua es filtrada para ser descargada a una fuente natural o ser reutilizada en la planta.

6.9 Mantenimiento:

Para garantizar el funcionamiento y seguridad de la planta de incineración se requiere prestar especial atención a la limpieza y cuidado de las instalaciones. Es obligatorio llevar un registro eficiente, incluyendo: especificaciones y dibujos de la maquinaria, emisiones, cantidades de basura y data operacional (temperaturas, eficiencias y presiones).

Existen factores determinantes para asegurar el funcionamiento continuo de las actividades: traslado periódico de los residuos al relleno sanitario mediante transporte especial, proveedor con gran capacidad de respuesta (cortos tiempos de entrega para repuestos) y disponibilidad de productos de uso frecuente (cal, aceite y lubricantes).

Manuales operativos y de procedimientos deben ser preparados para todas las actividades claves, con el objeto de ser suministrados a todos los supervisores y obreros de la planta. Incluso se deben desarrollar planes de contingencia en caso de accidentes o falla de equipos. Como parte del contrato se debe obligar a los fabricantes de las máquinas a preparar documentación con las especificaciones de uso, mantenimiento y qué hacer en caso de insuficiencias. Idealmente sirven de base para definir el plan integrado de procedimientos en la totalidad del sistema.

6.10 Manejo integral del recurso humano:

6.10.1 Requerimiento de Personal:

El personal requerido para una planta de incineración debe poseer habilidades, capacidades y conocimientos según el departamento para el cual sirva dentro de la organización (Capítulo II: Perfil de Negocio). Sin embargo todos los trabajadores deben demostrar respuestas positivas ante situaciones de estrés.

Las necesidades de recurso humano se sintetizan en la siguiente tabla:

Tabla N° 7: Requerimientos de personal para una empresa incineradora

Empleado	Número de Personas	Habilidades Básica Requeridas	Cursos Adicionales Requeridos
Finanzas, directores y gerentes (Personal Administrativo)	12	Habilidad para el manejo de documentación, con experiencia.	Manejo de relaciones publicas y sistemas informáticos.
Operadores de Planta	≥9	Conocimiento de los procesos y equipos	Operaciones de la planta y seguridad laboral
Operadores de Grúa	≥6	Experiencia en manejo de maquinas	Conocimiento de residuos sólidos.
Supervisores	≥4	Habilidad para la planificación y gerencia. Experiencia con operaciones de plantas.	Operaciones de la planta y primeros auxilios.
Mecánicos	≥5	Capacitado en equipo y soldadura	Primeros Auxilios
Electricistas	≥2	Conocimiento sobre electricidad.	Primeros Auxilios
Trabajadores Generales	18	Trabajo especifico	Primeros Auxilios

Fuente: Elaboración Propia

6.10.2 Higiene y Seguridad Ocupacional:

La seguridad e higiene ocupacional es una obligación que la ley impone a patrones y a trabajadores, siendo responsabilidad de ambos velar por el correcto funcionamiento de las actividades que se realizan. La empresa está obligada a brindar el equipo necesario de seguridad como: lentes, cascos, guantes, botas; e instruir al personal acerca de la importancia y casos para su utilización; al mismo tiempo es responsabilidad de la organización capacitar al personal operativo acerca del uso correcto de la maquinaria, y cómo hacer para prevenir potenciales accidentes. Es derecho y deber del trabajador velar por su seguridad e informar a los gerentes de planta acerca de hechos irregulares relacionados con este tema tan importante.

Generar conciencia en los empleados se logra mediante charlas informativas, simulacros, talleres, entre otros, para captar el interés de los trabajadores acerca de este tema; estos tipos de programas siempre son apoyados y asesorados por la directiva de la empresa. Mediante una campaña visual en la cual se pongan en evidencia tanto las acciones correctas como las incorrectas, se pretende fomentar los buenos hábitos en este aspecto. Una cartelera con fotos es el instrumento utilizado con esta finalidad.

6.11 Tamaño del Proyecto:

Este aspecto es limitado por las características del proyecto, ya que existe una serie de relaciones que restringen su manipulación, siendo las de mayor relevancia:

- La demanda: es obligatorio que la empresa tenga la posibilidad de responder a la demanda del servio por parte de Sabenpe. Ninguna cantidad de basura puede quedarse sin tratamiento. En este sentido, el diseño se propuso tomando en cuenta los pronósticos de basura (cuyo valor máximo es 37.833 toneladas para Diciembre del 2021) y realizando benchmarking con otras empresas. El resultado es la instalación de dos líneas de combustión con una capacidad superior a 40.000 toneladas/ mes.
- La tecnología: para emplear este tipo de técnica es necesario garantizar la recepción de mínimo 50.000 toneladas de basura anual y una variación no mayor al 25% mensual. Ambas condiciones se cumplen por un amplio rango justificando su uso: en el año 2005, se recolectó un total de 979.112 toneladas/ año y la variación mayor entre meses fue igual a: 21,2% (entre Febrero y Diciembre).

Capitulo VII

Estudio Económico-Financiero

Los costos de la planta de incineración dependen básicamente de factores como: el diseño de la planta, su tamaño, infraestructura y la posibilidad de recuperar energía. Es recomendable proyectar los estados financieros para este tipo de proyectos con un horizonte de 15 a 20 años.

7.1 Cálculo de la tasa de inflación:

La estimación de la tasa de inflación fue obtenida gracias a la información suministrada por el Departamento de Finanzas de Empresas Polar hasta el año 2.010, con valores reales de los meses de Enero, Febrero y Marzo del 2.006 (BCV). Del año 2.011 en adelante se toma un promedio de las tasas anteriores, obteniendo una tasa anual del 18,8% de inflación. A continuación se presenta la tabla resumen.

Tabla N° 8: Estimación de la tasa de inflación

IPC	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Anual	13,2%	19,2%	23,8%	20,9%	16,8%	18,8%

Fuente: Elaboración Propia

7.2 Estructura de Costos:

La empresa incurre en costos por dos vertientes: la planta y las actividades administrativas. Estos costos pueden clasificarse dentro de las siguientes categorías:

- Inversión inicial: incluye los equipos y las obras civiles.
- Costos de operación: los cuales pueden ser fijos (como los salarios) o variables (como los aditivos químicos, la electricidad, entre otros).
- Mantenimiento: abarcando todos los costos preventivos y correctivos a los equipos e instalaciones de la planta y del edificio administrativo.

7.2.1 Inversión Inicial:

La inversión inicial de los equipos de una planta de incineración es muy elevada. Las obras civiles comprenden la construcción y la instalación de los equipos. Los sistemas de depuración consideran dispositivos automáticos para controlar y analizar las emisiones que pueden estar presentes en el aire y el agua[25].

Tabla N° 9: Estimados de la Inversión Inicial

Equipos	Proveedor	Cantidad	Costo / Unidad (MM) Bs	Bs (MM)	$ (MM)
PLANTA					
Horno Incinerador	EWI	2	14.333,33	28.666,67	13,33
Sistema de depuración de gases y agua	EWI	2	28.666,67	57.333,33	26,67
Sistema de recuperación de energía	EWI	2	9.137,50	18.275,00	8,50
Obras Civiles	EWI	---		9.675,00	4,50
Containers	EWI	---		1.505,00	0,70
Aranceles de Importación				31.933,76[26]	14,85
Equipo de Seguridad	Crawford Equipment			10,58	0,00
Sub-Total				**147.399,3**	**68,6**
EDIF. ADMINISTRATIVO					
Escritorios	Armando Muebles, C.A	13	0,60	7,80	0,00
Teléfonos	CANTV	9	0,10	0,90	0,00
Impresora, Fax, Scanner	Compumall	3	0,55	1,65	0,00
CPU	Dell	13	3,00	39,00	0,02
Sillas Ergonómicas	Armando Muebles, C.A	13	0,15	1,95	0,00
Obras Civiles	Constructora Jual	150 m2	1,50	225,00	0,10
Sub-Total				**276,3**	**0,13**
Total				**147.675,6**	**68,7**

Fuente: Elaboración Propia

Adicional a la inversión inicial es necesario comprar nuevamente equipos de seguridad para los trabajadores y equipos de oficina

[25] Ver Anexo XXXIV: Cotización planta de incineración
[26] Ver Anexo XXXVII: Impuestos de importación

Tabla N° 10: Inversión en activos de la empresa

	Inversión de Activos (MM Bs)		
Año	2013	2015	2018
Equipo de Seguridad		29,52	
Escritorios	18,49		25,82
Teléfonos	2,13		2,98
Impresora, Fax, Scanner	3,91		5,46
CPU	92,45		129,12
Sillas Ergonómicas	4,62		6,46

Fuente: Elaboración Propia

7.2.2 Costos de Operación:

7.2.2.1 Costos de Operación Fijos:

Los salarios del personal obrero (sueldo mínimo) y técnicos (electricistas y mecánicos) se ajustan a una tasa de 25,6% anual, calculada como el promedio de los aumentos de salario mínimo efectuados desde el año 2003 hasta el 2006. Los sueldos de los demás trabajadores se ajustan a una tasa de 20%, la cual está por encima de la inflación estimada para este período.

Tabla N° 11: Costos de Recurso Humano

Concepto	MANO DE OBRA DIRECTA (MM Bs.)[27]	MANO DE OBRA INDIRECTA (MM Bs.)[28]	GASTOS PERSONAL ADMINISTRATIVO (MM Bs.)[29]	TOTAL COSTO RECURSO HUMANO
2007	145,71	609,95	297,81	**1.053,46**
2008	183,01	748,30	357,42	**1.288,72**
2009	229,86	918,52	428,96	**1.577,33**
2010	288,70	1.128,04	514,82	**1.931,56**
2011	362,60	1.386,07	617,87	**2.366,55**
2012	455,43	1.704,01	741,56	**2.901,01**
2013	572,02	2.095,97	890,02	**3.558,01**
2014	718,46	2.579,42	1.068,20	**4.366,07**
2015	902,39	3.176,00	1.282,06	**5.360,44**
2016	1.133,40	3.912,56	1.538,75	**6.584,70**
2017	1.423,55	4.822,37	1.846,85	**8.092,77**
2018	1.787,97	5.946,74	2.216,67	**9.951,38**
2019	2.245,70	7.336,92	2.660,56	**12.243,17**
2020	2.820,59	9.056,54	3.193,37	**15.070,50**
2021	3.542,67	11.184,66	3.832,92	**18.560,24**

Fuente: Elaboración Propia

[27] Ver Anexo XXXVIII: Costos mano de obra directa
[28] Ver Anexo XXXIX: Costos mano de obra indirecta
[29] Ver Anexo XL: Costos personal administrativo

7.2.2.2 Costos de Operación Variables:

Los costos de operación variable dependen de la cantidad de basura incinerada por la planta. Están calculados en función de los pronósticos de basura a incinerar por la empresa hasta el año 2021.

Tabla N° 12: Costos de los insumos

Año	Total Reactivos[30]	Gas Natural[31]	TOTAL ANUAL INSUMOS[32]
2007	1.069,13	20,11	**1.089,25**
2008	1.378,01	25,93	**1.403,94**
2009	1.731,68	32,58	**1.764,26**
2010	2.098,15	39,47	**2.137,63**
2011	2.582,81	48,59	**2.631,40**
2012	3.176,04	59,75	**3.235,79**
2013	3.901,04	73,39	**3.974,44**
2014	4.786,39	90,05	**4.876,44**
2015	5.866,76	110,38	**5.977,14**
2016	7.184,18	135,16	**7.319,35**
2017	8.789,61	165,37	**8.954,98**
2018	10.744,76	202,15	**10.946,91**
2019	13.124,40	246,92	**13.371,32**
2020	16.019,03	301,38	**16.320,41**
2021	19.538,19	367,59	**19.905,78**

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 13: Costos de la Carga Fabril

	Concepto Unidades	SERVICIOS Agua MM Bs.	Electricidad MM Bs.	Teléfono MM Bs.	TOTAL CARGA FABRÍL MM Bs
Año 1	2007	0,03	0,02	1,79	**1,84**
Año 2	2008	---	---	2,21	**2,21**
Año 3	2009	---	---	2,68	**2,68**
Año 4	2010	---	---	3,13	**3,13**
Año 5	2011	---	---	3,71	**3,71**
Año 6	2012	---	---	4,41	**4,41**
Año 7	2013	---	---	5,24	**5,24**
Año 8	2014	---	---	6,22	**6,22**
Año 9	2015	---	---	7,39	**7,39**
Año 10	2016	---	---	8,78	**8,78**
Año 11	2017	---	---	10,44	**10,44**
Año 12	2018	---	---	12,40	**12,40**
Año 13	2019	---	---	14,73	**14,73**
Año 14	2020	---	---	17,50	**17,50**
Año 15	2021	---	---	20,79	**20,79**

Fuente: Elaboración Propia

[30] Ver Anexo XLI: Costos de insumos #1
[31] Ver Anexo XLII: Costos de insumos #2
[32] Ver Anexo XLIII: Costos de insumos #3

7.2.3 Costos de Generales:

Abarcan los costos por mantenimiento y gastos varios. Los costos de mantenimiento anual de la planta son estimados como 1% de el costo de obras civiles y 2,5% de la maquinaria (Inversión inicial). Los costos de mantenimiento del Edificio Administrativo comprenden todo lo referente limpieza, mantenimiento de CPU, impresoras y otros similares. Mientras que los gastos varios comprenden los estimados anuales para el desenvolvimiento de las actividades dentro del edificio financiero: papelería; y unos fondos para actividades dentro de las áreas de Calidad, Control ambiental e Investigación y Desarrollo.

Tabla N° 14: Costos Generales

	Unidades	Mantenimiento (MM) Bs	Gastos Varios (MM) Bs	TOTAL (MM Bs)
Año 1	2007	3.224,27	6,08	3.230,35
Año 2	2008	3.992,87	7,53	4.000,39
Año 3	2009	4.828,38	9,10	4.837,48
Año 4	2010	5.637,53	10,63	5.648,16
Año 5	2011	6.696,34	12,62	6.708,96
Año 6	2012	7.955,34	14,99	7.970,34
Año 7	2013	9.451,06	17,81	9.468,87
Año 8	2014	11.227,98	21,16	11.249,15
Año 9	2015	13.339,00	25,14	13.364,14
Año 10	2016	15.846,91	29,87	15.876,78
Año 11	2017	18.826,35	35,48	18.861,83
Año 12	2018	22.365,96	42,16	22.408,11
Año 13	2019	26.571,06	50,08	26.621,14
Año 14	2020	31.566,78	59,50	31.626,28
Año 15	2021	37.501,77	70,68	37.572,45

Fuente: Elaboración Propia

7.3 Cálculo de Ingresos:

Los ingresos se estiman producto del pago de la empresa Sabenpe por el servicio de incineración. En el Capítulo V: Estudio de Mercado, se fija un precio de 50.000 por tonelada de basura incinerada. Con el pronóstico de la demanda y considerando la inflación esperada; se hace la proyección referente a los ingresos esperados. En relación a los ingresos por producción de energía eléctrica se fija una tarifa de 18,4 Bs/KWh (20% por debajo de la tarifa establecida por la EDC para las industrias pesadas) y se calcula una generación neta de 25 KWh por tonelada de basura incinerada.

Tabla N° 15: Ingresos estimados

		INGRESOS SABENPE	INGRESOS ELECTRICIDAD	TOTAL INGRESOS
	Año	Bs (MM)	Bs (MM)	Bs (MM)
Año 1	2007	16.319,01	150,20	**16.469,21**
Año 2	2008	21.068,69	165,43	**21.234,12**
Año 3	2009	27.556,32	188,27	**27.744,59**
Año 4	2010	33.387,96	204,72	**33.592,68**
Año 5	2011	41.100,30	222,03	**41.322,33**
Año 6	2012	50.540,39	240,03	**50.780,42**
Año 7	2013	62.077,36	258,72	**62.336,08**
Año 8	2014	76.165,97	278,10	**76.444,07**
Año 9	2015	93.357,91	298,18	**93.656,09**
Año 10	2016	114.322,09	318,94	**114.641,04**
Año 11	2017	139.869,25	340,40	**140.209,65**
Año 12	2018	170.981,65	362,56	**171.344,21**
Año 13	2019	208.848,91	385,40	**209.234,31**
Año 14	2020	254.911,24	408,93	**255.320,18**
Año 15	2021	310.911,64	433,16	**311.344,80**

Fuente: Elaboración Propia

7.4 Costo en Capital:

Se compone por la inversión inicial para adquirir los activos de la empresa y los costos en capital de trabajo. La inversión en capital de trabajo considera los costos para operar la empresa por un plazo de un trimestre.

Tabla N° 16: Costos en Capital

COSTOS TOTALES CAPITAL DE TRABAJO (MM Bs)		
Concepto	**1 a 3**	**Total**
Total Insumos	90,77	272,31
Total Carga Fabril	0,17	0,50
Total Mano de Obra Directa	12,14	36,43
Total Mano de Obra Indirecta	50,83	152,49
Total Gastos Administrativos	24,82	74,45
Total Gastos Varios	269,20	807,59
TOTAL COSTOS	**447,92**	**1.343,76**
Inversión Inicial		
Total Inversión Inicial		**147.675,64**
TOTAL COSTO EN CAPITAL (MM Bs)		**149.019,40**
TOTAL COSTO EN CAPITAL (MM $)		**69,31**

Fuente: Elaboración Propia

7.5 Financiamiento del Proyecto:

Bandes instituto autónomo adscrito al Ministerio de Finanzas es la entidad escogida para solicitar el financiamiento de un 70% del costo en capital de la planta de incineración. Su función es otorgar préstamos a planes orientados hacia la desconcentración económica, infraestructura social y mejoras en la calidad de vida.

Por las condiciones del proyecto es probable conseguir un crédito pagadero en diez años con una tasa preferencial de interés del 10% y de ser necesario un período de gracia para el pago de las cuotas de hasta 3 años.

El 30% restante es resultado del aporte de los inversionistas.

Tabla N° 17: Condiciones del crédito

DATOS DEL CRÉDITO		
Concepto		
Inversión Inicial (MM Bs.)	69,31	149.019
Fin. Propio (MM Bs.)	20,79	44.706
Fin. Bandes		104.314
% Propio		30,00%
% Fondos Bandes		70,00%
Plazo (años)		10
Periodos (meses)		120
Tasa (anual) Bandes		10
Tasa (mensual) Bandes		0,83

Fuente: Elaboración Propia

Las anualidades producto del financiamiento para el pago de los costos financieros (intereses) y costo de capital (amortización de la deuda) se presentan en la siguiente tabla resume.

Tabla N° 18: Pagos anuales del crédito -Bandes-

PAGOS ANUALES -BANDES- (MM Bs)					
Per.	Deuda Inicial	Cuota	Intereses	Amortización	Deuda Final
1	104.313,58	16.542,14	10.143,35	6.398,79	97.914,79
2	97.914,79	16.542,14	9.473,32	7.068,82	90.845,97
3	90.845,97	16.542,14	8.733,12	7.809,02	83.036,95
4	83.036,95	16.542,14	7.915,41	8.626,73	74.410,22
5	74.410,22	16.542,14	7.012,08	9.530,06	64.880,16
6	64.880,16	16.542,14	6.014,16	10.527,98	54.352,18
7	54.352,18	16.542,14	4.911,74	11.630,40	42.721,78
8	42.721,78	16.542,14	3.693,89	12.848,25	29.873,53
9	29.873,53	16.542,14	2.348,51	14.193,63	15.679,89
10	15.679,89	16.542,14	862,25	15.679,89	0,00

Fuente: Elaboración Propia

7.6 Evaluación Económica –Proyección de los Estados Financieros-:

La evaluación económica puede ser enfocada desde numerosos ángulos, de los cuales serán desarrollados los dos más relevantes: rentabilidad del proyecto y del inversionista. La proyección adecuada de los estados financieros requiere del cálculo de la depreciación de los activos de la empresa. El método utilizado es denominado línea recta y consiste dividir el valor del bien entre su tiempo estimado de vida útil. En caso que la vida útil del bien sea mayor al período de proyección se calcula su valor de salvamento[33].

Tabla N° 19: Calculo de la depreciación de los activos

Depreciación de Activos (MM Bs)		Infraestructura			Equipos				
	Concepto	Planta	Edificio Administrativo	Horno Incinerador	Sistema de depuración (gas y agua)	Sistema de recuperación de energía	Equipos de Seguridad	Equipos de Oficina	Total por Año
	Vida Útil	20	20	20	15	20	8	5	
	2007	483,75	11,25	1.433,33	3.822,22	913,75	1,32	10,26	6.675,89
	2008	483,75	11,25	1.433,33	3.822,22	913,75	1,32	10,26	6.675,89
	2009	483,75	11,25	1.433,33	3.822,22	913,75	1,32	10,26	6.675,89
	2010	483,75	11,25	1.433,33	3.822,22	913,75	1,32	10,26	6.675,89
	2011	483,75	11,25	1.433,33	3.822,22	913,75	1,32	10,26	6.675,89
	2012	483,75	11,25	1.433,33	3.822,22	913,75	1,32	24,32	6.689,95
	2013	483,75	11,25	1.433,33	3.822,22	913,75	1,32	24,32	6.689,95
	2014	483,75	11,25	1.433,33	3.822,22	913,75	1,32	24,32	6.689,95
	2015	483,75	11,25	1.433,33	3.822,22	913,75	3,69	24,32	6.692,32
	2016	483,75	11,25	1.433,33	3.822,22	913,75	3,69	24,32	6.692,32
	2017	483,75	11,25	1.433,33	3.822,22	913,75	3,69	33,97	6.701,96
	2018	483,75	11,25	1.433,33	3.822,22	913,75	3,69	33,97	6.701,96
	2019	483,75	11,25	1.433,33	3.822,22	913,75	3,69	33,97	6.701,96
	2020	483,75	11,25	1.433,33	3.822,22	913,75	3,69	33,97	6.701,96
	2021	483,75	11,25	1.433,33	3.822,22	913,75	3,69	33,97	6.701,96
	Valor de Salvamento	2.418,75	56,25	7.166,67	0,00	4.568,75	3,69	0,00	14.214,11

Fuente: Elaboración Propia

[33] Ver Anexo XLIV: Depreciación detallada de activos

7.6.1 Evaluación Económica del Proyecto:

7.6.1.1 Proyección del Estado de Ganancias y Pérdidas:

No interviene el préstamo. Se evalúa el proyecto como inversión.

Tabla Nº 21: Estado de Resultados a 15 años

	ESTADO DE GANACIAS Y PÉRDIDAS (MM Bs.)									
	Ingresos	Costos Operativos [34]	Costos Varios [35]	**Utilidad Bruta**	Gastos Adm	Gastos de Depreciación	**Utilidad Operativa**	**Utilidad Neta antes del I.S.L.R.**	I.S.L.R (34%)	**Utilidad Neta después del I.S.L.R**
2007	**16.469**	1.847	3.230	**11.392**	298	6.676	**4.418**	**4.418**	1.502	**2.916**
2008	**21.234**	2.337	4.000	**14.896**	357	6.676	**7.863**	**7.863**	2.673	**5.190**
2009	**27.745**	2.915	4.837	**19.992**	429	6.676	**12.887**	**12.887**	4.382	**8.505**
2010	**33.593**	3.557	5.648	**24.387**	515	6.676	**17.196**	**17.196**	5.847	**11.350**
2011	**41.322**	4.384	6.709	**30.230**	618	6.676	**22.936**	**22.936**	7.798	**15.138**
2012	**50.780**	5.400	7.970	**37.410**	742	6.690	**29.979**	**29.979**	10.193	**19.786**
2013	**62.336**	6.648	9.469	**46.220**	890	6.690	**38.640**	**38.640**	13.137	**25.502**
2014	**76.444**	8.181	11.249	**57.014**	1.068	6.690	**49.256**	**49.256**	16.747	**32.509**
2015	**93.656**	10.063	13.364	**70.229**	1.282	6.692	**62.255**	**62.255**	21.167	**41.088**
2016	**114.641**	12.374	15.877	**86.390**	1.539	6.692	**78.159**	**78.159**	26.574	**51.585**
2017	**140.210**	15.211	18.862	**106.136**	1.847	6.702	**97.588**	**97.588**	33.180	**64.408**
2018	**171.344**	18.694	22.408	**130.242**	2.217	6.702	**121.323**	**121.323**	41.250	**80.073**
2019	**209.234**	22.969	26.621	**159.645**	2.661	6.702	**150.282**	**150.282**	51.096	**99.186**
2020	**255.320**	28.215	31.626	**195.479**	3.193	6.702	**185.584**	**185.584**	63.098	**122.485**
2021	**311.345**	34.654	37.572	**239.118**	3.833	6.702	**228.584**	**228.584**	77.718	**150.865**

Fuente: Elaboración Propia

[34] Ver Anexo XLV: Costos operativos
[35] Ver Anexo XLVI: Gastos generales

7.6.1.2 Flujo de Efectivo:

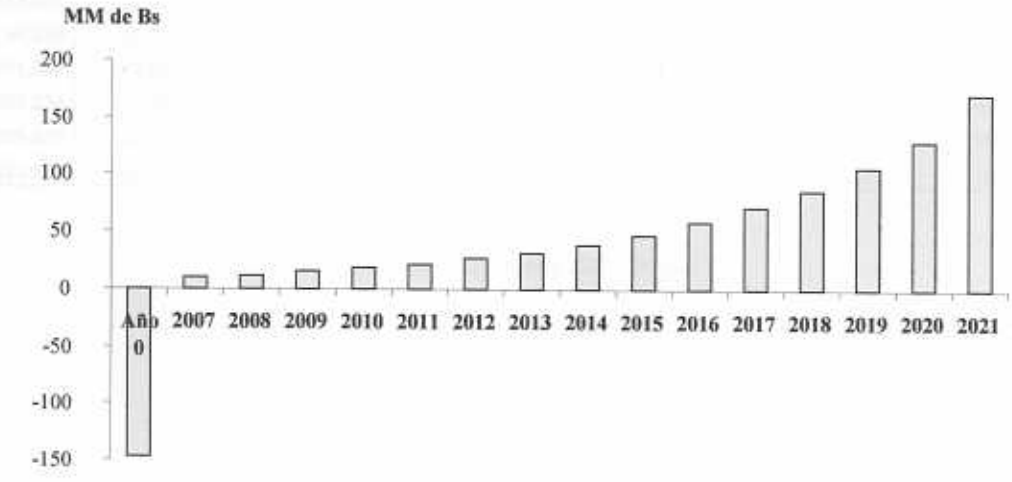
Partiendo del Estado de Resultados de calcula el Flujo de Efectivo del proyecto.

Tabla Nº 22: Tabla de Flujo de Efectivo

Flujo de Caja (MM Bs)	Utilidad Neta después del I.S.L.R	Depreciación	Flujo de Efectivo de las Operaciones	Flujo de Efectivo de las Inversiones	Costos de Capital de Trabajo	Flujo de Efectivo Total
Año 0				-149.019,40		-149.019,40
2007	2.916,16	6.675,89	9.592,05	0,00	1.343,76	10.935,81
2008	5.189,56	6.675,89	11.865,45	0,00	0,00	11.865,45
2009	8.505,39	6.675,89	15.181,27	0,00	0,00	15.181,27
2010	11.349,57	6.675,89	18.025,46	0,00	0,00	18.025,46
2011	15.137,64	6.675,89	21.813,53	0,00	0,00	21.813,53
2012	19.786,09	6.689,95	26.476,04	0,00	0,00	26.476,04
2013	25.502,12	6.689,95	32.192,07	-121,61	0,00	32.070,45
2014	32.509,12	6.689,95	39.199,07	0,00	0,00	39.199,07
2015	41.088,07	6.692,32	47.780,39	-29,52	0,00	47.750,87
2016	51.585,01	6.692,32	58.277,33	0,00	0,00	58.277,33
2017	64.407,87	6.701,96	71.109,83	0,00	0,00	71.109,83
2018	80.073,47	6.701,96	86.775,43	-169,84	0,00	86.605,59
2019	99.186,11	6.701,96	105.888,07	0,00	0,00	105.888,07
2020	122.485,12	6.701,96	129.187,09	0,00	0,00	129.187,09
2021	150.865,16	6.701,96	157.567,12	14.214,11	0,00	171.781,23

Fuente: Elaboración Propia

Figura Nº 13: Flujos de Efectivos (anual)



Fuente: Elaboración Propia

7.6.1.3 Rentabilidad del Proyecto

La tasa interna de retorno del proyecto es 19.06%, lo cual supera los intereses que se podrían percibir por parte un banco en ese mismo período.

7.6.2 Evaluación Económica para los inversionistas:

7.6.2.1 Proyección del Estado de Ganancias y Pérdidas:

Se consideran las condiciones del préstamo establecidas.

Tabla N° 23: Estado de Resultados a 15 años

	ESTADO DE GANACIAS Y PÉRDIDAS (MM Bs.)										
	Ingresos	Costos Operativos	Costos Varios	**Utilidad Bruta**	Gastos Adm	Gastos de Depreciación	**Utilidad Operativa**	Gastos por Intereses	**Utilidad Neta antes del I.S.L.R.**	I.S.L.R (34%)	**Utilidad Neta después del I.S.L.R**
2007	**16.469**	1.847	3.230	**11.392**	298	6.676	**4.418**	10.143	**-5.725**	-1.946	**-5.725**
2008	**21.234**	2.337	4.000	**14.896**	357	6.676	**7.863**	9.473	**-1.610**	-2.494	**-1.610**
2009	**27.745**	2.915	4.837	**19.992**	429	6.676	**12.887**	8.733	**4.154**	-1.082	**4.154**
2010	**33.593**	3.557	5.648	**24.387**	515	6.676	**17.196**	7.915	**9.281**	2.074	**7.207**
2011	**41.322**	4.384	6.709	**30.230**	618	6.676	**22.936**	7.012	**15.924**	5.414	**10.510**
2012	**50.780**	5.400	7.970	**37.410**	742	6.690	**29.979**	6.014	**23.965**	8.148	**15.817**
2013	**62.336**	6.648	9.469	**46.220**	890	6.690	**38.640**	4.912	**33.728**	11.467	**22.260**
2014	**76.444**	8.181	11.249	**57.014**	1.068	6.690	**49.256**	3.694	**45.562**	15.491	**30.071**
2015	**93.656**	10.063	13.364	**70.229**	1.282	6.692	**62.255**	2.349	**59.906**	20.368	**39.538**
2016	**114.641**	12.374	15.877	**86.390**	1.539	6.692	**78.159**	862	**77.297**	26.281	**51.016**
2017	**140.210**	15.211	18.862	**106.136**	1.847	6.702	**97.588**	0	**97.588**	33.180	**64.408**
2018	**171.344**	18.694	22.408	**130.242**	2.217	6.702	**121.323**	0	**121.323**	41.250	**80.073**
2019	**209.234**	22.969	26.621	**159.645**	2.661	6.702	**150.282**	0	**150.282**	51.096	**99.186**
2020	**255.320**	28.215	31.626	**195.479**	3.193	6.702	**185.584**	0	**185.584**	63.098	**122.485**
2021	**311.345**	34.654	37.572	**239.118**	3.833	6.702	**228.584**	0	**228.584**	77.718	**150.865**

Fuente: Elaboración Propia

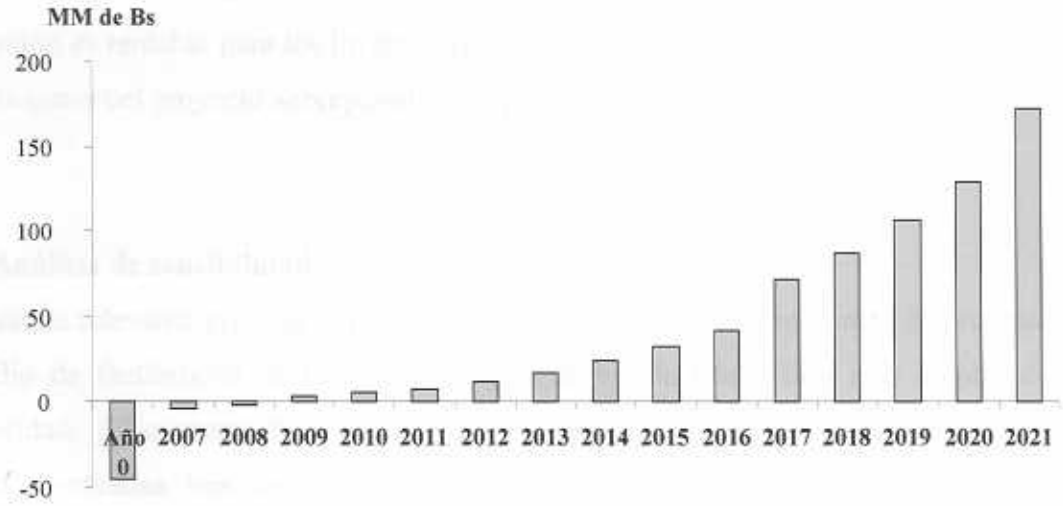
7.6.2.2 Flujo de Efectivo:

Tabla N° 23: Flujo de Efectivo

Flujo de Caja (MM Bs.)	Utilidad Neta después del I.S.L.R	Depreciación	Flujo de Efectivo de las Operaciones	Flujo de Efectivo de las Inversiones	Costos de Capital de Trabajo	Costos de Capital	Flujo de Efectivo Total
Año 0				-44.705,82			-44.705,82
2007	-5.724,93	6.675,89	950,96	0,00	1.343,76	-6.398,79	-4.104,06
2008	-1.610,35	6.675,89	5.065,54	0,00	0,00	-7.068,82	-2.003,28
2009	4.153,83	6.675,89	10.829,72	0,00	0,00	-7.809,02	3.020,70
2010	7.207,09	6.675,89	13.882,98	0,00	0,00	-8.626,73	5.256,25
2011	10.509,67	6.675,89	17.185,56	0,00	0,00	-9.530,06	7.655,50
2012	15.816,74	6.689,95	22.506,70	0,00	0,00	-10.527,98	11.978,71
2013	22.260,37	6.689,95	28.950,32	-121,61	0,00	-11.630,40	17.198,31
2014	30.071,15	6.689,95	36.761,10	0,00	0,00	-12.848,25	23.912,85
2015	39.538,06	6.692,32	46.230,38	-29,52	0,00	-14.193,63	32.007,22
2016	51.015,92	6.692,32	57.708,24	0,00	0,00	-15.679,89	42.028,35
2017	64.407,87	6.701,96	71.109,83	0,00	0,00	0,00	71.109,83
2018	80.073,47	6.701,96	86.775,43	-169,84	0,00	0,00	86.605,59
2019	99.186,11	6.701,96	105.888,07	0,00	0,00	0,00	105.888,07
2020	122.485,12	6.701,96	129.187,09	0,00	0,00	0,00	129.187,09
2021	150.865,16	6.701,96	157.567,12	14.214,11	0,00	0,00	171.781,23

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 11: Flujos de Efectivo (anual)



Fuente: Elaboración Propia

7.6.2.3 Cálculo de la tasa de rendimiento atractiva mínima para el inversionista

La TRAM se determina sumando la tasa libre de riesgo con la prima por riesgo.

La Tasa Libre de Riesgo es el rendimiento que obtiene el inversionista en un instrumento financiero del mercado cuyo riesgo se considere relativamente nulo; y la Prima por Riesgo, representa el rendimiento adicional exigido por el inversionista sobre el capital invertido, producto del nivel de riesgo asociado al proyecto. En base a estas consideraciones se obtiene el valor de la TRAM, mostrado a continuación:

TLR (11%) + Prima por Riesgo (9 %) = TRAM (20 %)

7.6.2.4 Determinación de los indicadores de rentabilidad del proyecto:

Tabla N° 24: Indicadores del proyecto

MM Bs.															
Inversión Inicial	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
-44.706	-4.104	-2.003	3.021	5.256	7.655	11.979	17.198	23.913	32.007	42.028	71.110	86.606	105.888	129.187	171.781

TRAM	20%	TIR	26%	VPN	29.665,29

Fuente: Elaboración Propia

Al analizar los indicadores de la rentabilidad del proyecto resulta evidente que la inversión es rentable para los inversionistas. El VPN>0 y el TIR>TMAR; por lo cual las condiciones del proyecto sobrepasan sus expectativas mínimas.

7.7 Análisis de sensibilidad:

Resulta relevante efectuar la prueba de diversos escenarios al momento de presentar el estudio de factibilidad de un proyecto, ya que brinda una visión más amplia de su viabilidad. El contexto base o más probable arrojó un resultado rentable, por lo cual serán planteadas tres condiciones: una más favorable (escenario optimista) y dos desfavorables (escenario pesimista) para su desarrollo. Los resultados serán evaluados desde la perspectiva del inversionista.

7.7.1 Escenario Pesimista #1:

Bandes otorga una tasa preferencial del 14% de interés, a pesar de las condiciones del proyecto (beneficios sociales): lo que trae como consecuencia un gasto financiero mayor al estimado en el escenario base[36].

Tabla N° 25: Indicadores del proyecto (escenario pesimista #1)

MM Bs.															
Inversión Inicial	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
-44.706	-6.998	-4.897	127	4.437	9.214	10.134	15.203	21.729	29.587	39.317	71.110	86.606	105.888	129.187	171.781

TRAM	20%	TIR	25%	VPN	22.620,63

Fuente: Elaboración Propia

El VPN>0 y TIR>TMAR razón por la cual el proyecto resulta ser todavía rentable.

7.7.2 Escenario pesimista #2:

El factor variable es la demanda: estimando una situación de generación de residuos urbanos en el mercado de un 15% por debajo de lo pronosticado. Se traduce en una disminución del costo de los insumos, y una caída significativa de los ingresos[37].

Tabla N° 26: Indicadores del proyecto (escenario pesimista #2)

MM Bs.															
Inversión Inicial	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
-44.706	-6.411	-4.978	-876	5.263	3.825	7.272	11.421	16.828	23.327	31.404	58.116	70.726	86.498	105.526	142.929

TRAM	20%	TIR	22%	VPN	8.771,89

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados demuestran la rentabilidad del proyecto; sin embargo se acercan a la frontera de no rentabilidad. El margen entre TIR y TMAR es de sólo 2%.

[36] Ver Anexos: XLVII: Pagos anuales del crédito Bandes (escenario pesimista #1), XLVIII: Estado de Resultados a 15 años (escenario pesimista #1) y XLIX: Flujo de efectivo (escenario pesimista #1)
[37] Ver Anexos: L: Pronóstico de la demanda con 15% por debajo (escenario pesimista #2), LI: Costos de los insumos (escenario pesimista #2), LII: Costos operativos (escenario pesimista #2), LIII: Ingresos (escenario pesimista #2), LIV: Estado de resultados a 15 años (escenario pesimista #2) y LV: Flujo de efectivo (escenario pesimista #2)

7.7.3 Escenario optimista:

Los equipos adquiridos por la empresa son capaces de incinerar otros tipos de desechos además de los municipales: desechos patológicos y de laboratorio. Su combustión controlada no causa incrementos en los costos operativos, sin embargo haciendo benchmarking con empresas venezolanas dedicadas a esta actividad se prueba un incremento considerable en los ingresos de la compañía. INCALCA (compañía incineradora de desechos patológicos y de consultorios) cobra una tarifa que oscila entre los 250.000 y 400.000 Bs por 100 Kg de residuos.

El escenario parte de las siguientes premisas:

- Precio del servicio: 250.000 (por 100 Kg)[38]
- Demanda: 3.285 toneladas anuales (producto de 40 clínicas con 50 camas ocupadas los 365 días del año –la generación diaria de desechos promedio por cama es de 4,5 Kg-)[39].
- La capacidad anual de la planta es suficiente para cubrir las necesidades del mercado de residuos urbanos y especiales simultáneamente.

Tabla N° 27: Indicadores del proyecto (escenario optimista)[40]

MM Bs.															
Inversión Inicial	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20
-44.706	5.685	10.115	17.675	4.119	21.069	27.914	36.130	46.404	58.727	73.772	108.822	131.408	159.114	192.420	246

TRAM	20%	TIR	41%	VPN	97.104,40

Fuente: Elaboración Propia

Mediante la inclusión de desechos especiales (patológicos) se ve duplicada la rentabilidad esperada del inversionista del proyecto. Resulta sumamente sano para la economía de la compañía introducir este rubro a su negocio.

[38] Ver Anexo LVIII: Ingresos (escenario optimista)
[39] Ver Anexo LVI: Costos de insumos (escenario optimista)
[40] Ver Anexos LVII: Costos operativos (escenario optimista), LIX: Estado de resultados a 15 años (escenario optimista) y LX: Flujo de efectivo (escenario optimista)

Conclusiones y Recomendaciones

El estudio de factibilidad es la herramienta ideal para evaluar de forma integral un proyecto, siendo una actividad que requiere el grado de análisis y conocimientos metodológicos característicos en un ingeniero.

El presente estudio surge como respuesta ante la preocupación sobre la situación actual venezolana en el ámbito de la salubridad ambiental: es necesario migrar a un manejo más integral y evolucionado de los desechos sólidos urbanos.

Se presentaron en todo momento retos importantes, los cuales fueron afrontados traduciéndose en "victorias" muy satisfactorias. Principalmente existe un acceso bastante limitado a la información perteneciente a las compañías recolectoras de residuos (específicamente Sabenpe), a pesar de su obligación a presentarla. Conseguir a una persona de la alta directiva (lamentablemente) es clave para superarlo[41].

El estudio de mercado expone la adopción de la tecnología de combustión controlada por parte de los países primer mundistas: Alemania, Suiza, Estados Unidos, entre otros.

Por otra parte revela explícitamente la creciente generación de desechos en el municipio Sucre a lo largo del tiempo. Ilustra la precariedad en el manejo de la basura; trayendo como consecuencia grandes riegos para los caraqueños, en especial para las personas que trabajan a diario en la zona de Fila de Mariche. Resulta irresponsable no controlar la emanación espontánea de gases peligrosos como: amoníaco. La lejanía entre la estación de transferencia y el relleno sanitario ocasionan grandes desperdicios en las operaciones: de transporte y disposición final –requiriendo minimizarlo-.

El estudio técnico indica la importancia de tratar los residuos producto de la incineración antes de ser liberados al medio ambiente. Asegura la posibilidad de cumplir los parámetros establecidos dentro de la normativa venezolana. Desarrolla la estructura para llevar a cabo las tareas en la planta óptimamente y satisfacer las necesidades de:

[41] Ver Anexo LXXII: Carta de permiso

cliente, comunidad y empresa. La calidad del entorno de trabajo aumenta considerablemente, al casi inexistir el contacto directo entre el empleado y los residuos.

El estudio económico arroja la viabilidad del proyecto. Con una inversión inicial igual a 149.015 MM Bs, de los cuales 30% provienen de capital propio y 70% financiado por Bandes, presenta una tasa interna de retorno de 26,45% (mayor al TMAR estimado de 20%). El alto contenido social y ambiental del proyecto le permite aplicar a créditos preferenciales –además debe existir un gran interés por parte del Estado a ejecutarlo, ya que el Protocolo de Kyoto obliga a todos los países a erradicar los rellenos sanitarios-.

El análisis de sensibilidad proyecta la rentabilidad del proyecto en ambos escenarios pesimistas y un saldo muy positivo al considerar la inclusión de tratar desechos patológicos –altamente recomendado-. Adicionalmente se determina el precio límite para la rentabilidad del proyecto con un resultado de 40.000[42] Bs o su equivalente en dólares 18,6 $, estando cercano al límite inferior de lo mencionado en las prácticas mundiales.

Los productos finales del proceso representan una fuente adicional de ingreso: se estima tan grande o mayor a la proveniente del cobro por el servicio. Sería idóneo desarrollar estudios aguas arriba de la cadena de suministro: incluir la adquisición de tecnologías con la finalidad de procesar: cenizas para convertirlas en material de construcción, extracción de los metales y vidrio de las cenizas para ser vendidos a empresas de reciclaje, recuperar el CO_2 necesario en las empresas de bebidas carbonatadas, separar el HCl de las aguas o NaCl o Fe_3Cl –compuestos utilizados ampliamente en industrias- y aumentar la eficiencia del sistema de recuperación de energía utilizando el vapor a baja presión para vender su aplicación a los sistemas de otras plantas.

[42] Ver Anexos: LXI: Ingresos (precio del servicio 40.000Bs.), LXII: Estado de resultados a 15 años (escenario 40.000 Bs.), LXIII: Flujo de efectivo (escenario 40.000 Bs.) y LXIX: Indicadores del Proyecto (escenario 40.000 Bs.)

Bibliografía

- BACA URBINA, Gabriel. "Evaluación de Proyectos". Editorial McGraw-Hill. México, 2001, 4ta Edición.

- PALACIOS, Luis Enrique. "Principios esenciales para realizar proyectos". Editorial Publicaciones UCAB. Caracas, 2004, 4ta Edición.

- RAND, T. HAUKOHL, J. MARXEN, U. "Municipal Solid Waste Incineration". Editorial The World Bank. Washington, D.C., 2000, 1ra Edición.

- WHITE, Peter. FRANKE, Marina. "Gestión Integral de Residuos Sólidos". Editorial P&G. México, 2005, 1ra Edición.

- PIAS. "Análisis sectorial de residuos sólidos de Venezuela". Ministerio del Ambiente, 2000.

- VIGIL, Samuel. THEISEN, Hillary. "Gestión de Residuos Sólidos" Vol II. Editorial McGraw-Hill.

- BRUNNER, L. "Incinerator Systems Selection and Desing". Editorial Van Nostrand Reinhold. New York, 1986, 1ra Edición.

- SCHUSTER,Herwig. "Waste Incineration Plants in Austria". Editorial Greenpeace. Vienna, 1999.

Sitios WEB

- Banco Central de Venezuela (BCV). www.bcv.gov.ve
- Banco Mundial. www.bancomundial.org
- Banco de Desarrollo Económico y Social de Venezuela. www.bandes.gov.ve
- Eco Waste Solutions. www.ecosolutions.com
- Environmental Waste International. www.ewi.org
- Degussa. www. Degussa.de
- Ministerio del Ambiente.
- Environment Protection Agency. www.epa.gov

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: VEINTE PUNTOS (20)

J U R A D O E X A M I N A D O R

Firma:
Nombre: AURELIO USECHE K

Firma:
Nombre: Alvaro Villanueva

Firma:
Nombre: DIEGO A. CADENAS

REALIZADO POR

PROFESOR GUIA

FECHA

Índice General

Índice de Gráfico
Índice de Tablas
Índice de Figuras

Agradecimientos i

Sinopsis ii

Introducción 1

Capítulo I. Planteamiento del Problema 3

1.1. Problema 4
1.2. Objetivos 4
1.2.1.Objetivo General 4
1.2.2. Objetivos Específicos 4
1.3. Alcance 6
1.4. Limitaciones 6

Capítulo II. Marco Teórico 7
2.1. Conceptos, procesos y términos técnicos relevantes para el estudio 7
2.2. Instrumentos utilizados en el procesamiento y análisis de la información 8
2.2.1. Planificación Estratégica 8
2.2.1.1. Visión 8
2.2.1.2. Misión 8
2.2.1.3. Objetivos 9
2.2.1.4. Estrategias 9
2.2.1.5. Valores 9
2.2.2. Estructura Organizacional 9
2.2.3. Fuentes de Información 9
2.2.3.1. Fuentes primarias 10
2.2.3.2. Fuentes secundarias 10
2.2.4. Estudio de Factibilidad 10
2.2.5. Estudio de mercado 11
2.2.6. Estudio Técnico 11
2.2.7. Estudio Económico-Financiero 11
2.2.8. Kaizen 12
2.2.9. Círculo de Deming 12
2.2.10. Cadena de Valor 12