

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y
AMBIENTAL PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA PÚBLICA
DE GESTIÓN DE DESECHOS SANITARIOS PELIGROSOS
MEDIANTE INCINERACIÓN, EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL**

LUIS GONZALO MANZANO NARANJO
luisvix89@hotmail.com

DIRECTORA: DRA. ANA LUCÍA BALAREZO AGUILAR
ana.balarezo@epn.edu.ec

Quito, mayo de 2017

DECLARACIÓN

Yo, Luis Gonzalo Manzano Naranjo, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Luis Gonzalo Manzano Naranjo

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Luis Gonzalo Manzano Naranjo, bajo mi supervisión.

Dra. Ana Lucía Balarezo Aguilar
Directora del Proyecto

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios, por la certeza diaria de que algo bueno está por venir, por todas las bendiciones y la fortaleza para afrontar las dificultades que han aparecido en el camino.

A la Escuela Politécnica Nacional, por los conocimientos adquiridos durante un camino largo y lleno de pruebas; a cada uno de los profesores que aportaron su conocimiento para mi formación y a la Dirección de Gestión y Calidad Ambiental del Consejo Provincial de Tungurahua, por la apertura para el desarrollo de esta investigación. A la Dra. Ana Lucía Balarezo directora de este proyecto y al Ing. Pablo Pinto, por su tutela en el presente trabajo y los conocimientos impartidos durante la carrera.

A mamá, que desde el cielo me bendice. Gracias por las charlas que tuvimos, no sabes cuánto te extraño. Y a papá, por su paciencia, su ejemplo y su fortaleza. Sin ti, nada hubiera sido igual. A mi hermano, por todos los buenos momentos compartidos y las enseñanzas que, sin saberlo, me has dado.

A mi familia, por el apoyo en las diferentes etapas de mi vida.

A los amigos que han aparecido en este camino llamado vida, por cada una de las vivencias y consejos; mención especial a los Grossos, amigos y compañeros de carrera, por todo el tiempo compartido, las bromas, charlas de fútbol y más.

A Val, por todo tu cariño incondicional, por tu amor, paciencia y entrega. Eres quien da luz a mis días más oscuros.

A todos ustedes, infinitas gracias.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a papá y mamá, por jamás dejar de confiar en mí y por la bendición de cada día, venciendo incluso las adversidades de la muerte. Este triunfo es suyo. A mi hermano, porque siempre has estado ahí y a Val, mi compañera de camino. Te amo.

CONTENIDO

DECLARACIÓN	II
CERTIFICACIÓN	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA.....	V
CONTENIDO.....	VII
LISTADO DE FIGURAS	X
LISTADO DE TABLAS	XII
LISTADO DE ABREVIATURAS	XIV
RESUMEN	XVI
ABSTRACT	XVI
PRESENTACIÓN	XX
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	1
1.2 ALCANCE.....	1
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
2. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 DESECHOS Y RESIDUOS.....	4
2.1.1 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS.....	4
2.1.2 RESIDUOS DE ORIGEN HOSPITALARIO.....	5
2.1.3 FASES DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS DESECHOS SANITARIOS	9
2.2 NORMATIVA LEGAL	21
2.2.1 CONSTITUCIÓN DEL ECUADOR.....	22
2.2.2 LEY ORGÁNICA DE SALUD	23
2.2.3 LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	24
2.2.4 LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	24
2.2.5 ACUERDO MINISTERIAL 026.....	25

2.2.6	ACUERDO MINISTERIAL 061 – REFORMA AL LIBRO VI DEL TULSMA	25
2.2.7	REGLAMENTO INTERMINISTERIAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE DESECHOS SANITARIOS	26
2.2.8	REGLAMENTO PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS INFECCIOSOS PARA LA RED DE SALUD EN EL ECUADOR.....	28
2.2.9	OTRAS NORMATIVAS	28
2.3	ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SANITARIOS PELIGROSOS.....	29
2.3.1	INCINERACIÓN.....	29
2.3.2	ESTERILIZACIÓN A VAPOR (AUTOCLAVE).....	34
2.3.3	DESINFECCIÓN POR MICROONDAS	38
2.3.4	TRATAMIENTO QUÍMICO	41
2.3.5	OTROS TRATAMIENTOS	43
2.4	ESTUDIOS PARA LA CREACIÓN DEL PROYECTO	43
2.4.1	ESTUDIO DE MERCADO.....	43
2.4.2	ESTUDIO TÉCNICO.....	46
2.4.3	ESTUDIO ORGANIZACIONAL Y ÁMBITO LEGAL	46
2.4.4	ESTUDIO ECONÓMICO	47
2.4.5	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	48
3.	METODOLOGÍA	49
3.1	REALIDAD DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.....	49
3.2	ESTUDIO DEL MERCADO DE DESECHOS SANITARIOS EN EL CENTRO DEL PAÍS.....	51
3.2.1	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA.....	52
3.2.2	DETERMINACIÓN DE LA OFERTA ACTUAL.....	60
3.2.3	MERCADEO DEL PROYECTO	63
3.3	ESTUDIO TÉCNICO DEL PROYECTO.....	66
3.3.1	SELECCIÓN DE LA MEJOR TECNOLOGÍA.....	67
3.3.2	MACROLOCALIZACIÓN	69
3.3.3	MICROLOCALIZACIÓN.....	70
3.3.4	TAMAÑO DEL PROYECTO.....	71
3.3.5	ESTRUCTURA JERÁRQUICA DEL PROYECTO	73
3.4	ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO	74

3.4.1	INVERSIÓN EN ACTIVOS FIJOS	75
3.4.2	DEPRECIACIÓN DE ACTIVOS FIJOS.....	76
3.4.3	FLUJO DE CAJA PROYECTADO	77
3.4.4	CÁLCULOS REALIZADOS.....	79
3.5	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	81
3.5.1	IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS.....	81
3.5.2	IMPACTOS AMBIENTALES EN LA FASE DE PRE- OPERACIÓN	82
3.5.3	IMPACTOS AMBIENTALES EN LA FASE DE OPERACIÓN	83
3.6	PARTICIPACIÓN DE LA MUNICIPALIDAD DE AMBATO.....	84
4.	RESULTADOS.....	85
4.1	ANÁLISIS DE LA REALIDAD PROVINCIAL.....	85
4.2	ANÁLISIS DE MERCADO	86
4.2.1	DEMANDA DEL SERVICIO	86
4.2.2	OFERTA DEL SERVICIO	87
4.3	ANÁLISIS TÉCNICO.....	91
4.4	ANÁLISIS ECONÓMICO	93
4.5	ANÁLISIS AMBIENTAL	101
4.5.1	MEDIO FÍSICO	101
4.5.2	MEDIO BIÓTICO	101
4.5.3	MEDIO ANTRÓPICO.....	101
4.5.4	IMPACTOS AMBIENTALES OBSERVABLES.....	102
4.6	DISCUSIÓN DE ALTERNATIVAS	103
4.6.1	SOBRE LA TECNOLOGÍA.....	103
4.6.2	GESTIÓN PRIVADA VS GESTIÓN PÚBLICA.....	104
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
5.1	CONCLUSIONES	106
5.2	RECOMENDACIONES.....	109
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
	ANEXOS	117

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2-1: Desechos hospitalarios según su peligrosidad.	7
Figura 2-2: Clasificación ampliada de los residuos hospitalarios.	8
Figura 2-3: Manejo de los desechos hospitalarios.	12
Figura 2-4: Fases de la gestión integral de los desechos sanitarios.	13
Figura 2-5: Generación de residuos hospitalarios.	14
Figura 2-6: Etiquetas para contenedores según su riesgo.	15
Figura 2-7: Recipientes para desechos hospitalarios.	16
Figura 2-8: Vehículo para transporte interno de residuos hospitalarios.	18
Figura 2-9: Almacenamiento interno de residuos hospitalarios.	19
Figura 2-10: Vehículo para transporte de residuos hospitalarios.	20
Figura 2-11: Pirámide de Kelsen para el caso ecuatoriano.	22
Figura 2-12: Diagrama de un incinerador.	30
Figura 2-13: Incinerador de doble cámara.	32
Figura 2-14: Esterilizador a vapor en centros de salud.	35
Figura 2-15: Autoclave implementado en hospitales peruanos.	36
Figura 2-16: Desinfección de desechos sólidos por microondas.	39
Figura 2-17: Proceso de tratamiento químico de desechos sólidos.	41
Figura 3-1: Porcentajes de generación por tipo de fuente.	53
Figura 3-2: Generación porcentual según el origen, en Tungurahua.	55

Figura 3-3: Generación porcentual en fuentes médicas en Tungurahua.....	56
Figura 3-4: Clasificación de las fuentes identificadas en Tungurahua.....	56
Figura 3-5: Generación diaria estimada en cada provincia analizada.	59
Figura 3-6: Manejo final de desechos hospitalarios peligrosos a nivel nacional.....	60
Figura 3-7: Manejo de desechos hospitalarios peligrosos en Gadere.....	63
Figura 3-8: Macrolocalización del proyecto en el cantón Pelileo.....	69
Figura 3-9: Microlocalización del proyecto.	71
Figura 3-10: Celdas de almacenamiento temporal.....	71
Figura 3-11: Proceso de lavado del recolector.....	72
Figura 3-12: Modelo de cubierta de protección del equipo.....	72
Figura 3-13: Organigrama de la empresa.	73
Figura 4-1: Estructura del incinerador I8-100.....	89
Figura 4-2: Sistema de control de cenizas para el incinerador I8-100.....	90

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1: Clasificación de los residuos según diferentes criterios.....	6
Tabla 2-2: Límites Máximos Permisibles de Concentraciones de Emisión al Aire de Incineradores de Desechos Peligrosos u Hospitalarios (mg/Nm ³).....	31
Tabla 3-1: Gestión actual de desechos sanitarios en Tungurahua.	49
Tabla 3-2: Disposición final de residuos sanitarios en Tungurahua, al año 2016.	50
Tabla 3-3: Entidades encargadas de la gestión de desechos sanitarios.	50
Tabla 3-4: Generación de desechos sanitarios en la provincia de Tungurahua, por tipo de fuente, excluyendo al cantón Ambato.....	52
Tabla 3-5: Generación de residuos hospitalarios en Tungurahua, 2012.	54
Tabla 3-6: Comparación porcentual de fuentes generadoras en Tungurahua.....	54
Tabla 3-7: Comparación porcentual de fuentes médicas en Tungurahua.	55
Tabla 3-8: Desechos hospitalarios peligrosos en otras provincias, según OMS.....	57
Tabla 3-9: Porcentajes de generación en Tungurahua según tipo de fuente.	57
Tabla 3-10: Proyecciones de generación de desechos sanitarios por Provincia.....	58
Tabla 3-11: Generación total diaria de cada provincia por fuentes médicas.	58
Tabla 3-12: Generación total diaria por cada provincia.	59
Tabla 3-13: Detalle económico de los equipos de incineración.	64
Tabla 3-14: Comparación de tecnologías.	67

Tabla 3-15: Valoración numérica de las alternativas.	68
Tabla 3-16: Salarios del nuevo personal.	74
Tabla 3-17: Inversión en activos fijos.....	75
Tabla 3-18: Depreciación de activos fijos.	77
Tabla 3-19: Kits necesarios calculados para el servicio.	77
Tabla 3-20: Estimación de egresos del proyecto durante el primer año.	78
Tabla 3-21: Afectaciones ambientales según componente.	82
Tabla 3-22: Afectaciones ambientales según la fase del proyecto.	82
Tabla 3-23: Impactos ambientales en la fase de instalación de equipos.	83
Tabla 3-24: Impactos ambientales relacionados con la fase de operación.....	83
Tabla 4-1: Generación diaria de desechos sanitarios por provincia.	86
Tabla 4-2: Flujo de caja proyectado a veinte años.	95
Tabla 4-3: Flujo de caja para cálculo del VAN y relación B/C.....	98

LISTADO DE ABREVIATURAS

A.M.: Acuerdo Ministerial

BCE: Banco Central del Ecuador.

BEDE: Banco del Estado.

BID: Banco Interamericano de Desarrollo.

CCCB: Centro Coordinador del Convenio de Basilea.

CENAQUE: Centro Nacional de Quemados, Uruguay.

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

CEPIS: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

EMMAIT-EP: Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral.

EPA: Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos.

EPM-GIDSA: Empresa Pública Municipal de Gestión Integral de Desechos Sólidos de Ambato.

GAD: Gobierno Autónomo Descentralizado.

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

MAE: Ministerio del Ambiente del Ecuador.

MINSA: Ministerio de Salud del Perú.

MSP: Ministerio de Salud Pública del Ecuador.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

PDOT: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.

PP: Polipropileno

TIR: Tasa Interna de Retorno.

TULSMA: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

TWB: The World Bank (El Banco Mundial).

VAN: Valor Actual Neto.

WHO: World Health Organization.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como finalidad determinar la factibilidad para crear una empresa pública de gestión de desechos hospitalarios peligrosos en la provincia de Tungurahua, mediante incineración, analizando aspectos técnicos, económicos y ambientales.

Se levantó información sobre el número de fuentes generadoras en la provincia, y se determinó la tasa de generación semanal. Esta información se complementó con las estadísticas nacionales sobre generación por cama hospitalaria, tanto en Tungurahua como en Bolívar, Chimborazo, Cotopaxi y Pastaza, observándose una tasa promedio de generación semanal de 4,8 toneladas. Se compararon las ventajas y desventajas de diferentes tecnologías de tratamiento de desechos hospitalarios peligrosos, determinándose que la incineración es la mejor alternativa para la provincia de Tungurahua, por la alta reducción del volumen de los desechos y la baja oferta de este servicio a nivel nacional, según el INEC.

Posteriormente se seleccionó el equipo de incineración de acuerdo a la realidad local y las certificaciones ambientales para su operación. Se optó por el distribuidor británico Inciner8. Luego se determinó el sitio idóneo para la planta en base a visitas a los municipios, y se seleccionó el relleno sanitario de Pelileo por poseer el espacio suficiente para la planta, estar alejado de la población y contar con vías de acceso adecuadas.

Debido a que el servicio por kilogramo generado se limita a grandes fuentes generadoras que representan casos puntuales, como hospitales, se optó por la opción de kits hospitalarios a ser entregados a cada generador a una tasa de cobro establecida en base a un flujo de caja, mismo que permitió establecer la viabilidad económica del proyecto. Finalmente se analizaron los impactos ambientales en las fases de instalación y operación de la planta, evaluando sus afectaciones sobre los medios físico, biótico y antrópico.

Los resultados obtenidos señalan que el proyecto es viable, pues generará una rentabilidad y permitirá recuperar la inversión inicial en aproximadamente ocho

años, a una tasa de cobro de \$18,41 por kit hospitalario, para la provincia de Tungurahua. Asimismo, los impactos ambientales identificados resultaron bajos, dado que la planta se ubicará sobre un área intervenida.

Se concluye que la incineración es la mejor alternativa para la gestión, pues logra una reducción de hasta un 95% del volumen de los residuos, elimina la totalidad de los patógenos y el costo del servicio representa aproximadamente el 50% respecto de la gestión privada.

ABSTRACT

This study aimed to determine the feasibility of creating a public company for the management of hazardous hospital waste by incineration, in Tungurahua, analyzing technical, economic and environmental aspects.

Base information was collected about the number of sources in the province, to determine the weekly generation of each one. The information was supplemented by national statistics of hospital beds, both in Tungurahua as well in Bolívar, Chimborazo, Cotopaxi and Pastaza. It was observed a weekly generation of 4.8 tons among all provinces. The advantages and disadvantages of different hazardous waste treatment technologies were compared, with incineration being the best alternative for the province of Tungurahua due to the high reduction of the volume of waste and the low supply of this service at the national level, according to the INEC.

Subsequently, the incineration equipment was selected according to local reality and the environmental certifications for its operation. It was chosen the British distributor Inciner8. The best site for the plant was then identified, based on visits to the municipalities, and Pelileo landfill was selected because it had sufficient space for the plant, away from the population and adequate access roads.

Due to the service per kilogram generated is limited to large generators that represent specific cases, such as hospitals, it was necessary to choose the option of hospital kits to be delivered to each generator at a collection rate established on a cash flow, which made it possible to establish the economic viability of the project. Finally, the environmental impacts were analyzed both in the phases of installation and operation of the plant, evaluating its effects on the physical, biotic and anthropic environments.

The results indicate that the project is viable, as it will generate a return and will allow the initial investment to be recovered in approximately eight years, at a collection rate of \$ 18.41 per hospital kit, for the province of Tungurahua. Likewise,

the identified environmental impacts were low, since the plant will be located on an intervened area.

It is concluded that the incineration is the best alternative for the management, as it achieves a reduction of up to 95% of the volume of waste, eliminates all pathogens and the cost of the service represents approximately 50% with respect to private management.

PRESENTACIÓN

En el presente proyecto tuvo por objeto evaluar la posibilidad de implementar una planta de incineración en la provincia de Tungurahua, que permita dar solución al creciente problema causado por los desechos sanitarios peligrosos. Para ello el estudio se desarrolló en cinco capítulos de la siguiente manera:

El Capítulo 1 comprende la introducción, los objetivos perseguidos y la justificación que sustentó el desarrollo del proyecto.

El Capítulo 2 trata ampliamente sobre el tema de desechos, enfocándose en los desechos sanitarios: su manejo, alternativas de tratamiento y efectos hacia el ambiente y la salud. Se analiza también la normativa ambiental aplicable y los estudios de mercado, técnico, económico y ambiental que deben ser realizados para cumplir con los objetivos planteados.

El Capítulo 3 presenta la metodología aplicada para el análisis de la situación actual de la provincia y para desarrollar los estudios descritos en el capítulo anterior.

El Capítulo 4 detalla los resultados obtenidos a lo largo del estudio, y se los compara con la gestión privada ofertada, discutiendo sobre cada una de las alternativas.

El Capítulo 5 comprende las conclusiones y recomendaciones obtenidas con el desarrollo de esta investigación.

Al final del documento se anexan imágenes y tablas que sustentan lo desarrollado durante este estudio.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 JUSTIFICACIÓN

La Mesa de Desechos del Parlamento Agua¹ del GAD Provincial de Tungurahua ha venido realizando un diagnóstico sobre la situación actual de cada gobierno municipal en el tema correspondiente al manejo de desechos sanitarios peligrosos. Gracias a este proceso se ha observado que hasta la presente fecha, en varios municipios de la provincia, la gestión de estos desechos es pobremente manejada, desde el punto de vista técnico y económico, relativo a lo que dispone la normativa vigente, en este caso al Reglamento Interministerial para la Gestión Integral de Desechos Sanitarios, Registro Oficial 379 de noviembre de 2014.

Esta situación, como ha señalado la OMS, provoca que existan riesgos tanto físicos como biológicos para el personal que trabaja en la recolección, transporte y disposición final, y para el público en general. Por esta razón se hace necesaria la implementación de un modelo de gestión de amplio espectro para que sea adoptado por todos o la mayoría de municipios de la provincia, a fin de reducir los riesgos así como los costos de gestión.

Como alternativas, el Gobierno Provincial está trabajando en un proyecto conjunto con los Gobiernos Municipales locales para lograr un convenio para la gestión de los desechos sanitarios peligrosos. Gadere S.A. actualmente gestiona estos y otros desechos en la ciudad de Guayaquil, sin embargo, los altos costos de este servicio han creado la necesidad de optar por la creación de una empresa pública provincial para la gestión de los desechos sanitarios peligrosos. A fin que la decisión sea correctamente tomada, esto es, contratar al gestor privado o crear la empresa pública de gestión, se requiere de una investigación que permita

¹ El Parlamento Agua es un espacio de participación ciudadana, que vela por el cuidado y protección de los recursos naturales de la Provincia de Tungurahua, coordinando esfuerzos institucionales en temas de interés como páramos, agua potable, agua de riego, contaminación y saneamiento.

identificar la viabilidad técnica, económica y ambiental de las dos alternativas antes mencionadas.

La empresa pública utilizaría la incineración, tecnología recomendada para el tratamiento de una amplia gama de residuos, y que en los últimos 10 a 15 años, ha experimentado una gran evolución (MARM, 2011) y aceptación por las ventajas que presenta, entre las cuales se puede destacar: a) gran capacidad de reducción del volumen de los residuos (hasta 95%), b) la posibilidad de recuperación de energía, c) el espacio reducido para la operación y d) tratar cualquier tipo de residuos (Academia.edu, 2013).

Cabe mencionar que las cenizas generadas en el proceso requieren de especial atención, al igual que las posibles emisiones de dioxinas y furanos que pueden ser perjudiciales para la salud de las personas y el ambiente en general. Sin embargo, la emisión de dichos gases pueden controlarse en la planta mediante un mantenimiento correcto de la temperatura de salida y por medio de sistemas apropiados de filtrado (Barbieri, Junco, & Álvarez, 2011).

Por todo lo antes mencionado, el presente proyecto analizará la viabilidad de la gestión con Gadere S.A. y comparará con la implementación de la empresa pública provincial, para determinar la viabilidad de cada opción. Finalmente el VAN y la relación Beneficio/Costo serán los instrumentos para la toma de decisiones sobre la gestión más adecuada para la provincia de Tungurahua y sus cantones.

1.2 ALCANCE

El presente estudio planteará la creación de una empresa para la gestión de los residuos hospitalarios peligrosos de la provincia de Tungurahua, así como el análisis técnico, económico y ambiental de ésta, con el fin de determinar la viabilidad de su implementación.

Los servicios prestados por la empresa podrán ser ofertados no sólo a Tungurahua, sino a todas las provincias aledañas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la viabilidad técnica, económica y ambiental de una empresa pública para la gestión de desechos sanitarios peligrosos en la provincia de Tungurahua en comparación con la gestión privada.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar una línea base sobre el número de fuentes y tasas de generación de desechos sanitarios peligrosos en la provincia de Tungurahua.
- Diagnosticar el estado de gestión actual de los desechos sanitarios peligrosos en la provincia y sus cantones.
- Establecer los lineamientos básicos para la creación de una empresa pública de gestión de desechos sanitarios peligrosos.
- Evaluar los costos de la gestión privada en comparación de la gestión pública.
- Evaluar los egresos necesarios que el proyecto necesitará para su gestión en el tiempo.
- Evaluar los beneficios económicos y ambientales de tener este tratamiento en la provincia.
- Hacer una comparación entre las dos alternativas propuestas.

CAPÍTULO II

INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 DESECHOS Y RESIDUOS

El crecimiento constante y acelerado de la población actual constituye uno de los problemas medioambientales de mayor preocupación debido al alto consumo de recursos con la consecuente generación de residuos (Los principales problemas ambientales, 2010).

Pese a ello no existe un consenso sobre la definición del término residuo, sino que varía en función de la entidad que acuñe el término. Por ejemplo, de acuerdo al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente un residuo se define como *“cualquier material descrito como tal en la legislación nacional, cualquier material que figura como residuo en las listas o tablas apropiadas, y en general cualquier material excedente o de desecho que ya no es útil ni necesario y que se destina al abandono”* (CEPAL, 2016).

Por otro lado el CEPIS define un residuo como *“todo material que no tiene un valor de uso directo y que es descartado por su propietario”*, mientras que la EPA establece que residuo es *“todo material (sólido, semisólido, líquido o contenedor de gases) descartado, es decir que ha sido abandonado, es reciclado o considerado inherentemente residual”*.

Se debe mencionar que el uso de la palabra *“waste”* en el idioma inglés ha ocasionado que los términos residuo y desecho sean considerados como iguales (CEPAL, 2016), sin embargo no son igual, y en el caso ecuatoriano en particular el MAE procura establecer una diferencia entre ellos. Por esta razón el Manual de Residuos Hospitalarios de la compañía AV Corp. de Quito (2015), define estos términos como:

- **Residuo:** “Es un material que carece de valor económico para el usuario, pero que posee un valor comercial para su recuperación o reciclado”.

- **Desecho:** “Es un residuo que ya no puede ser reutilizado o reciclado, es decir requiere una disposición final”.

2.1.1 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

Una correcta gestión de los residuos generados requiere de una clasificación apropiada de éstos. De acuerdo al Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe, los residuos pueden clasificarse por su estado, origen, tratamiento al que pueden ser sometidos, efectos potenciales a la salud humana debido a su manejo y por su degradación, como se puede observar en la Tabla 2-1 (CCCB, 2005).

Los objetivos planteados en el presente estudio se enfocan en la gestión de los residuos de origen hospitalario en la provincia de Tungurahua, razón por la que se realizó un análisis más profundo de éstos, conforme se presenta a continuación.

2.1.2 RESIDUOS DE ORIGEN HOSPITALARIO

Según el Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP) y el Ministerio del Ambiente (MAE), los residuos hospitalarios “son aquellos generados en todos los establecimientos de atención de salud humana, animal y otros sujetos a control sanitario, cuya actividad los genere”. (MAE & MSP, 2014)

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, de todos los desechos generados en los establecimientos de salud, aproximadamente un 85% son desechos comunes semejantes a la basura doméstica y el 15% restante es considerado material peligroso (10% infeccioso y 5% especial), que contiene microorganismos que pueden resultar perjudiciales para pacientes hospitalarios, personal sanitario y población en general (OMS, 2015). Esta clasificación se detalla en la Figura 2-1.

En la provincia de Tungurahua, el 77,3% de los residuos hospitalarios proceden de hospitales y consultorios médicos, el 15,5% provienen centros asistenciales, laboratorios y centros de investigación, centros de autopsias y servicios

mortuorios, clínicas veterinarias, bancos de sangre, centros de donación, centros geriátricos y farmacias, y el 7,2% restante procede de fuentes especiales como moteles, peluquerías y centros de diversión nocturna.²

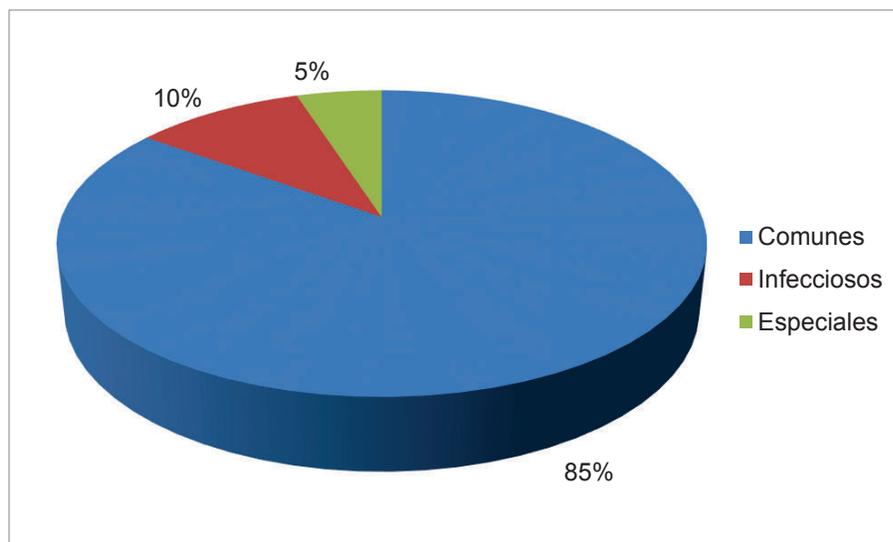
Tabla 2-1: Clasificación de los residuos según diferentes criterios.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN
Por su estado.	Definido en base al estado físico en que se encuentra.	Sólidos. Semisólidos. Líquidos. Gaseosos.
Por su origen.	Clasificación sectorial y sin límite en cuanto a las categorías que pueden ser consideradas.	Domiciliarios, urbanos, municipales. Agrícolas, ganaderos y forestales. Hospitalarios o de centros de atención de salud. Industriales. Mineros. De construcción. Portuarios. Radiactivos.
Por el tratamiento que pueden recibir.	Útil para orientar la gestión integral de los residuos y definir la infraestructura que se necesita para su tratamiento y disposición final.	Residuos semejantes a residuos urbanos y que se pueden disponer en forma conjunta. Residuos que se deben disponer en rellenos de seguridad. Residuos para los cuales la incineración es el tratamiento idóneo. Residuos generados en grandes cantidades y requieren un tratamiento particular. Residuos que pueden ser sometidos a un proceso de valorización.
Por los efectos potenciales debido a su manejo.	-	Peligrosos: pueden generar efectos adversos para la salud y/o el ambiente. Peligrosos no reactivos: han recibido algún tratamiento por lo que han perdido su carácter peligroso. Inertes: no sufren transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. No peligrosos: los que no pertenecen a ninguna categoría anterior.
Por el tipo de degradación.	-	Orgánicos fácilmente biodegradables. Inorgánicos de difícil (o nula) biodegradación.

Fuente: Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe, 2005.

² Datos oficiales proporcionados por la Mesa de Desechos de Tungurahua.

Figura 2-1: Desechos hospitalarios según su peligrosidad.



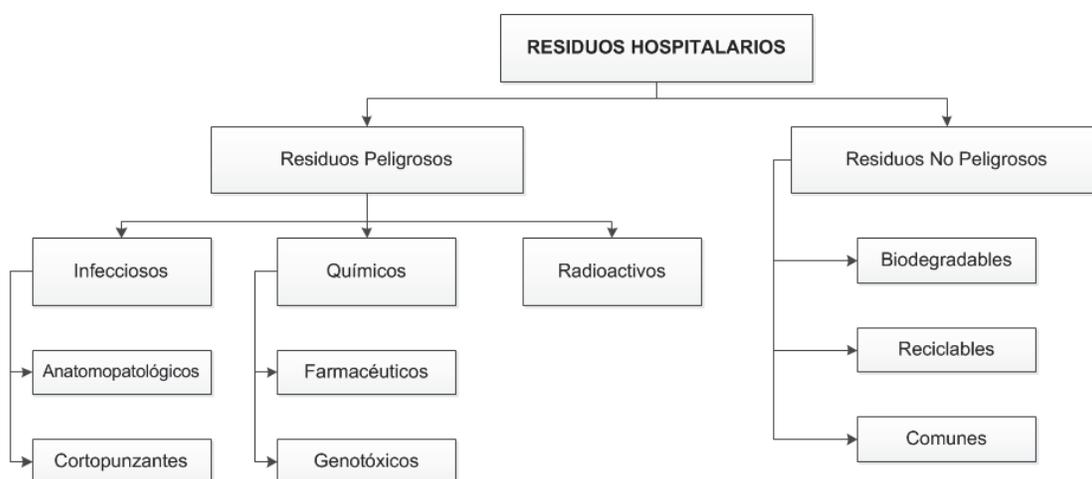
Fuente: OMS, 2015.

La OMS (2015) también señala que los desechos hospitalarios varían en función de las actividades que los generen, y por ello ha elaborado una clasificación ampliada de estos desechos como se presenta a continuación, y que además se puede observar en la Figura 2-2.

- **Desechos infecciosos:** aquellos desechos contaminados con sangre o cualquier otro fluido corporal, cultivos de agentes infecciosos de laboratorio, desechos de autopsias y equipo relacionado a estas actividades como instrumentos médicos desechables o vendajes.
- **Desechos anatomopatológicos:** son tejidos, órganos, fluidos, partes de cuerpos y cadáveres animales.
- **Objetos cortopunzantes:** todo material cortante como jeringas, agujas, bisturíes, cuchillas, etc.
- **Productos químicos:** disolventes de laboratorio, desinfectantes, metales pesados como mercurio en termómetros rotos y baterías.
- **Productos farmacéuticos:** medicamentos caducados, vacunas, y cualquier producto similar que no ha sido utilizado o estén contaminados.

- **Desechos genotóxicos:** son desechos altamente peligrosos por ser mutágenos, teratógenos o cancerígenos, como los medicamentos utilizados en el tratamiento del cáncer.
- **Desechos radioactivos:** principalmente son desechos contaminados con radionucleidos³, por ejemplo materiales empleados en radioterapia.
- **Desechos no peligrosos:** cualquier desecho que no representa peligro físico, biológico, químico o radiactivo particular.

Figura 2-2: Clasificación ampliada de los residuos hospitalarios.



Fuente: Desechos de las actividades de atención sanitaria, OMS, 2015.

Como medida de análisis, la OMS establece que los países con ingresos económicos altos⁴ generan aproximadamente 0,5 kg/día/cama hospitalaria de desechos peligrosos, mientras que los países de ingresos bajos generan diariamente un promedio de 0,2 kg/cama.

Sin embargo, dado que en estos últimos países el control sanitario es deficiente, se cree que esta cifra puede ser mayor (OMS, 2015).

³ Un radionucleido es un nucleido inestable y que por tanto degenera emitiendo radiaciones ionizantes. Definición de <http://www.energia-nuclear.net>.

⁴ Países con un ingreso nacional bruto per cápita de USD 12.735 o más en el año 2014, según TWB.

2.1.2.1 Clasificación ecuatoriana

La normativa ecuatoriana actual es similar a la planteada por la OMS. Esta clasificación agrupa los desechos sanitarios en dos categorías en función de su peligrosidad, como se puede observar en el Reglamento Interministerial para la Gestión Integral de Desechos Sanitarios (MAE & MSP, 2014).

- **Desechos peligrosos**
 - Infecciosos
 - Químicos
 - Farmacéuticos
 - Radiactivos
 - Otros descritos en el Listado de Desechos Peligrosos expedido por la Autoridad Ambiental Nacional
- **Desechos y/o residuos no peligrosos**
 - Biodegradables
 - Reciclables
 - Comunes

2.1.2.2 Riesgos asociados a los desechos hospitalarios peligrosos

Toda persona que se encuentre expuesta a los residuos de las actividades de salud está en riesgo potencial de lesionarse o infectarse (BVSDE, 2004). La eliminación y el adecuado manejo de estos desechos buscan proteger a la población y reducir al mínimo los efectos por su exposición. Se distinguen dos tipos de riesgos, riesgos para la salud y riesgos para el ambiente (Muñoz, 2007):

- **Riesgo para la salud:** es la probabilidad de que ocurran efectos perjudiciales a la salud, a causa de la exposición del personal a agentes físicos, químicos o biológicos, especialmente por objetos cortopunzantes.
 - a. **Riesgo alto:** relacionado con personas expuestas de forma directa al manejo de residuos infecciosos como sangre, tejidos, materiales de laboratorio y objetos cortopunzantes contaminados.

- b. Riesgo medio:** trabajadores que no están en contacto directo con residuos infecciosos o que su contacto no es permanente.
- c. Riesgo bajo:** personas que no tienen contacto con los residuos generados, estando presentes en el hospital o centro de salud.
- **Riesgo para el ambiente:** aquellos que pueden ocasionar efectos adversos al ambiente, por acción de agentes físicos, químicos o biológicos, y que pueden provocar condiciones ambientales potencialmente peligrosas.

A pesar de que sólo el 15% de los desechos de fuentes médicas son considerados peligrosos, este pequeño porcentaje está asociado a graves problemas en la salud humana debido a la presencia de microorganismos que pueden ser dañinos para la población. Según Conant y Fadem (Desechos médicos, pág. 420), los efectos más comunes son los siguientes:

- Tétanos, hepatitis, VIH e infecciones de la piel debido al contacto con agujas usadas y material cortopunzante contaminado.
- Irritación de ojos, sarpullido, alergias, asma y otros problemas respiratorios por inhalación de detergentes y desinfectantes, medicamentos y ciertos productos químicos usados en laboratorio.
- Resistencia a antibióticos ocasionado por el constante manejo y contacto con ellos, llegando al punto en que carecen de algún efecto.
- Cáncer y problemas respiratorios originados en desechos que, cuando se queman, liberan productos químicos y tóxicos.

Los objetos cortopunzantes merecen una mención especial, pues se calcula que a nivel mundial se aplican 16.000 millones de inyecciones al año, la mayor parte de ellas eliminadas incorrectamente, lo que conlleva riesgos de infección, lesiones y en ocasiones hasta reutilización (OMS, 2015).

En los últimos años, los países de ingresos medios y bajos han experimentado una reducción en el número de inyecciones aplicadas con jeringas contaminadas, sin embargo, a pesar de los avances logrados, durante el año 2010 se registraron aproximadamente 34.000 nuevos casos de infecciones por VIH y más de 2

millones de infecciones por los virus de Hepatitis B y C⁵, todas ellas a causa de inyecciones contaminadas en fuentes médicas (OMS, 2015).

2.1.3 FASES DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS DESECHOS SANITARIOS

De acuerdo al Reglamento Interministerial 142, el manejo integral de los desechos sanitarios para el territorio ecuatoriano, distingue dos fases de gestión: interna y externa. Textualmente se lee:

- **Gestión interna**
 - Generación, acondicionamiento, etiquetado, separación en la fuente y almacenamiento primario.
 - Almacenamiento intermedio o temporal.
 - Recolección y transporte interno.
 - Tratamiento interno.
 - Almacenamiento final.
- **Gestión externa**
 - Recolección externa
 - Transporte diferenciado externo
 - Almacenamiento temporal externo
 - Tratamiento externo
 - Disposición final

La gestión interna es exclusiva de todos los establecimientos que generen residuos sanitarios, y están obligados a cumplir con la Normativa Sanitaria y Ambiental vigente.

Hay que recordar que “todo centro de atención de salud generador de residuos hospitalarios deberá contar con un plan de gestión de residuos sólidos hospitalarios que comprenda el manejo intra institucional, el transporte y la disposición final en forma adecuada para la salud y el ambiente” de acuerdo a la normativa existente (Rodríguez & Trindade, 2010).

⁵ 1,7 millones de infecciones por Hepatitis B y 315.000 infecciones por Hepatitis C, según la OMS.

La segunda fase, la gestión externa, se centra en los gestores que “realizan actividades de recolección externa, transporte diferenciado externo, almacenamiento temporal externo, tratamiento externo y/o disposición final de desechos sanitarios”, por lo que deberán “contar con el Permiso Ambiental otorgado por la Autoridad Ambiental competente en cumplimiento de las disposiciones legales vigentes”⁶ (MAE & MSP, 2014).

La Figura 2-3 explica gráficamente las etapas observadas durante el manejo de los desechos hospitalarios.

Figura 2-3: Manejo de los desechos hospitalarios.

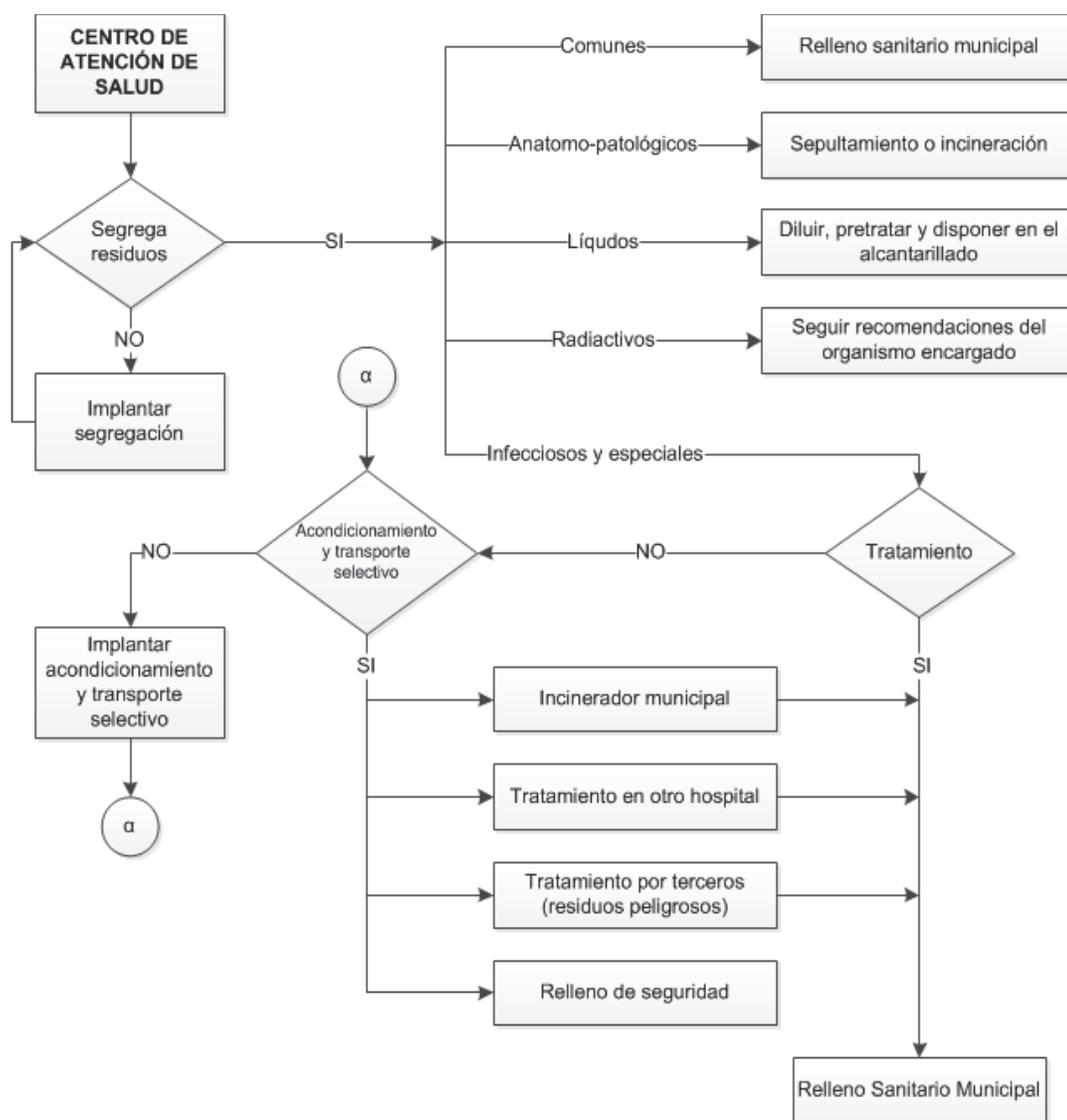


Fuente: CENAQUE – Uruguay

De igual manera, la Guía para Reducir el Impacto de los Residuos Hospitalarios sobre la Salud y el Ambiente (2007), ilustra las acciones a llevarse a cabo durante las etapas de gestión de desechos sanitarios, desde la segregación hasta la disposición final, como se muestra a detalle en la Figura 2-4.

⁶ Cita textual tomada de los artículos 8 y 32 del Reglamento Interministerial para la Gestión Integral de Desechos Sanitarios (2014).

Figura 2-4: Fases de la gestión integral de los desechos sanitarios.



Fuente: Manual de Procedimientos Ambientales. Brasilia. 1997.

Una vez identificadas las diferentes etapas de la gestión integral de los desechos sanitarios, se explica cada una de ellas.

2.1.3.1 Generación

La generación de residuos se origina al momento en que éstos son producidos como resultado de alguna práctica sanitaria. Esta etapa es de suma importancia

para un óptimo manejo de residuos de salud, ya que es la fase en que se debe implementar la minimización de la producción de desechos (Olivetto, 2007).

Olivetto (2007) señala además que esta minimización se puede hacer analizando qué y cómo se compra; es decir, establecer qué tipo de insumos y qué tecnologías se deben adquirir. Para ello es preciso analizar los residuos que podrán generarse una vez utilizados dichos materiales y la forma en que podrán ser dispuestos al final de su vida útil, por lo que se debe buscar reemplazar ciertos insumos tradicionales por otros menos contaminantes para el ambiente.

La reutilización de los desechos comunes generados en las casas de salud y que no representan un riesgo para la salud, como papeles o cartones, también es un punto importante a considerar dentro de cada institución sanitaria. Una muestra de los desechos generados se presenta en la Figura 2-5.

Figura 2-5: Generación de residuos hospitalarios.



Fuente: <http://rutasanitariapolitecnicointer.blogspot.com/>

2.1.3.2 Segregación

Es quizá la etapa más crítica de toda la gestión debido a que durante ésta se realiza una separación y clasificación de los desechos, para evitar que se propaguen ciertas enfermedades a causa de los residuos. Por esta razón, el

personal encargado de manipularlos debe estar plenamente capacitado y contar con el equipo de protección adecuado (Olivetto, 2007).

Cada uno de los residuos clasificados en la casa de salud debe contar con un recipiente apropiado para su colocación, empleándose fundas plásticas de diferentes colores según su contenido, así como recipientes especialmente diseñados para los objetos cortopunzantes. Las identificaciones de cada contenedor juegan un rol muy importante, identificándose tres tipos principales de residuos hospitalarios como se detalla en la Figura 2-6.

Figura 2-6: Etiquetas para contenedores según su riesgo.



El número de recipientes utilizados, así como su tamaño, dependerá de la cantidad de desechos generados en las diferentes fuentes, y el peso de ellos deberá ser el apropiado para que pueda ser manipulado por una sola persona.

2.1.3.2.1 Manipulación y almacenamiento interno

El almacenamiento constituye el depósito al que son llevados los residuos; y se distinguen tres tipos según el nivel de generación (MSP, 2010).

- **Almacenamiento de generación:** directamente en el lugar en el que se produce el residuo, sea infeccioso, cortopunzante, especial o común. Es la primera fase del manejo integral.
- **Almacenamiento transitorio o intermedio:** almacenamiento temporal residuos, en un sitio dispuesto dentro del establecimiento. Su fin es acopiarlos hasta que sean llevados al sitio de almacenamiento final.

- **Almacenamiento final o central:** espacio intra hospitalario para acopiar todos los residuos hasta que sean transportados al sitio de tratamiento o disposición final.

Durante esta etapa es importante que las fundas y recipientes estén completamente sellados y sean almacenados por color, identificados por el símbolo de riesgo biológico en el sitio de almacenamiento, conforme lo señala el Reglamento aplicable a la Red de Servicios de Salud en el Art. 17 (MSP, 2010). De igual forma el personal deberá contar con el equipo de protección adecuado, tanto por higiene, como para evitar posibles lesiones en la piel. Los desechos comunes pueden ser llevados al exterior en espera del recolector municipal.

2.1.3.2.2 Características de los contenedores y las fundas

Los contenedores son recipientes plásticos que siempre deben llevar una funda plástica como se observa en la Figura 2-7.

Figura 2-7: Recipientes para desechos hospitalarios.



Deben cumplir con ciertas características para garantizar un manejo adecuado. Estas especificaciones, según Vera y Romero (2012), se listan a continuación.

- Contenedores completamente herméticos.
- Deben evitar rotura o perforación.
- Su forma debe ser cónica, con la parte más ancha hacia arriba.
- Poseer tapa de cierre hermético y pedal para abrir.

- Tener una superficie lisa para facilitar el lavado.
- Impermeables y de material plástico.
- Deben resistir golpes y deformaciones.
- Envases livianos para facilitar el transporte.
- La capacidad máxima será de diez litros.
- De color rojo, con el símbolo de residuos infecciosos.

Las fundas, por su parte, deberán cumplir lo siguiente:

- De polipropileno (PP) grueso o alta resistencia y densidad.
- Calibre mayor a 1,8 mm.
- Completamente impermeables.
- Resistentes a la ruptura y rasgaduras.
- De capacidad entre 5 y 20 kg.
- Con marca para evitar el punto máximo de llenado.
- En color rojo opaco, que no permita ver su interior.
- Llevar la etiqueta de residuos infecciosos.

2.1.3.3 Recolección y transporte interno

Es proceso por el que los residuos acumulados en el centro sanitario son trasladados hacia otra ubicación, en recipientes con las debidas normas de bioseguridad, con un diseño similar al observado en la Figura 2-8, desde los sitios de generación hasta el sitio de almacenamiento intermedio o central (Vera & Romero, 2012). Al igual que las fases anteriores, el personal que trabaje con estos residuos debe estar perfectamente preparado para cumplir las diferentes normas de seguridad.

Para el proceso de lavado, los recipientes empleados durante la recolección deben ser transportados en forma separada de las fundas utilizadas. Los contenedores deben facilitar su transporte, por lo que deberán estar montados sobre ruedas, poseer tapa adecuada y manija de empuje. La tracción del recolector es manual y siempre deberá llevar la identificación correspondiente al

tipo de desechos que transporta. Su uso debe ser exclusivo para el transporte interno de residuos infecciosos, según señala el Capítulo VI del Reglamento para la Red de Servicios de Salud en el Ecuador (MSP, 2010).

Figura 2-8: Vehículo para transporte interno de residuos hospitalarios.



Fuente: <http://www.colabarrotos.com.co/Portals/0/Productos/Estra/Roller181Lt.jpg>

2.1.3.4 Punto de acopio interno

Olivetto (2007) señala que “el almacenamiento debe realizarse en un local apropiado y en los recipientes pertinentes, a la espera de que sean retirados para su tratamiento”. Las características de los sitios de almacenamiento final varían de acuerdo a la normativa existente y en función de la cantidad de residuos generados. Algunas de estas características son las siguientes (Vera & Romero, 2012):

- Dimensiones del almacenamiento en función del volumen de generación total y tipo de residuos.
- El sitio debe ser de fácil acceso.
- La ubicación debe garantizar facilidad de maniobra y operación.
- De materiales resistentes, protegido ante cualquier eventualidad como las altas temperaturas y no permitir el acceso de animales.
- Con ductos de ventilación adecuados.

- Área completamente señalizada según el tipo de residuo y en lugares de fácil visualización.

Cuando se trate de generadores menores, el almacenamiento de residuos debe realizarse en recipientes de un tamaño apropiado. Para ello debe disponerse de un espacio exclusivo y seguro para el acopio de estos desechos, que no sea accesible al público, verificando que los recipientes estén herméticamente cerrados y resguardados ante cualquier tipo de roturas, golpes o efectos del calor.

Para el caso de generadores medianos y grandes, el almacenamiento final se realizará mediante fundas y contenedores de mayor tamaño y resistencia, acorde a las necesidades de cada institución, facilitando la acumulación y el retiro de los residuos como se aprecia en la Figura 2-9 (Olivetto, 2007).

Figura 2-9: Almacenamiento interno de residuos hospitalarios.



Fuente: <http://www.descont.com.co/images/portfolio/vign4.jpg>

2.1.3.5 Recolección y transporte externo

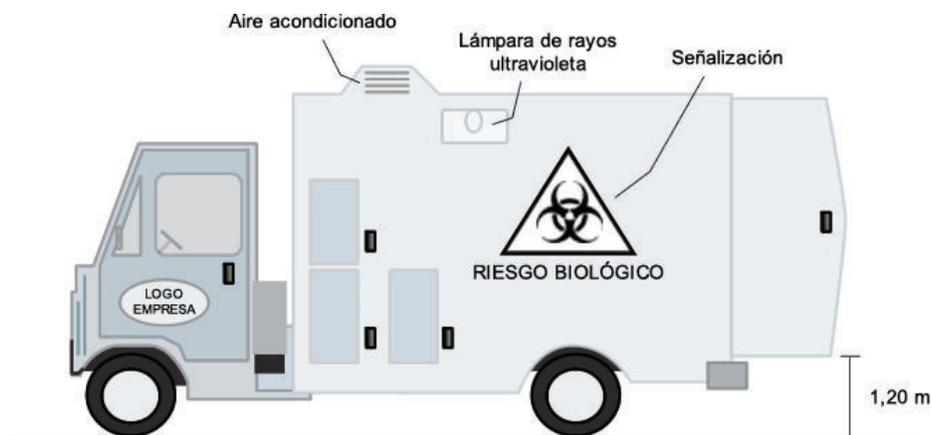
Durante esta etapa los desechos son trasladados desde el sitio de almacenamiento central de cada institución médica hasta la planta de tratamiento del gestor ambiental. Debido al tipo de desechos que transportan, esta fase está reglamentada con ciertas normas de cumplimiento obligatorio, tanto para los

vehículos de transporte como para los operadores. En el caso nacional están registrados y controlados por la Autoridad Ambiental (MAE) y de Salud Pública (MSP).

En la Figura 2-10 se presenta un ejemplo del vehículo empleado para la recolección y transporte externo, el que debe contar con las siguientes especificaciones (Martínez, 2015).

- Internamente los vehículos deben estar revestidos con aluminio o acero inoxidable, para prevenir derrames de cualquier material.
- En todo vehículo se debe mostrar claramente las etiquetas alusivas al tipo de residuo transportado.
- Deben estar provistos de un adecuado sistema de ventilación.
- Después de cada recolección el vehículo se deberá limpiar y desinfectar en un lugar adecuado.

Figura 2-10: Vehículo para transporte de residuos hospitalarios.



2.1.3.6 Tratamiento externo y disposición final

El tratamiento externo es de fundamental importancia a la hora de procurar la protección del ambiente. Existen varias tecnologías aplicables para esta tarea, recomendándose principalmente aquellos métodos que presenten las menores afectaciones a la naturaleza. El objetivo que se persigue con el tratamiento de estos desechos es el de reducir la peligrosidad y el volumen de una manera

ambientalmente adecuada, y que no represente un riesgo para la salud (Martínez, 2015).

Entre los diferentes tratamientos empleados destacan la esterilización a vapor y la incineración. Otras tecnologías empleadas para tratar desechos peligrosos son la desinfección por microondas, esterilización química mediante agentes desinfectantes, inactivación con calor seco, esterilización con gas, irradiación, etc. (Olivetto, 2007). Estos tratamientos serán analizados en detalle más adelante.

2.2 NORMATIVA LEGAL

El análisis de los aspectos legales se desarrolla según la pirámide de Kelsen, que es un sistema jurídico empleado para jerarquizar las leyes, de mayor a menor. La Constitución del Ecuador es muy clara respecto a este tema, como lo señalan los artículos siguientes:

- **Art. 424.** La Constitución es la norma suprema y prevalece sobre cualquier otra del ordenamiento jurídico. Las normas y los actos del poder público deberán mantener conformidad con las disposiciones constitucionales; en caso contrario carecerán de eficacia jurídica.
- **Art. 425.** El orden jerárquico de aplicación de las normas será el siguiente: La Constitución; los tratados y convenios internacionales; las leyes orgánicas; las leyes ordinarias; las normas regionales y las ordenanzas distritales; los decretos y reglamentos; las ordenanzas; los acuerdos y las resoluciones; y los demás actos y decisiones de los poderes públicos.

Gráficamente, la pirámide de Kelsen para el caso ecuatoriano es la que se presenta en la Figura 2-11.

El tema de la contaminación ambiental preocupa cada vez más en los diferentes ámbitos sociales, ya que cada vez es más notable el daño causado por las actividades humanas, sobre todo a raíz de la industrialización de la sociedad. Por este motivo los tratados internacionales y los diferentes gobiernos han empezado

a crear leyes que regulen a las diferentes fuentes contaminantes, para reducir su impacto sobre el ambiente.

El presente estudio aborda la normativa relacionada con los desechos peligrosos hospitalarios, los cuales cuentan con dos documentos principales: el “Reglamento para el Manejo de los Desechos Infecciosos en la Red de Servicios de Salud en el Ecuador”, elaborado por el MSP y de uso obligatorio para toda institución de salud, y el “Reglamento Interministerial para la Gestión Integral de Desechos Sanitarios” expedido por el MAE y el MSP. A continuación se detalla la normativa legal aplicable a este estudio.

Figura 2-11: Pirámide de Kelsen para el caso ecuatoriano.



Fuente: Constitución del Ecuador.

2.2.1 CONSTITUCIÓN DEL ECUADOR

- **Art. 14.** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

- **Art. 15.** El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de Tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.
- **Art. 32.** La Salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

2.2.2 LEY ORGÁNICA DE SALUD

- **Art. 3.-** La salud es el completo estado de bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. Es un derecho humano inalienable, indivisible, irrenunciable e intransigible, cuya protección y garantía es responsabilidad primordial del Estado; y, el resultado de un proceso colectivo de interacción donde Estado, sociedad, familia e individuos convergen para la construcción de ambientes, entornos y estilos de vida saludables.
- **Art. 100.-** La recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos es responsabilidad de los municipios que la realizarán de acuerdo con las leyes, reglamentos y ordenanzas que se dicten para el efecto, con observancia de las normas de bioseguridad y control determinadas por la autoridad sanitaria nacional. El Estado entregará los recursos necesarios para el cumplimiento de lo dispuesto en este artículo.
- **Art. 103.-** [...] Los desechos infecciosos, especiales, tóxicos y peligrosos para la salud, deben ser tratados técnicamente previo a su eliminación y el depósito final se realizará en los sitios especiales establecidos para el efecto por los municipios del país.
- **Art. 112.-** Los municipios desarrollarán programas y actividades de monitoreo de la calidad del aire, para prevenir su contaminación por emisiones provenientes de fuentes fijas, móviles y de fenómenos naturales.

Los resultados del monitoreo serán reportados periódicamente a las autoridades competentes a fin de implementar sistemas de información y prevención dirigidos a la comunidad.

2.2.3 LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL

- **Art. 20.-** Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo.
- **Art. 29.-** Toda persona natural o jurídica tiene derecho a ser informada oportuna y suficientemente sobre cualquier actividad de las instituciones del Estado que conforme al Reglamento de esta Ley, pueda producir impactos ambientales.

2.2.4 LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

- **Art. 1.-** Queda prohibido expeler hacia la atmósfera o descargar en ella, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, contaminantes que, a juicio del Ministerio de Salud y Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, puedan perjudicar a la salud y vida humana, la flora, la fauna y los recursos o bienes del estado o de particulares o constituir una molestia.
- **Art. 5.-** Las instituciones públicas o privadas interesadas en la instalación de proyectos industriales, o de otras que pudieran ocasionar alteraciones en los sistemas ecológicos y que produzcan o puedan producir contaminación al aire, deberán presentar al Ministerio de Salud y del Ambiente, según corresponda, para su aprobación previa, estudios sobre el impacto ambiental y las medidas de control que se proyecten aplicar.

2.2.5 ACUERDO MINISTERIAL 026

- **Art. 1.-** Toda persona natural o jurídica, pública o privada, que genere desechos peligrosos deberá registrarse en el Ministerio del Ambiente, de acuerdo al procedimiento de registro de generadores de desechos peligrosos determinado en el Anexo A.
- **Art. 2.-** Toda persona natural o jurídica, pública o privada, nacional o extranjera que preste los servicios para el manejo de desechos peligrosos en sus fases de gestión: reuso, reciclaje, tratamiento biológico, térmico, físico, químico y para desechos biológicos; coprocesamiento y disposición final, deberá cumplir con el procedimiento previo al licenciamiento ambiental para la gestión de desechos peligrosos descrito en el Anexo B.

En el Anexo B de este acuerdo se detallan los procedimientos que se deberán llevar a cabo para el licenciamiento y registro de prestadores de servicios de manejo de desechos peligrosos, incluyendo los procedimientos y requisitos para la emisión, suspensión y revocatoria de la licencia ambiental. Dentro de este anexo está la solicitud para el manejo de los desechos peligrosos, “Modalidad D: Incineración de Desechos Peligrosos”, que debe ser considerada al momento de buscar el licenciamiento de la planta incineradora. Este documento se presenta en el Anexo 3.

2.2.6 ACUERDO MINISTERIAL 061 – REFORMA AL LIBRO VI DEL TULSMA

- **Art. 78 Ámbito.-** El presente Capítulo regula las fases de gestión y los mecanismos de prevención y control de la contaminación por desechos peligrosos y/o especiales en el territorio nacional, al tenor de los procedimientos y normas técnicas previstos en la normativa aplicable y en los Convenios Internacionales relacionados con esta materia, suscritos y ratificados por el Estado ecuatoriano.
- **Art. 79 Desechos peligrosos.-** A efectos del presente libro se considerarán como desechos peligrosos, los [...] que tengan características

corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico infecciosas y/o radioactivas, que representen un riesgo para la salud humana y el ambiente de acuerdo a las disposiciones legales aplicables.

- **Art. 101.-** Los desechos peligrosos y/o especiales, deben ser recolectados en forma tal que no afecte la salud de los trabajadores ni el ambiente y se asegure una clasificación por tipo de desechos. [...] Las personas naturales o jurídicas que presten servicio en las fases de recolección y transporte de desechos peligrosos y/o desechos especiales, en el marco del alcance de su permiso ambiental, pueden prestar este servicio únicamente a los generadores registrados.
- **Art. 106.-** Las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas nacionales o extranjeras que transporten materiales peligrosos y/o especiales deberán obtener el permiso ambiental respectivo.
- **Art. 113.-** El transporte de desechos peligrosos y/o especiales, será exclusivo para este fin, es decir, que no debe ser realizado con otro tipo de productos.

2.2.7 REGLAMENTO INTERMINISTERIAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE DESEHOS SANITARIOS

- **Art. 4.-** Las Autoridades Sanitaria y Ambiental, en el ámbito de sus competencias, serán responsables de:
 1. Coordinar acciones interinstitucionales para la gestión integral de desechos sanitarios, con el propósito de optimizar e integrar los esfuerzos y recursos de la administración pública.
 8. Validar los métodos y tecnologías de tratamiento, aplicables a los desechos sanitarios, descritos en el presente Reglamento, conforme lo establece la Normativa Ambiental aplicable, Norma Técnica a expedirse para la aplicación del presente Reglamento y las Normas Internacionales existentes para el efecto.

- **Art. 5.-** Son responsabilidades y obligaciones de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales:
 1. Realizar la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los desechos sanitarios [...], ya sea por gestión directa [...] o a través de gestores externos, bajo la responsabilidad del Gobierno Municipal.

- **Art. 18.-** Para el tratamiento de los desechos infecciosos anatómo-patológicos, se entregarán a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o gestores autorizados, que cuenten con el Permiso Ambiental, conforme lo dispuesto en la Normativa Ambiental aplicable.

- **Art. 32.-** Todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, nacionales o extranjeras que realicen actividades de recolección externa, transporte diferenciado externo, almacenamiento temporal externo, tratamiento externo y/o disposición final de desechos sanitarios, deben contar con el Permiso Ambiental otorgado por la Autoridad Ambiental competente, cumpliendo con las disposiciones legales vigentes.

- **Art. 40.-** Se recolectarán los desechos infecciosos que se encuentren debidamente acondicionados, etiquetados y en los respectivos contenedores sin ser compactados.

- **Art. 41.-** Los desechos infecciosos que no reciban ningún tipo de tratamiento en los establecimientos generadores, serán recolectados y transportados de manera diferenciada, sin compactar, evitando la ruptura de fundas y de recipientes que contienen desechos corto-punzantes para no dificultar su tratamiento y/o disposición final.

- **Art. 54.-** El tratamiento externo de desechos infecciosos, se realizará conforme la Norma Técnica que se expedirá para la aplicación del presente Reglamento y Normativa Ambiental aplicable.

2.2.8 REGLAMENTO PARA EL MANEJO DE LOS DESECHOS INFECCIOSOS PARA LA RED DE SALUD EN EL ECUADOR

- **Art. 32.-** Es responsabilidad de los Municipios el manejo externo de los desechos infecciosos de conformidad con lo establecido en el Art. 100 de la Ley Orgánica de Salud.
- **Art.33.-** La recolección diferenciada es el proceso especial de entrega-recepción de los desechos infecciosos y especiales generados en los establecimientos de salud, con un vehículo exclusivo de características especiales y con personal capacitado para el efecto.
- **Art.35.-** La disposición final es un método de confinación de los desechos infecciosos y especiales generados en las instituciones de salud, que se realizará de acuerdo a lo establecido en el presente reglamento.
- **Art.44.-** Es Obligatorio que todo el personal que manipula los desechos infecciosos, cortopunzantes, especiales y comunes utilicen las medidas de protección de acuerdo a las normas nacionales e internacionales.
- **Art. 47.-** Con la finalidad de realizar un adecuado manejo de los desechos infecciosos se prohíbe:
 1. La utilización de incineración como método de tratamiento de los desechos infecciosos.

2.2.9 OTRAS NORMATIVAS

- **NT INEN 2266:2013.-** Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. Requisitos.

2.3 ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SANITARIOS PELIGROSOS

Son varias las alternativas que se proponen para el tratamiento de los desechos hospitalarios, siendo cuatro las tecnologías más utilizadas a nivel mundial: esterilización a vapor o autoclave, incineración, desinfección por microondas y tratamiento químico (Monge, 2014). Para la selección de cualquiera de ellas es importante evaluar algunos aspectos como:

- Impacto ambiental.
- Horas de funcionamiento continuo del equipo.
- Existencia de soporte técnico para su mantenimiento.
- Condiciones específicas locales.
- Condiciones futuras y cambios potenciales.
- Condiciones de seguridad del personal.
- Exigencias legales y permisos requeridos.
- Percepción ciudadana respecto al proyecto.
- Costos de instalación, operativos y de mantenimiento.

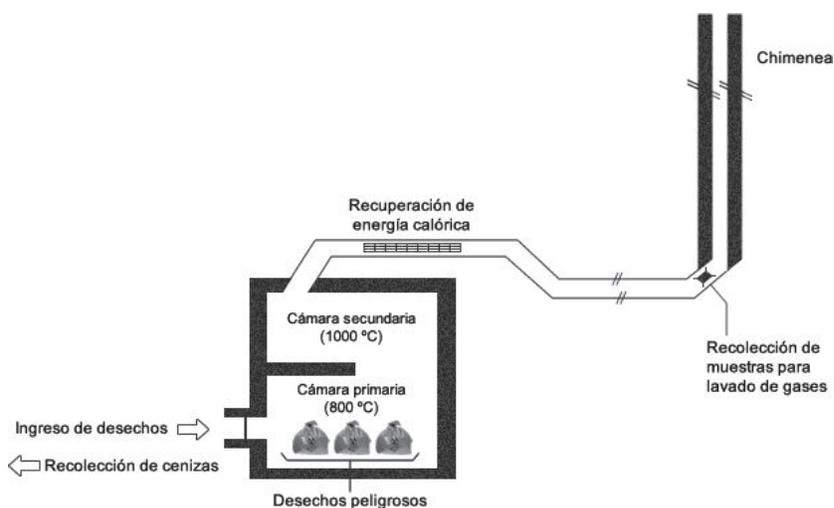
A continuación se detallan estas tecnologías, sus características, ventajas y desventajas, de acuerdo a un amplio estudio realizado por el Ministerio de Salud de Perú (MINSA) en el año 2004.

2.3.1 INCINERACIÓN

2.3.1.1 Descripción del proceso

Consiste en un proceso de combustión por el que se incineran los residuos peligrosos bajo condiciones controladas de presión y temperatura. Este sistema garantiza la destrucción total de los patógenos, consigue una importante reducción de todos los residuos, tanto en peso como en volumen, y permite transformar la materia orgánica en materiales inertes como vapor de agua, gases y cenizas (MINSA, 2004). El equipo se ilustra en la Figura 2-12.

Figura 2-12: Diagrama de un incinerador.



Fuente: Ministerio de Salud de Perú.

Esta tecnología es empleada en el tratamiento de residuos infecciosos y especiales, a excepción de aquellos residuos con presencia de metales pesados o con características radiactivas, logrando una reducción aproximada de volumen de hasta el 90%. Una de las principales características de esta tecnología es que elimina los desechos dejándolos irreconocibles e inertes (MINSa, 2004).

Para un correcto proceso de desinfección, los equipos deben estar provistos, por lo menos, con dos cámaras de incineración; la primera cámara debe operar a temperaturas comprendidas entre 650°C y 850°C, mientras que la segunda cámara tendrá una temperatura mínima de 1200°C.

Esta segunda cámara garantiza que los gases que llegan de la primera, cargados con contenidos tóxicos como dioxinas y otros compuestos contaminantes⁷, rompan sus enlaces químicos y se obtenga un efluente mínimo de emisiones peligrosas, las que deberán ser controladas con un equipo especialmente diseñado para este fin. Adicional a estas dos cámaras el equipo debe contar con filtros y lavadores de partículas (MINSa, 2004).

⁷ Especialmente PCBs, SOx y NOx.

Los límites máximos permitidos para emisiones a la atmósfera desde incineradores de desechos hospitalarios según la normativa ecuatoriana son los que presentan en la Tabla 2-2:

Tabla 2-2: Límites Máximos Permisibles de Concentraciones de Emisión al Aire de Incineradores de Desechos Peligrosos u Hospitalarios (mg/Nm³)⁸.

CONTAMINANTE	FUENTE FIJA ACTUAL (hasta marzo de 2013)	FUENTE FIJA NUEVA (a partir marzo de 2013)
Material particulado	55	40
SO ₂	110	55
NO _x	610	400
CO	90	50
HCl	60	10
As, Se, Co, Ni, Te (1)	2.2*	0.7
Cd, Tl (1)	0.1*	0.05*
Pb, Sb, Cr, Pt, Cu, Vn, Zn, Sn, Mn, Pd (1)	3.3*	0.9
Hg (1)	0.1	0.05
Dioxinas y furanos UTE (1)	11	0.2

*Suma total de metales pesados.

(1) ng/Nm³: nanogramos de Unidades de Toxicidad Equivalente (UTE) por metro cúbico normal (Nm³) de gas de combustión, a 1013 mbar de presión y temperatura de 0 °C, en base seca y corregidos al 11% de oxígeno.

Fuente: TULSMA.

2.3.1.2 Características del equipo

El equipo posee una cámara principal elaborada de acero, material que permite tener una alta resistencia a las temperaturas elevadas. Interiormente está revestida con material refractario con el fin de retener el calor producido por los quemadores, los que pueden ir desde uno en adelante, de acuerdo el tamaño de la cámara o la temperatura deseada (MINSa, 2004).

En ocasiones, algunas cámaras primarias poseen sistemas adicionales para lograr una combustión completa de los residuos y así mantener una temperatura adecuada para la operación del equipo, de tal forma que no requiere el uso de

⁸ Metro cúbico normal, m³N o Nm³, implica que está a temperatura y presión estandarizadas.

combustible adicional, sino únicamente del calor producto de la combustión de los desechos. Para obtener resultados satisfactorios la temperatura de operación debe estar entre los 600 y 850°C (MINSa, 2004).

En comparación a la primera, la segunda cámara es de un tamaño inferior y también está elaborada de acero y revestida por material refractario resistente a temperaturas más elevadas. Los gases generados en la primera cámara de combustión son incinerados nuevamente gracias a un quemador adicional que opera a una temperatura mayor a los 1200°C (MINSa, 2004), tal que pueda evitar la formación de compuestos químicos tóxicos. En la Figura 2-13 se ilustra un incinerador convencional de doble cámara.

Figura 2-13: Incinerador de doble cámara.



Fuente: Ministerio de Salud de Perú

Para terminar, los gases generados en la segunda cámara de combustión deben pasar por un sistema de lavado de gases. Básicamente el proceso de lavado consiste en varias duchas que retienen las partículas suspendidas en la cámara post combustión y enfrían los gases que pasan a través de un filtro, antes de ser liberados al ambiente (MINSa, 2004).

2.3.1.3 Aspectos técnico-operativos

Debido a su naturaleza altamente contaminante, el proceso de incineración de desechos biológicamente infecciosos requiere operar a altas temperaturas con tiempos mínimos de exposición, para asegurar la destrucción de todos los patógenos que pudieran estar presentes en los residuos. Esta eliminación de microorganismos se garantiza durante la segunda incineración, la que se realiza durante un tiempo de residencia de aproximadamente un segundo a temperaturas no menores a los 1200°C (MINSa, 2004).

Bajos estas condiciones, se logrará una incineración adecuada de los diferentes elementos tóxicos que se generen en la primera cámara. Dos aspectos fundamentales a tener en cuenta para un correcto desempeño del equipo de incineración es la composición de los residuos que ingresan a la cámara de combustión y la tasa de alimentación del incinerador (MINSa, 2004).

La incineración presenta una gran ventaja gracias a la gran capacidad de destrucción de la materia orgánica en la que se incluye todo tipo de patógenos. Además, los residuos son reducidos hasta en un 95% a la vez que los deja irreconocibles antes de ser llevados a su disposición final (MINSa, 2004).

Sin embargo, antes de implementar esta tecnología se debe considerar los diferentes impactos ambientales que podría ocasionar su operación. Por ello, los estándares de protección ambiental exigen implementar incineradores de alta eficiencia y con equipos adecuados para la limpieza de los productos de combustión⁹.

2.3.1.4 Ventajas y desventajas

- **Ventajas**

- Reduce el volumen hasta en un 95%.

⁹ Recomendación tomada del documento "Tecnologías de tratamiento de residuos sólidos de establecimientos de salud", elaborado por el Ministerio de Salud de Perú.

- Destruye totalmente a los patógenos, siempre que opere a las temperaturas ideales.
- Los residuos no necesitan acordonamiento previo al proceso.
- Se puede optar por sistemas móviles de incineración.
- Posee un amplio espectro de tratamiento.

- **Desventajas**

- Las emisiones gaseosas pueden contener elementos tóxicos.
- Riesgos de fogonazos, incendios y quemaduras durante la fase de operación.
- El personal debe estar altamente entrenado y capacitado para operación y mantenimiento.
- Posee altos costos de operación y mantenimiento.

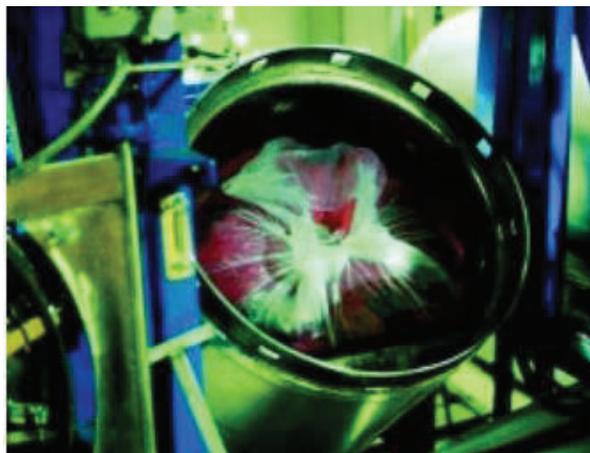
2.3.2 ESTERILIZACIÓN A VAPOR (AUTOCLAVE)

2.3.2.1 Descripción del proceso

Consiste en el tratamiento en el que se desinfecta los residuos contaminados a través de la acción de vapor saturado a presión dentro de una cámara herméticamente cerrada, conocida como autoclave. Al interior de la cámara, los residuos se someten a temperaturas elevadas para destruir los patógenos que se encuentren en éstos. De todos los métodos de esterilización a vapor existentes, el autoclave es el más conocido que hay (MINSA, 2004).

Al igual que en la incineración, las condiciones adecuadas de temperatura y el tiempo de tratamiento de los residuos son aspectos fundamentales para una desinfección eficaz. Para una adecuada operación, las temperaturas de tratamiento deben estar entre 135 a 137°C, por un tiempo mínimo de 30 minutos (MINSA, 2004). En la Figura 2-14 se puede observar un esterilizador antes de realizar el tratamiento.

Figura 2-14: Esterilizador a vapor en centros de salud.



Fuente: Ministerio de Salud de Perú.

2.3.2.2 Características del equipo

La cámara de tratamiento es totalmente hermética y está elaborada de acero inoxidable; en ella se colocan los residuos a ser esterilizados. Su diseño debe garantizar la resistencia a las altas presiones y a los vacíos de presión. El método de tratamiento inicia con la generación de un vacío que extrae el aire contenido en la cámara, para luego inyectarle vapor de agua para evitar que se formen burbujas de aire que impidan alcanzar la temperatura ideal para una correcta desinfección (MINSA, 2004).

Luego, se procede a realizar un nuevo proceso de vacío para extraer el aire y vapor remanentes, garantizando que no haya más bolsas de aire en la cámara de tratamiento. Inmediatamente después se inyecta vapor y se incrementa la temperatura hasta 137°C mediante un sistema de control automático. Finalmente empieza a correr el temporizador, desinfectando al menos durante 30 minutos¹⁰.

Cuando el tiempo se ha cumplido se realiza un tercer y último vacío que extrae el vapor condensado en la cámara. Este proceso se realiza durante un tiempo de 15

¹⁰ Si la temperatura llegara a caer por debajo de los 137°C el tiempo se reinicia y comienza nuevamente de cero.

minutos. Bajo estas condiciones de temperaturas altas y presiones bajas se produce un proceso físico-químico de evaporación y sublimación del agua presente en los residuos tratados, esperando una humedad final del 5%. Finalmente se extraen de la cámara los residuos completamente esterilizados (MINSA, 2004).

2.3.2.3 Aspectos técnico-operativos

El uso de autoclaves se recomienda para cualquier institución médica que posea algún tipo de generación de residuos infecciosos. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los aspectos técnicos y las limitantes económicas del sistema orientarían su uso a establecimientos de salud que cuenten con las condiciones necesarias para satisfacer la elevada demanda eléctrica necesaria para la operación adecuada de las calderas incorporadas en los equipos¹¹. En la Figura 2-15 se aprecia un equipo de tratamiento de residuos hospitalarios.

Figura 2-15: Autoclave implementado en hospitales peruanos.



Fuente: Ministerio de Salud de Perú

Debido a que el sistema no reduce ni destruye la masa, se recomienda realizar un tratamiento complementario, que puede ser la incineración o trituración, para dejar

¹¹ Según el estudio realizado por Ministerio de Salud de Perú.

irreconocibles a los residuos que salen del proceso de esterilización, especialmente en el caso de jeringas y agujas (MINSA, 2004).

En la aplicación de este sistema se debe tener en cuenta la temperatura y el tiempo, para una completa esterilización de los residuos tratados. Estos parámetros dependen del tipo de patógeno que se pretende esterilizar y de las características operativas adecuadas para el tratamiento.

2.3.2.4 Ventajas y desventajas

- **Ventajas**

- Reducción del volumen hasta un 40%.
- Si se aplica un tratamiento complementario adicional se reduce el volumen hasta un 70%.
- Si se opera a condiciones adecuadas de temperatura, presión y tiempo se logra una destrucción total de los patógenos.
- Los residuos no necesitan ser acondicionados previamente al proceso de desinfección.
- Se puede optar por sistemas móviles.
- Los costos de inversión, operación y mantenimiento son comparativamente bajos.
- Los efluentes son estériles.
- Es de fácil operación.

- **Desventajas**

- Altos riesgos de quemaduras por mala operación.
- Los costos de operación bajos dependen de una alimentación adecuada de vapor.
- Para un tratamiento completo se requiere de un sistema adicional de destrucción de residuos.
- Al final del proceso los residuos continúan siendo reconocibles, por lo tanto existen un peligro potencial de reutilización.

2.3.3 DESINFECCIÓN POR MICROONDAS

2.3.3.1 Descripción del proceso

De acuerdo al Ministerio de Salud de Perú, es un proceso en el que “se aplica una radiación electromagnética de corta longitud de onda a una frecuencia característica”¹². Al aplicar esta energía a dicha frecuencia, las moléculas de agua que poseen materia orgánica tratable son afectadas por la radiación, ocasionando un choque entre moléculas lo que provoca un cambio en sus niveles de energía.

La desinfección de los desechos se produce por este choque molecular, que ocasiona que las moléculas friccione entre sí, produciendo un aumento de la temperatura del agua contenida en los residuos. Esta tecnología requiere una trituración previa de los residuos para mejorar la eficiencia del proceso (MINSA, 2004).

Una vez que los residuos hayan sido acondicionados previamente (triturados) se les inyecta vapor de agua a altas temperaturas. Inmediatamente son transportados por medio de un sistema de bandas automáticas hacia la cámara de tratamiento, donde se expone a cada partícula a la acción desinfectante de las ondas microondas. Finalmente el producto obtenido está listo para ser llevado al sitio de disposición final. La reducción del volumen de los residuos alcanza un 60% (MINSA, 2004).

2.3.3.2 Características del equipo

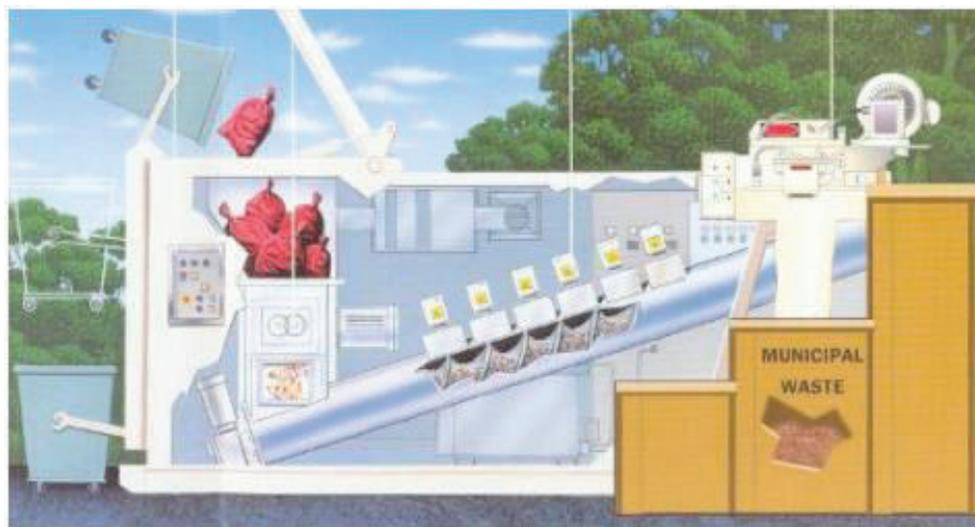
El equipo está conformado por cuatro secciones. Inicialmente se tiene un sistema automático de carga para que el operador evite el contacto directo con los desechos. Este sistema eleva los residuos hasta la parte superior del equipo, donde son triturados hasta obtener una masa homogénea. Posterior a la trituración, el vapor de agua es inyectado para elevar la humedad del desecho hasta un 90% aproximadamente (MINSA, 2004).

¹² Cita textual del estudio realizado por el MINSA, 2004.

Después de este primer proceso, los desechos son transportados hasta la cámara de generación de microondas, las que irradiarán ondas de alta frecuencia por un lapso de tiempo de 30 minutos, operando a una temperatura de 95°C.

Al final de todo el proceso los residuos quedarán completamente desinfectados y listos para colocarlos en un contenedor apropiado, hasta su recolección. Una ilustración del sistema se observa en la Figura 2-16.

Figura 2-16: Desinfección de desechos sólidos por microondas.



Fuente: Ministerio de Salud de Perú

2.3.3.3 Aspectos técnico-operativos

Este sistema logra reducir, mediante trituración, hasta un 60% el volumen de los residuos tratados. Si bien no se producen emisiones contaminantes a la atmósfera, durante la operación se podrían liberar algunos compuestos volátiles de acuerdo a las características del residuo. No se producen vertidos líquidos y al final el producto es irreconocible (MINSAs, 2004).

La operación es bastante compleja y requiere de un sistema de trituración adicional. Debido a la alta demanda energética del equipo, por el funcionamiento de los sistemas de tratamiento, carga y transporte automático se necesita de un

amplio grupo de baterías (MINSA, 2004). La inversión económica de estos equipos es alta, tanto para la instalación como para la operación y mantenimiento, por lo que es poco factible su implementación, pese a que su impacto ambiental es relativamente bajo.

2.3.3.4 Ventajas y desventajas

- **Ventajas**

- El volumen se reduce hasta en un 60%.
- Salvo la trituración, no requiere otro tipo de acondicionamiento previo al proceso.
- Se puede contar con sistemas de tratamiento móviles.
- Tiene la capacidad de tratar tanto residuos comunes como infecciosos.
- Operación con bajo riesgo para el personal.
- No se producen efluentes ni emisiones peligrosas.
- No requiere el uso de productos químicos.
- El producto final es irreconocible.
- Los niveles de olor y ruido son bajos.
- Tiene un impacto ambiental bajo dado que no produce emisiones gaseosas ni líquidas peligrosas.
- Los vertedores municipales so se sobrecargan.
- Hay aceptación por parte de la población que habita alrededor.

- **Desventajas**

- El personal debe estar entrenado y capacitado para la operación y mantenimiento de los equipos.
- Los costos de inversión y mantenimiento son elevados.
- Las temperaturas a las que opera no garantizan una eliminación total de los patógenos presentes en los residuos.
- La capacidad de tratamiento es mínima, limitando su aplicación a una sola institución por equipo.

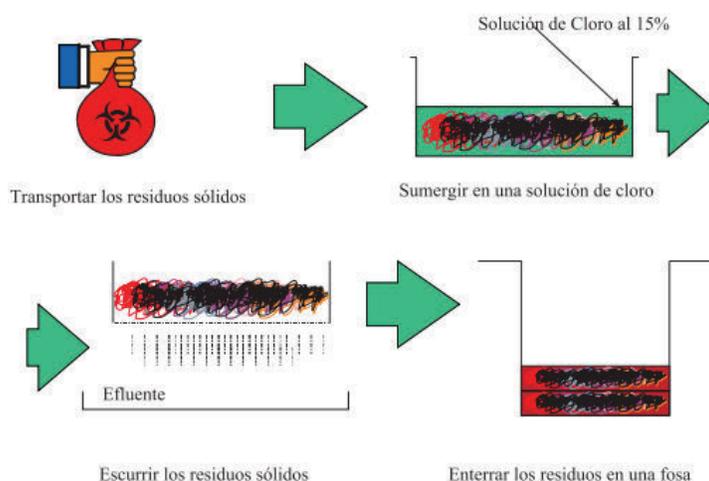
2.3.4 TRATAMIENTO QUÍMICO

2.3.4.1 Descripción del proceso

Consiste en un sistema que destruye los patógenos a través de la acción de ciertos compuestos químicos. Esta tecnología se recomienda para instituciones de salud con baja generación de desechos, alrededor de 10 kg/día. Al aplicar esta tecnología se puede desinfectar los residuos por contacto con un químico desinfectante, de naturaleza líquida, que destruye a los agentes patógenos.

El tratamiento empieza cuando los desechos son depositados en un recipiente en el que se mezclan con el desinfectante. Al cabo de un determinado periodo de contacto con el agente químico, el producto es retirado y escurrido para ser transportado a un relleno sanitario (MINSA, 2004). Una ilustración del proceso se observa en la Figura 2-17

Figura 2-17: Proceso de tratamiento químico de desechos sólidos.



Fuente: Ministerio de Salud de Perú

2.3.4.2 Características del proceso

Esta técnica es especialmente aceptada para tratar desechos líquidos, sin embargo, hay casos en los que pueden tratarse también los residuos sólidos

peligrosos. Para iniciar el proceso, los desechos se sumergen en una solución química, generalmente cloro al 15%. La solución está en contacto con los residuos por un lapso de tiempo de aproximadamente 20 minutos, luego serán escurridos y transportados al sitio de disposición final. La solución química remanente se puede eliminar directamente en la red pública de alcantarillado o ser enviada al mismo sitio en que fueron dispuestos los residuos tratados (MINSA, 2004).

2.3.4.3 Aspectos técnico-operativos

Pese a que este tratamiento puede aplicarse a residuos sólidos peligrosos, es mucho más recomendable para residuos líquidos. La eficiencia del tratamiento depende principalmente de las características del patógeno que se vaya a desinfectar, aunque también influyen en el proceso el nivel de contaminación del desecho, el producto químico que se utilice, su concentración, pH del medio, tiempo de contacto, temperatura, en incluso el grado de agitación de la solución y la cantidad de proteínas que posee el material a tratar (MINSA, 2004).

2.3.4.4 Ventajas y desventajas

- **Ventajas**

- La destrucción de patógenos se realiza por un proceso químico.
- Sirve para el tratamiento de residuos comunes e infecciosos.
- Es una tecnología útil para establecimientos de salud pequeños.

- **Desventajas**

- Las emisiones gaseosas de algunas soluciones químicas pueden ser perjudiciales para el personal.
- Los efluentes poseen soluciones químicas activas.
- Los efluentes químicos activos implican un riesgo importante en su manipulación.
- Los residuos requieren un acondicionamiento antes del proceso.
- El tiempo de contacto entre el residuo y la solución desinfectante depende del producto químico que se emplee.

2.3.5 OTROS TRATAMIENTOS

Existen otros tratamientos para este tipo de desechos, pero no serán analizados en este estudio, simplemente se mencionan algunos de ellos:

- Esterilización por irradiación con haz de electrones.
- Pirolisis.
- Detoxificación sintética.
- Piroxidación.
- Plasma.

2.4 ESTUDIOS PARA LA CREACIÓN DEL PROYECTO

2.4.1 ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado consiste en un conjunto de acciones ejecutadas con el fin de conocer la respuesta que tendrá un mercado ante un producto o servicio específico. Su principal objetivo es proporcionar un panorama claro sobre las características que deberá reunir el producto o servicio que se pretender introducir en un mercado determinado, así como establecer una detalle amplio de los actores del sector, junto con las bases necesarias para establecer los precios y los medios de comercialización (Rico, 2013).

Debido a sus características, el estudio de mercado puede ser la parte que tome más tiempo dentro de una investigación, debido a que se debe determinar las relaciones económicas actuales y sus tendencias, a fin de proyectarlas para predecir su comportamiento (Rodríguez Maya, 2015).

Según Sapag (2011), los principales aspectos económicos que determinan el comportamiento del mercado asociado a un proyecto de inversión, pública o privada, están en relación con la demanda y la oferta del producto, los costos de comercialización y, en el caso de la inversión privada, la maximización de los beneficios económicos.

2.4.1.1 La demanda

Según Simón Andrade en su libro Diccionario de Economía, la demanda “es la cantidad de bienes o servicios que una población estaría dispuesta a adquirir por un determinado precio y bajo ciertas condiciones”¹³.

Está íntimamente ligada a los usuarios de estos bienes o servicios y el objetivo de analizar este parámetro es el de cuantificar las necesidades de un servicio (Rodríguez Maya, 2015), en este caso el de la gestión de desechos peligrosos. Cuando se realiza un análisis en un intervalo de tiempo determinado se consideran ciertos tipos de demanda como demanda pasada o histórica, demanda presente y demanda futura.

2.4.1.2 La oferta

La oferta de un proyecto permite establecer un escenario sobre el comportamiento que deberá tener el proveedor del servicio que demanda el consumidor. Según esto, la oferta se define como el “número de bienes o servicios disponibles en un mercado, a un precio determinado y bajo ciertas condiciones” (Lara, 2011).

En este análisis nos interesa conocer cuál es la oferta actual del servicio que se pretende introducir en el mercado. Para ello se debe saber quiénes están ofreciendo un servicio similar, por lo que es necesario realizar una búsqueda para conocer el número de empresas, los volúmenes ofrecidos y el precio promedio del servicio.

Los mercados presentan varias modalidades de ofertas, determinadas por factores geográficos o cuestiones de especialización (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo). La oferta del presente servicio se ubica en el grupo de productores o prestadores de servicios únicos.

¹³ Cita textual de Andrade.

2.4.1.3 Mercadeo

Es el enfoque de las actividades realizadas por una empresa, encaminadas a satisfacer las necesidades de sus clientes. Las herramientas empleadas confieren la oportunidad de elaborar elementos que motiven al consumidor a optar por un servicio determinado (Rodríguez Maya, 2015). Para ello, existen cuatro elementos para lograr el cumplimiento de los objetivos planteados, éstos son:

- Producto
- Promoción
- Plaza
- Precio

Las definiciones de estos cuatro elementos, según Roberto Espinoza (Marketing Mix: Las 4PS, 2014) son las siguientes:

2.4.1.3.1 Producto

Es la principal variable del llamado “marketing mix”, debido a que reúne a los bienes y servicios que una empresa pretende comercializar. Constituye el medio más importante para satisfacer las necesidades de los consumidores.

2.4.1.3.2 Promoción

Está conformada por los medios de comunicación que las empresas emplean para dar a conocer y promocionar su producto, el que está enfocado a satisfacer las necesidades de sus clientes. Entre las diferentes herramientas de comunicación que existen destacan la publicidad vía televisión, radio o prensa, venta personal, marketing directo, promociones y relaciones públicas.

2.4.1.3.3 Plaza

Se refiere al área geográfica o el lugar físico en el que se pretende distribuir el producto (Rodríguez Maya, 2015). Asimismo, hace referencia a la distribución del

producto, que es el conjunto de actividades o tareas indispensables para llevar el producto terminado, desde la empresa hasta los diferentes almacenes y puntos de venta.

2.4.1.3.4 Precio

Es la variable que permite recibir ingresos dentro de una empresa. Sin embargo, antes de fijar el precio para un producto determinado, deben estudiarse algunos aspectos importantes como el mercado y los consumidores, así como también los costos actuales de productos similares, la competencia existente, etc.

2.4.2 ESTUDIO TÉCNICO

El estudio técnico consiste en solucionar las preguntas referentes a “dónde, cuándo, cuánto, cómo y con qué producir lo que se desea, es decir, comprende todo aquello que tenga relación con el funcionamiento y la operatividad del propio proyecto” (Baca Urbina, 2001). Para el caso del presente estudio se considerarán los siguientes aspectos:

- **Macrolocalización:** es la localización general del proyecto. Con su análisis se puede comparar las diferentes alternativas sobre los sitios en que se es posible ubicarlo, buscando obtener la mejor rentabilidad, si es una empresa privada, o el costo mínimo, si es un proyecto con enfoque social (Marín, 2012).
- **Microlocalización:** constituye el lugar exacto para elaborar el proyecto, eligiendo el sitio exacto, dentro de la zona definida anteriormente, en donde se ubicará la empresa, y sobre la que se hará la distribución de las instalaciones en el terreno elegido (Marín, 2012).
- **Tecnología necesaria**

2.4.3 ESTUDIO ORGANIZACIONAL Y ÁMBITO LEGAL

En el estudio organizacional se analizan los recursos humanos que requiere el proyecto para su correcto funcionamiento. Involucra además la jerarquización del

personal en base a las funciones que desarrollarán, así como el diseño de las operaciones relacionadas con el tipo de proyecto a implementar. Dentro de este análisis se define de manera general la estructura macro del proyecto, a fin de establecer los niveles ejecutivos, administrativos y operativos, con su correspondiente estructura salarial, en base al sistema actual nacional de remuneración (Rodríguez Maya, 2015).

2.4.4 ESTUDIO ECONÓMICO

El estudio económico es uno de los pasos fundamentales para determinar la viabilidad de un proyecto. Mediante el análisis económico se busca procesar la información financiera que sea necesaria para dar vida al proyecto, y así analizar si la implementación de éste es rentable o no. Generalmente se consideran dos enfoques:

- Enfoque financiero o privado, que busca siempre una mayor la rentabilidad.
- Enfoque económico o social que procura los mayores beneficios para la sociedad (OBS Project Management, 2015).

En esta evaluación se compara si es posible recuperar la inversión inicial y obtener alguna rentabilidad. Según Sapag (2011), para lograr este fin los métodos tradicionalmente empleados son el cálculo del Valor Actual Neto (VAN), la relación Beneficio-Costo (B/C) y el Período de Recuperación de la Inversión (PRI), todos ellos desarrollados a partir de un flujo de caja apropiado. Para proyectos de inversión privada también se considera la Tasa Interna de Retorno (TIR).

El flujo de caja constituye, por tanto, una importante herramienta que permite analizar las entradas y salidas de caja o efectivo y sus variaciones, en un período de tiempo determinado (El Mundo, 2014). Es decir, este flujo se determina al restar los egresos de los ingresos anuales.

Mediante la aplicación de estos conceptos se logra cuantificar los recursos monetarios necesarios para crear la empresa deseada y garantizar una apropiada operación. También se establecen los flujos de efectivo, ingresos menos egresos,

a lo largo de un periodo de tiempo establecido para determinar la conveniencia de realizar o no la inversión, se desarrollan los criterios de evaluación financiera, entre otros (Rodríguez Maya, 2015).

2.4.5 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Según Guillermo Espinoza (2007), el estudio de impacto ambiental es el aspecto más importante de un proyecto y constituye el documento principal para decidir respecto a la viabilidad ambiental del proyecto deseado, y definir las necesidades de implementar medidas de mitigación y su alcance.

Constituye una estimación a futuro o una identificación actual de las alteraciones ambientales ocasionadas por un determinado proyecto, y así poder establecer medidas de prevención o mitigación enfocadas en la rehabilitación de los daños ocasionados por un proyecto en cualquiera de sus fases (Quito Ambiente, 2002).

Por otro lado, un impacto ambiental se define como una alteración significativa del ambiente a causa de la acción humana (Espinoza G. , 2007). De ahí que toda actividad humana deba considerar las repercusiones que tendrá sobre el ambiente, razón por la que la evaluación de proyectos incorpora este componente con el propósito de prevenir o reducir los impactos ambientales negativos que puedan ocurrir. Los principales componentes que se analizan en un estudio de impacto ambiental son:

- **Físicos:** incluyen el aire, agua, suelo, paisaje, clima, ruido.
- **Bióticos:** todo lo relacionado con flora, fauna y ecosistemas.
- **Antrópicos:** población, cultura, aspectos socio-económicos, etc.

Para llevar a cabo el estudio ambiental, la Ingeniería Ambiental emplea métodos científicos y técnicos enfocados sobre todo al plan de manejo. Sin embargo, dada la complejidad de un diagnóstico ambiental profundo, en el presente estudio se realiza solamente una evaluación general de los impactos que tendrá la implementación de un sistema de gestión de desechos sanitarios peligrosos, analizando los aspectos ambientales positivos y negativos.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 REALIDAD DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

El análisis de la realidad provincial fue llevado a cabo a través de sesiones lideradas por la Mesa de Desechos del GAD Provincial de Tungurahua¹⁴, desde mayo hasta noviembre de 2016, las que permitieron elaborar un diagnóstico de la situación actual de cada Gobierno Municipal, en lo referente a la gestión de desechos sanitarios.

Durante las reuniones se realizaron encuestas dirigidas a los responsables de las direcciones de ambiente cantonales, para determinar el estado de los vehículos empleados para la recolección, la capacitación del personal, la existencia o no de ordenanzas municipales exclusivas sobre la gestión y la disposición final actual de los desechos sanitarios, así como el estado de las celdas hospitalarias municipales de los rellenos sanitarios que las tuvieran. La información sobre el manejo de los residuos se resume en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1: Gestión actual de desechos sanitarios en Tungurahua.

CANTÓN	RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE	RECOLECCIÓN EXCLUSIVA	VEHÍCULO CON LICENCIA	TRATAMIENTO DE DESECHOS	DISPOSICIÓN FINAL
Ambato	Sí	Sí	Ninguno	Ninguno	Celda sanitaria
Baños	Sí	Parcial	Ninguno	Ninguno	Celda sanitaria
Cevallos	Sí		Ninguno	Ninguno	Botadero
Mocha	Sí		Ninguno	Ninguno	Celda sanitaria
Patate/Pelileo	Sí	Sí	Ninguno	Ninguno	Celda sanitaria
Píllaro	Sí		Ninguno	Ninguno	Botadero
Quero	Sí		Ninguno	Ninguno	Celda sanitaria
Tisaleo	Sí		Ninguno	Ninguno	Botadero

Fuente: Información oficial – Mesa de Desechos, 2016.

¹⁴ Formada por los municipios de Baños, Cevallos, Mocha, Patate/Pelileo, Píllaro, Tisaleo y Quero.

Ambato, Baños, Patate y Pelileo fueron identificados como los únicos municipios que poseen rellenos sanitarios con licencia ambiental, Baños posee un relleno en proceso de licenciamiento y el resto de cantones presenta botaderos a cielo abierto, algunos en vía de cierre o conversión a rellenos sanitarios. En el caso de las celdas hospitalarias, éstas fueron identificadas únicamente en Ambato, Baños, Mocha, Pelileo (Patate) y Quero. Mientras que solamente Baños, Pelileo y Quero poseen ordenanzas exclusivas para el manejo de sus residuos sanitarios. El resumen de este análisis se presenta en la Tabla 3-2 y las entidades encargadas de la gestión en la Tabla 3-3.

Tabla 3-2: Disposición final de residuos sanitarios en Tungurahua, al año 2016.

CANTÓN	RELLENO SANITARIO	CELDA SANITARIA	ORDENANZA
Ambato	1	1	-
Baños	1	1	Ordenanza para la Gestión y Manejo Externo de Desechos Sanitarios en el Cantón Baños de Agua Santa.
Cevallos			Manejo de los Desechos Sólidos.
Mocha		1	Ordenanza para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Cantón Mocha.
Patate Pelileo	1	1	Ordenanza para la gestión de desechos hospitalarios en establecimientos de salud ubicados en los cantones Patate y Pelileo.
Píllaro*			Ordenanza Sustitutiva que Regula el Manejo y Disposición de Desechos Sólidos en el Cantón Santiago de Píllaro.
Quero*		1	Ordenanza para la Gestión de Desechos Hospitalarios en Establecimientos de Salud Ubicados en el Cantón Santiago de Quero.
Tisaleo*			-

**Botaderos en proceso de conversión a rellenos sanitarios.*

Fuente: Información oficial, GAD Tungurahua.

Tabla 3-3: Entidades encargadas de la gestión de desechos sanitarios.

CANTÓN	DISPOSICIÓN FINAL	ENTIDAD RESPONSABLE
Ambato	Celda hospitalaria	EPM-GIDSA
Baños	Celda hospitalaria	Departamento de saneamiento ambiental
Cevallos	Botadero	Dirección de obras públicas
Mocha	Celda hospitalaria	Dirección de obras públicas
Patate/Pelileo	Celda hospitalaria	EMMAIT-EP
Píllaro	Botadero	Dirección de servicios básicos
Quero	Celda hospitalaria	Comisaría municipal
Tisaleo	Botadero	Unidad Agropecuaria Ambiental y Turismo

Fuente: Información oficial, GAD Tungurahua.

Finalmente, y con el propósito de obtener un mejor diagnóstico de la situación provincial, se definieron diez tipos de fuentes generadoras de residuos sanitarios, y se las clasificó en función de su origen como fuentes médicas y otras fuentes.

Esta clasificación permitió determinar, posteriormente, no sólo la cantidad de desechos generados en la provincia, sino que además fue posible establecer la generación de desechos por tipo de fuente y por origen, datos que permitieron definir la demanda del servicio de gestión, observada más adelante.

- **Fuentes de origen médico**
 - Servicios de salud, públicos y privados
 - Consultorios médicos
 - Consultorios odontológicos
 - Consultorios veterinarios
 - Laboratorios de diagnóstico clínico
 - Farmacias
- **Otras fuentes**
 - Peluquerías y centros estéticos
 - Centros de tatuajes
 - Night clubs
 - Moteles

3.2 ESTUDIO DEL MERCADO DE DESECHOS SANITARIOS EN EL CENTRO DEL PAÍS

Debido a que en el estudio de mercado se busca conocer el comportamiento del servicio ofertado y tener una visión clara de las características de éste, fue indispensable establecer la demanda y la oferta del servicio de incineración de los desechos sanitarios peligrosos. Una vez definidos estos escenarios se determinaron los aspectos relacionados con el mercadeo de la empresa, pues se trata de un servicio nuevo que busca ingresar en un mercado creciente.

Todos los datos estadísticos que fueron empleados se obtuvieron a través de los reportes publicados por el INEC en el tema de camas hospitalarias.

3.2.1 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

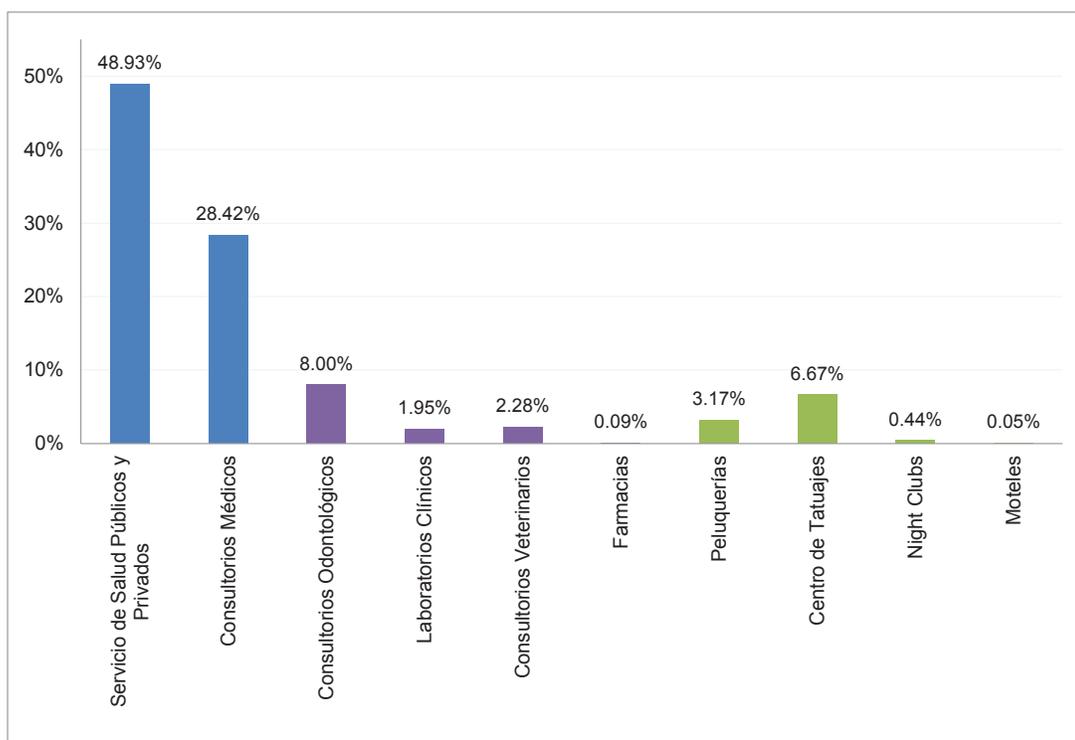
La demanda del servicio propuesto se dividió en dos escenarios, según se trate de la provincia de Tungurahua o de las provincias aledañas. En el primer caso, la demanda está relacionada directamente con el número de fuentes generadoras que fueron definidas anteriormente, en las que se pudo observar que la gran mayoría de los residuos son de origen médico, como señala la Tabla 3-4.

Tabla 3-4: Generación de desechos sanitarios en la provincia de Tungurahua, por tipo de fuente, excluyendo al cantón Ambato.

FUENTE	NÚMERO DE GENERADORES	GENERACIÓN SEMANAL (kg)	GENERACIÓN MENSUAL (kg)
Fuentes de origen médico			
Servicio de Salud Público y Privado	226	542,59	2170,36
Consultorios Médicos	107	315,10	1.260,40
Consultorios Odontológicos	53	88,70	354,80
Laboratorios de Diagnóstico Clínico	18	21,60	86,40
Consultorios Veterinarios	24	25,30	101,20
Farmacias	2	1,00	4,00
Otras fuentes			
Peluquerías	43	35,18	140,72
Centro de Tatuajes	82	73,95	295,80
Night Clubs	5	4,93	19,72
Moteles	2	0,50	2,00
TOTAL	562	1.108,85	4.435,40

Fuente: Información oficial

En base a la generación semanal determinada, se estableció el porcentaje de generación de cada fuente. En la Figura 3-1 se puede apreciar estos porcentajes, diferenciando por color los tipos de fuente; en azul las fuentes hospitalarias mayores, morado las fuentes médicas menores, como laboratorios clínicos, y en verde el resto de fuentes que, sin ser de origen médico, generan este tipo de residuos producto de sus actividades. En esta última categoría entran las peluquerías, centros de tatuajes, entre otros.

Figura 3-1: Porcentajes de generación por tipo de fuente.

Fuente: Información oficial

Para el caso de Ambato, cantón que no forma parte de la Mesa de Desechos, los datos relacionados con la generación de residuos hospitalarios peligrosos fueron obtenidos directamente del reporte de “Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales”, publicado por el INEC en 2014, en el que se señala que Ambato es la cuarta ciudad a nivel nacional en generación de desechos hospitalarios peligrosos por día, con una tasa de 528,74 kg/día.

Finalmente, se analizó la última actualización provincial sobre residuos sólidos realizada en el año 2012, con el fin de comparar con los datos obtenidos durante el 2016 y poder establecer la tendencia en el crecimiento de la producción de desechos sanitarios peligrosos para determinar la demanda futura para el análisis económico del proyecto. En la Tabla 3-5 se presentan los datos tabulados correspondientes al año 2012.

Tabla 3-5: Generación de residuos hospitalarios en Tungurahua, 2012.

CANTÓN	R. HOSPITALARIOS DIARIOS (kg)	R. HOSPITALARIOS SEMANALES (kg)	POCENTAJE (%)
Ambato	802,00	5614,00	90,97
Baños	38,57		
Cevallos	0,00		
Mocha	1,57		
Patate	0,00		
Pelileo	32,00	557,48	9,03
Píllaro	7,50		
Quero	0,00		
Tisaleo	0,00		
TOTAL	881,64	6171,48	100

Fuente: Información oficial – INEC.

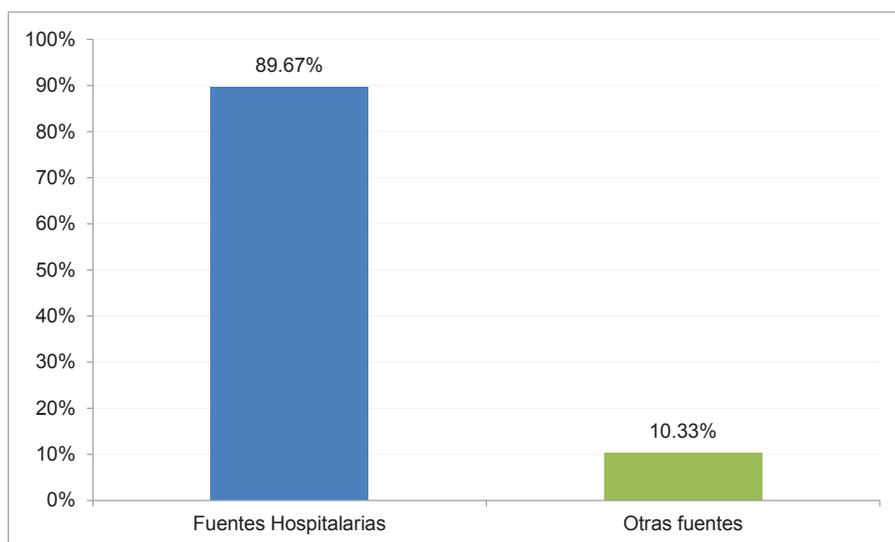
Por otro lado, de las 562 fuentes de generación de desechos hospitalarios peligrosos que fueron identificadas y presentadas en la Tabla 3-4, se pudo observar que la mayor parte de ellas corresponden a fuentes de origen médico que incluyen servicios de salud, consultorios médicos y odontológicos, laboratorios, clínicas veterinarias y farmacias.

Este tipo de fuente comprende el 76,51% del total de generadores, pero representan el 89,67% de la generación semanal provincial. En la Tabla 3-6 se resume esta clasificación y en la Figura 3-2 se aprecia la comparación porcentual con el resto de fuentes.

Tabla 3-6: Comparación porcentual de fuentes generadoras en Tungurahua.

TIPO	FUENTES	PORCENTAJE	GENERACIÓN SEMANAL (kg)	PORCENTAJE
Fuentes de origen médico	430	76,51%	994,29	89,67%
Otras fuentes	132	23,49%	114,56	10,33%
TOTAL	562	100%	1.108,85	100%

Fuente: Información oficial.

Figura 3-2: Generación porcentual según el origen, en Tungurahua.

De todas las fuentes hospitalarias observadas, los servicios de salud y consultorios médicos generan el 86,26% de los residuos sanitarios, mientras que el 13,74% restante es generado en consultorios odontológicos, laboratorios, clínicas veterinarias y farmacias. El resumen de estos datos se presenta en la Tabla 3-7 y en la Figura 3-3.

Tabla 3-7: Comparación porcentual de fuentes médicas en Tungurahua.

FUENTES	GENERACIÓN	FUENTES	GENERACIÓN
Servicio de Salud Público y Privado	857,69 kg	Consultorios Odontológicos	
		Laboratorios de Diagnóstico Clínico	136,60 kg
Consultorios Médicos		Consultorios Veterinarios	
		Farmacias	
PORCENTAJE	86,26%		13,74%

Fuente: Información oficial.

En la Figura 3-4 se resume la clasificación realizada de las diferentes fuentes observadas en la provincia de Tungurahua. En primer lugar figura la clasificación de acuerdo al origen como fuentes hospitalarias y otras fuentes, y las fuentes hospitalarias están diferenciadas según los criterios de generación.

Figura 3-3: Generación porcentual en fuentes médicas en Tungurahua.

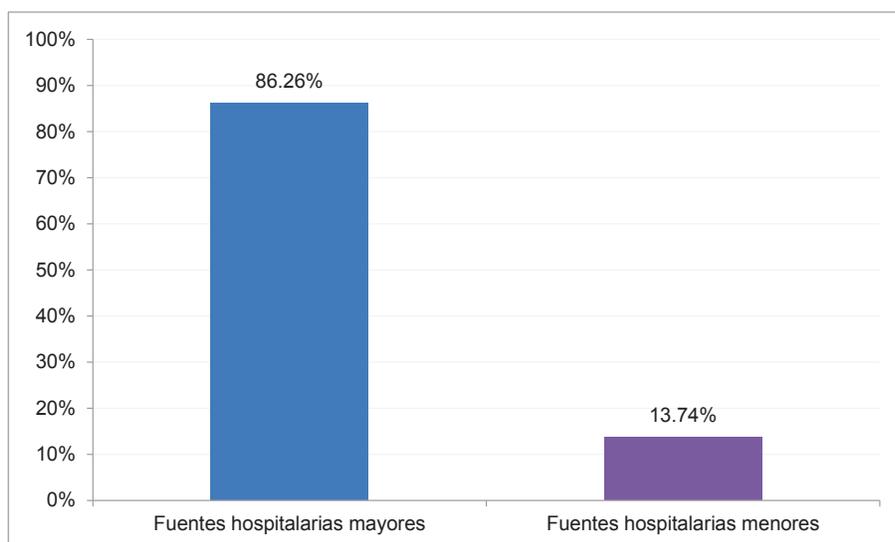
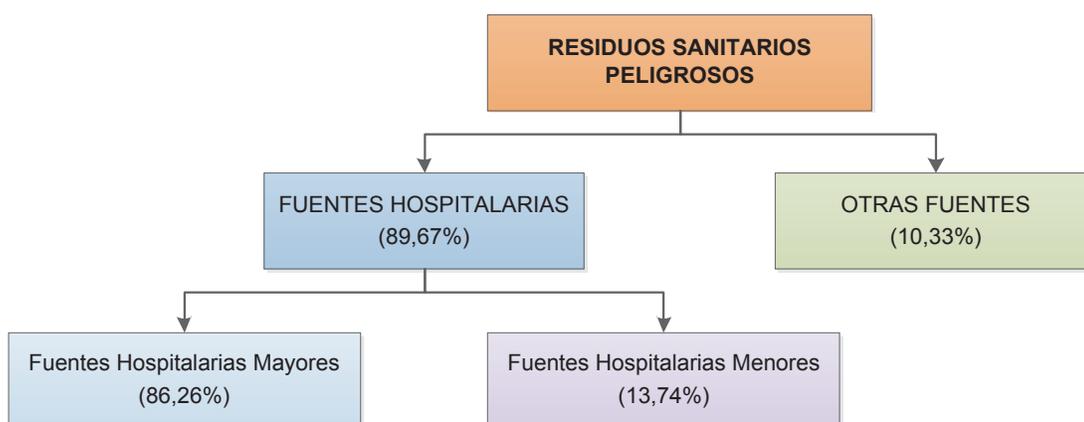


Figura 3-4: Clasificación de las fuentes identificadas en Tungurahua.



Para el caso de las provincias vecinas de Bolívar, Chimborazo, Cotopaxi y Pastaza se analizaron los datos publicados por el INEC sobre la evolución del número de camas hospitalarias en cada provincia, considerando un lapso de tiempo de diez años, entre 2005 y 2014.

Partiendo de estos datos publicados en anuarios, se realizó el análisis de las proyecciones sobre el número de las camas hospitalarias en cada provincia para

los próximos veinte años, dato necesario para el análisis económico del proyecto, y que son presentados en el Anexo 2 de este estudio.

La importancia de este último dato radica en el hecho de que la OMS ha establecido una generación promedio de residuos sanitarios por cada cama hospitalaria para diferentes partes del mundo, señalando para Latinoamérica una producción media de 0,2 kg/cama/día de residuos sanitarios peligrosos (OMS, 2015). La generación calculada según este dato se presenta en la Tabla 3-8.

Tabla 3-8: Desechos hospitalarios peligrosos en otras provincias, según OMS.

PROVINCIA	NÚMERO DE CAMAS EN 2014	TASA MEDIA OMS	GENERACIÓN DIARIA (kg)	GENERACIÓN SEMANAL (kg)
Bolívar	188		37,6	263,2
Cotopaxi	559	0,2 kg/cama	111,8	782,6
Chimborazo	741		148,2	1037,4
Pastaza	151		30,2	211,4
TOTAL			327,8	2294,6

Fuente: Anuarios INEC¹⁵.

Para unificar los criterios de demanda para todas las provincias a ser atendidas, los datos obtenidos del INEC se tabularon con los criterios de porcentaje observados en Tungurahua (Figura 3-4), asumiendo que las camas hospitalarias representan a las fuentes hospitalarias mayores de cada provincia. El resumen de estos porcentajes se detalla en la Tabla 3-9.

Tabla 3-9: Porcentajes de generación en Tungurahua según tipo de fuente.

FUENTE	GENERACIÓN (kg)	PORCENTAJE (%)
Hospitalarias	857,69	86,3
Otras fuentes médicas	136,60	13,7
Total fuentes médicas	994,29	100
Fuentes médicas	994,29	89,7

¹⁵ Anuario de Estadísticas hospitalarias: Egresos y camas, 2014.

Otras fuentes	114,56	10,3
TOTAL	1.108,85	100

Fuente: Análisis realizado en Tungurahua.

Los cálculos realizados para determinar las tasas medias de crecimiento del número de camas hospitalarias se presentan en la Tabla 3-10.

Tabla 3-10: Proyecciones de generación de desechos sanitarios por Provincia.

PROVINCIA	NÚMERO DE CAMAS POR AÑO										MEDIA DE CRECIMIENTO
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Tungurahua	978	968	1023	1002	1610	1648	1602	1005	1009	1013	3,68%
Bolívar	204	173	189	180	169	194	189	189	190	188	0,45%
Cotopaxi	449	439	460	442	473	478	493	538	552	559	2,47%
Chimborazo	554	647	640	543	611	650	645	717	685	741	3,79%
Pastaza	122	120	122	122	125	124	129	105	88	151	3,36%
TOTAL	2307	2347	2434	2289	2988	3094	3058	2554	2524	2652	2,57%

Fuente: Anuarios INEC.

Luego se consideró que el número de camas determinado por el INEC genera el 86,26% de todas las fuentes médicas provinciales, para calcular la generación total por este tipo de fuente, como se ve en la Tabla 3-11.

Tabla 3-11: Generación total diaria de cada provincia por fuentes médicas.

PROVINCIA	Nro. CAMAS (2014)	TASA OMS	GENERACIÓN EN FUENTES DE ORIGEN MÉDICO		GENERACIÓN TOTAL EN FUENTES MÉDICAS (100%)
			HOSPITALARIAS MAYORES (86,26%)	HOSPITALARIAS MENORES (13,74%)	
Tungurahua	1013		202,6	32,3	234,9
Bolívar	188		37,6	6,0	43,6
Cotopaxi	559	0,2 kg/cama	111,8	17,8	129,6
Chimborazo	741		148,2	23,6	171,8
Pastaza	151		30,2	4,8	35,0
TOTAL	2652		530,4	84,5	614,9

Fuente: Anuarios INEC.

Por último, según los datos establecidos sobre la generación de residuos, se asumió que todas las fuentes hospitalarias son responsables del 89,67% del total de desechos sanitarios peligrosos.

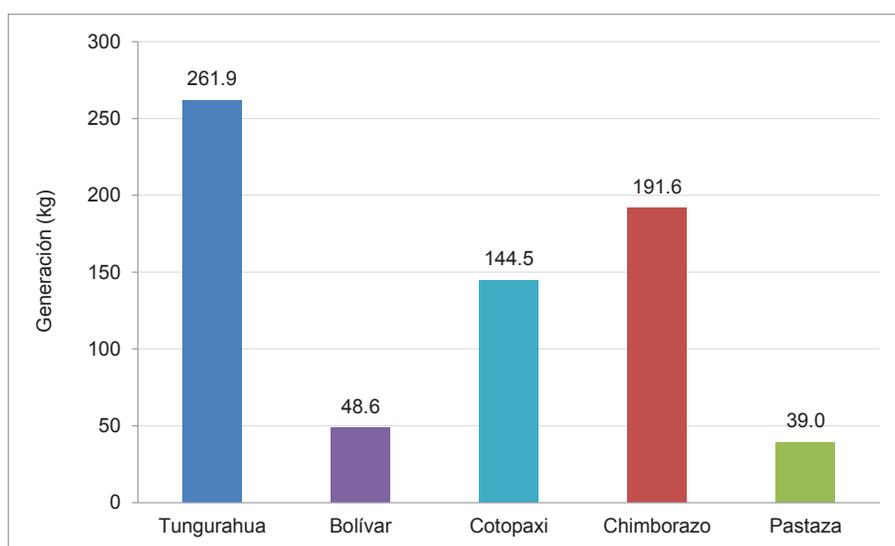
A partir de este porcentaje se calculó la generación total diaria de cada provincia, como se presenta en la Tabla 3-12 y se compara en la Figura 3-5.

Tabla 3-12: Generación total diaria por cada provincia.

PROVINCIA	GENERACIÓN POR TIPO DE FUENTE		GENERACIÓN TOTAL DIARIA (kg)
	DE ORIGEN MÉDICO (89,7%)	OTRAS FUENTES (10,3%)	
Tungurahua	234,9	27,1	261,9
Bolívar	43,6	5,0	48,6
Cotopaxi	129,6	14,9	144,5
Chimborazo	171,8	19,8	191,6
Pastaza	35,0	4,0	39,0
TOTAL	614,9	70,8	685,7

Fuente: Anuarios publicados por el INEC.

Figura 3-5: Generación diaria estimada en cada provincia analizada.

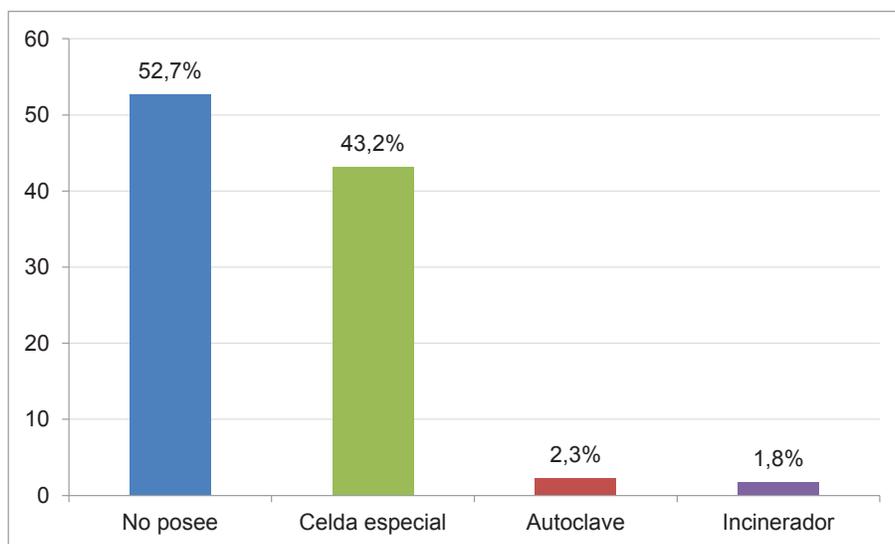


3.2.2 DETERMINACIÓN DE LA OFERTA ACTUAL

En este caso se recurrió al estudio publicado en 2015 por el INEC, sobre la situación nacional en el manejo de desechos peligrosos, en el que se detalla la problemática de la gestión de estos desechos, a la vez que aporta datos porcentuales sobre el tipo de tratamiento que se realiza en el territorio ecuatoriano.

Según este estudio, el 52,7% de los municipios a nivel nacional no dan un manejo diferenciado a los desechos peligrosos que se generan en las diferentes casas de salud, el 43,2% posee celdas especiales, el 2,3% realiza un tratamiento de autoclave y solamente el 1,8% los incineran, como se observa en la Figura 3-6.

Figura 3-6: Manejo final de desechos hospitalarios peligrosos a nivel nacional.



Fuente: INEC, 2015.

Estos datos fueron importantes a la hora de discernir sobre la posibilidad de establecer la planta que brindará el servicio de incineración. La información del INEC se complementó con la información aportada por los municipios sobre la forma en que se realiza la gestión de sus desechos hospitalarios.

Para determinar la oferta actual de gestores similares al planteado por el proyecto, se realizó una búsqueda en el catálogo de “Prestadores de Servicio

para el Manejo de Materiales Peligrosos” elaborado por el MAE, en el que se detallan las empresas que ofertan el servicio de incineración para tratar desechos peligrosos, así como aquellos gestores que además tienen licencia para incinerar los desechos hospitalarios peligrosos.

La comparación de las empresas incineradoras sirvió para determinar la competencia que se tendrá en el mercado, por lo que se buscó información en línea sobre los servicios prestados por cada una. En total se identificaron seis gestores ambientales que ofertan el servicio de incineración; de todos estos gestores, solamente uno realiza incineración controlada de desechos hospitalarios peligrosos. Los servicios que brindan estos gestores son:

- **Gadere S.A.**
 - Baterías con mercurio
 - Residuos hospitalarios
 - Residuos industriales
 - Sustancias químicas peligrosas
 - Lámparas fluorescentes
 - Aceites vegetales y aceites minerales
- **Ecuambiente Consulting Group**
- **Incinerox Cía. Ltda.**
 - Desechos peligrosos
- **Hazwat Cía. Ltda.**
 - Desechos peligrosos
- **Pecs lecontsa S.A.**
- **Ecoresa**
 - Desechos peligrosos

Dado que sólo Gadere S.A. brinda un servicio similar al deseado en este proyecto, se hace necesario ampliar la información sobre este gestor privado.

3.2.2.1 Gadere S.A.



Como se mencionó anteriormente, Gadere es la única empresa que brinda el servicio de incineración de desechos hospitalarios en el Ecuador. Por esta razón fue necesario analizar a detalle cuáles son las características de esta empresa, toda vez que será el único gestor que pueda competir con el proyecto.

De acuerdo a su página oficial, Gadere S.A. es una empresa ecuatoriana ubicada en la ciudad de Guayaquil, que ofrece soluciones ambientales para el problema generado por una mala gestión de los residuos peligrosos en general. La empresa se proyecta como una entidad enfocada en el “desarrollo, investigación e innovación de tecnologías y aplicaciones en la gestión de residuos a nivel nacional e internacional”, siempre en cumplimiento de la normativa ambiental vigente y con un alto “sentido de responsabilidad ambiental, social y empresarial”.

Los servicios ofertados por la empresa comprenden:

- Recolección y transporte.
- Almacenamiento.
- Tratamiento y disposición final.
- Capacitación y asesoría.

Los desechos tratados por Gadere S.A. incluyen residuos industriales, hospitalarios, químicos, farmacéuticos, hidrocarbúricos, agroquímicos y similares. Para brindar el servicio de gestión, la empresa está adecuada con la planta de tratamiento de residuos peligrosos más completa y moderna del país, misma que está en cumplimiento de todas las exigencias de sanitarias y ambientales que requiere para esta actividad. La planta cuenta con un equipo de incineración controlada que posee una cámara de combustión que opera entre

750 °C – 950 °C y otra de post combustión que trabaja entre 1.000 °C – 1.200 °C, asegurando la destrucción total de los contaminantes.

Adicionalmente, cuenta con cargador automático de residuos y un sistema de depuración gases para el proceso de incineración, diseñado para asegurar el cumplimiento de la normas nacionales e internaciones de emisiones y calidad del aire (GADERE S.A., 2003). Una muestra del servicio se aprecia en la Figura 3-7.

Figura 3-7: Manejo de desechos hospitalarios peligrosos en Gadere.



3.2.3 MERCADEO DEL PROYECTO

Como se mencionó, existen cuatro elementos principales que se deben considerar para cumplir los objetivos planteados en un proyecto. Por ello, la sección correspondiente al mercadeo del proyecto se centró en el estudio del producto, la promoción, la plaza y el precio.

El producto ofertado fue definido en base al análisis del problema que vive la provincia de Tungurahua, y el país en general, en cuanto a la gestión de los desechos hospitalarios peligrosos. Para ello, se definieron las características de la planta de tratamiento de estos residuos, de tal forma que cumpla con las condiciones adecuadas de seguridad y esté en cumplimiento de la normativa ambiental requerida.

El detalle de los equipos que serán empleados para dar el servicio fue definido en base a una visita realizada a la planta de incineración de Gadere S.A., ubicada en el cantón Nobol, provincia de Guayas. Una vez establecidos los equipos

necesarios para entrar en operación, se contactó a Inciner8, para que sea el proveedor de los equipos de tratamiento.

El contacto con Inciner8 permitió obtener una cotización de los equipos y sus especificaciones técnicas, cuyo funcionamiento garantiza el cumplimiento de normativas ambientales internacionales relacionadas con emisiones a la atmósfera y permitirá ofertar el servicio de gestión deseado. En la Tabla 3-13 se detalla los costos de los equipos necesarios para el proyecto.

Tabla 3-13: Detalle económico de los equipos de incineración.

EQUIPO	CANTIDAD	COSTO EN LIBRAS (£)	COSTO EN DÓLARES (USD)
Incinerador	1	160.000	199.600,00
Control de cenizas	1	150.000	187.125,00
Sistema automático de carga	1	70.000	87.325,00
TOTAL		380.000	474.050,00

Fuente: Inciner8, 2017.

Sin embargo, el producto ofertado por el proyecto no se limita a la última fase de la gestión integral, es decir el tratamiento y disposición final, sino que nace desde la recolección y transporte de los desechos hospitalarios peligrosos desde cada una de las fuentes generadoras hasta la planta de tratamiento final.

Para la promoción del proyecto se definieron los medios informativos a través de los que se puede ofertar el servicio. El principal medio de comunicación que será empleado para este fin es la prensa escrita, por ser de distribución masiva entre los diferentes generadores existentes. Además de este medio escrito se recurrirá al contacto personal con las diferentes fuentes que generen este tipo de desechos, ya que el servicio debe darse de manera directa entre el gestor y el generador.

En cuanto a la plaza en la que se ofertará el servicio, ésta fue definida en base al análisis realizado por Cando en 2013 (Residuos Peligrosos en Establecimientos de Salud), el que se enfocó en la generación y destino final de los desechos sanitarios a nivel nacional.

Este estudio permitió observar que no existe una correcta gestión de los desechos hospitalarios en el país, por lo que una empresa ubicada en el centro del país que brinde este servicio resulta una alternativa atractiva para los diferentes generadores, quienes deben dar solución al problema de sus desechos.

Finalmente, para fijar el precio por este servicio se analizaron dos estrategias que permitan establecer una tasa de cobro adecuada. Éstas son, la “Estrategia de precios orientados a la competencia” y la “Estrategia de precios de penetración”.

La primera se basa en comparar los precios establecidos en el mercado, y la segunda en establecer precios más accesibles para el consumidor. Y debido a que sólo hay un gestor que preste el mismo servicio propuesto por el proyecto, se seleccionó la primera estrategia para comparar los precios establecidos por el gestor privado.

3.2.3.1 Oferta del producto

La visita realizada a Gadere S.A., permitió observar que existen dos formas de brindar el servicio de recolección, transporte y tratamiento de desechos hospitalarios. La primera es mediante la entrega de un “kit hospitalario” constituido por una funda de una capacidad determinada y un envase hermético diseñado para objetos cortopunzantes. Este sistema se dirige principalmente a los generadores menores, es decir aquellos que produzcan menos de 200 kg al mes.

La segunda opción es ideal para los grandes generadores, como hospitales y clínicas de gran capacidad, cuya generación de desechos hospitalarios peligrosos rebasa los 200 kg/mes. En este caso, el costo del servicio está dado en función de los kilogramos generados.

Los costos referenciales de estos dos servicios, de acuerdo a los rubros que maneja Gadere S.A., son:

- Costo mínimo por kit hospitalario: \$22
- Costo mínimo por kilogramo recogido: \$0,91

Estos valores son para la ciudad de Guayaquil y varían en función de la distancia que deba recorrer el vehículo recolector. Para Ambato, el valor referencial promedio del primer servicio es de \$35, mientras que una tasa de cobro por kilogramo para esta ciudad no ha sido establecida.

3.3 ESTUDIO TÉCNICO DEL PROYECTO

En este punto se analizaron los elementos propios del proceso que se busca implementar. La metodología empleada se basó en las tesis realizadas por Rodríguez Maya (2015) y Montenegro (2011), las que tratan sobre la creación de un hospital en la ciudad de Loja y la implementación de un incinerador de desechos peligrosos en la ciudad de Quito, respectivamente. Se definieron tres puntos a analizar: tecnología necesaria, localización y tamaño del proyecto y estructura organizacional.

Como primer paso se determinó la mejor tecnología aplicable para el proyecto, comparando las ventajas y desventajas de cada alternativa definida en el capítulo anterior. Posteriormente se realizó una evaluación numérica de diferentes aspectos fundamentales a la hora de decidirse por una u otra tecnología. Al final, la tecnología que obtuvo la mayor calificación fue la seleccionada para dar vida al presente proyecto.

En cuanto al lugar en el que instalará la planta de tratamiento, primero se detalló el sector en el que se ubicará el proyecto, tanto a nivel macro como a nivel micro. Para ello, en la Mesa de Desechos se decidió por la opción de Pelileo por ser el cantón con mayor generación después de Ambato y por poseer el espacio físico necesario para su implementación.

Para definir la macrolocalización del proyecto se consultó el PDOT del cantón Pelileo, con lo que se obtuvieron las condiciones generales del cantón, como climatología, altitud, etc., permitiendo justificar la localización, tamaño y diseño de la planta. Para la microlocalización, el estudio se centró específicamente en el sitio designado para la ubicación de los equipos de tratamiento.

Mediante una visita al sitio se observaron sus características y se comprobó el estado de la infraestructura actual, los servicios con los que cuenta y las vías de acceso al sitio. Finalmente, mediante uso del programa ArcGis se crearon mapas de ubicación de la planta, a niveles macro y micro. El tamaño de la planta está relacionado con los equipos a instalar y las construcciones necesarias para su correcta operación, esto es, celdas de almacenamiento temporal y sitios de lavado de vehículos.

3.3.1 SELECCIÓN DE LA MEJOR TECNOLOGÍA

Al comparar las ventajas y desventajas de cada tecnología y luego de evaluarlas cuantitativamente, se obtuvo la clasificación presentada en las Tablas 3-14 y 3-15.

Tabla 3-14: Comparación de tecnologías.

TECNOLOGÍA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Incineración	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce el volumen hasta en un 95%. • Destruye totalmente a los patógenos, siempre que opere a las temperaturas ideales. • Los residuos no necesitan acondicionamiento previo al proceso. • Se puede optar por sistemas móviles de incineración. • Posee un amplio espectro de tratamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las emisiones gaseosas pueden contener elementos tóxicos. • Riesgos de fognazos, incendios y quemaduras durante la fase de operación. • El personal debe estar altamente entrenado y capacitado para operación y mantenimiento. • Posee altos costos de operación y mantenimiento.
Autoclave	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción del volumen hasta un 40%. • Si se aplica un tratamiento complementario adicional se reduce el volumen hasta un 70%. • Si se opera a condiciones adecuadas de temperatura, presión y tiempo se logra una destrucción total de los patógenos. • Los residuos no necesitan ser acondicionados previamente al proceso de desinfección. • Se puede optar por sistemas móviles. • Los costos de inversión, operación y mantenimiento son comparativamente bajos. • Los efluentes son estériles. • Es de fácil operación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Altos riesgos de quemaduras por mala operación. • Los costos de operación bajos dependen de una alimentación adecuada de vapor. • Para un tratamiento completo se requiere de un sistema adicional de destrucción de residuos. • Al final del proceso los residuos continúan siendo reconocibles, por lo tanto existen un peligro potencial de reutilización.

Microondas	<ul style="list-style-type: none"> • El volumen se reduce hasta en un 60%. • Salvo la trituración, no requiere otro tipo de acondicionamiento previo al proceso. • Se puede contar con sistemas de tratamiento móviles. • Tiene la capacidad de tratar tanto residuos comunes como infecciosos. • Operación con bajo riesgo para el personal. • No se producen efluentes ni emisiones peligrosas. 	<ul style="list-style-type: none"> • El personal debe estar entrenado y capacitado para la operación y mantenimiento de los equipos. • Los costos de inversión y mantenimiento son elevados.
------------	---	--

Tabla 3-14: Continuación.

Microondas	<ul style="list-style-type: none"> • No requiere el uso de productos químicos. • El producto final es irreconocible. • Los niveles de olor y ruido son bajos. • Tiene un impacto ambiental bajo dado que no produce emisiones gaseosas ni líquidas peligrosas. • Los vertedores municipales so se sobrecargan. • Hay aceptación por parte de la población que habita alrededor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las temperaturas a las que opera no garantizan una eliminación total de los patógenos presentes en los residuos. • La capacidad de tratamiento es mínima, limitando su aplicación a una sola institución por equipo.
Química	<ul style="list-style-type: none"> • La destrucción de patógenos se realiza por un proceso químico. • Sirve para el tratamiento de residuos comunes e infecciosos. • Es una tecnología útil para establecimientos de salud pequeños. 	<ul style="list-style-type: none"> • Las emisiones gaseosas de algunas soluciones químicas pueden ser perjudiciales para el personal. • Los efluentes poseen soluciones químicas activas. • Los efluentes químicos activos implican un riesgo importante en su manipulación. • Los residuos requieren un acondicionamiento antes del proceso. • El tiempo de contacto entre el residuo y la solución desinfectante depende del producto químico que se emplee.

Tabla 3-15: Valoración numérica de las alternativas.

PARÁMETRO	INCINERACIÓN	MICROONDAS	AUTOCLAVE	QUÍMICA
Costo de inversión	0,6	0,6	1,0	0,8
Costo de mantenimiento	0,6	0,6	1,0	0,8
Tiempo	1,0	0,8	0,8	0,6
Capacitación de personal	1,0	0,8	1,0	0,8

Eliminación de patógenos	1,0	0,8	1,0	0,8
Reducción de volumen	1,0	0,8	0,6	0,6
Desechos irreconocibles	1,0	1,0	0,6	0,8
Tipo de desecho tratado	1,0	1,0	1,0	0,6
Emisiones al aire	0,6	1,0	1,0	0,8
Efluentes líquidos	1,0	1,0	1,0	0,6
Requiere de otros equipos	1,0	1,0	0,8	1,0
Riesgos ocupacionales	0,8	1,0	0,8	0,8
TOTAL	10,6	10,4	10,6	9,0

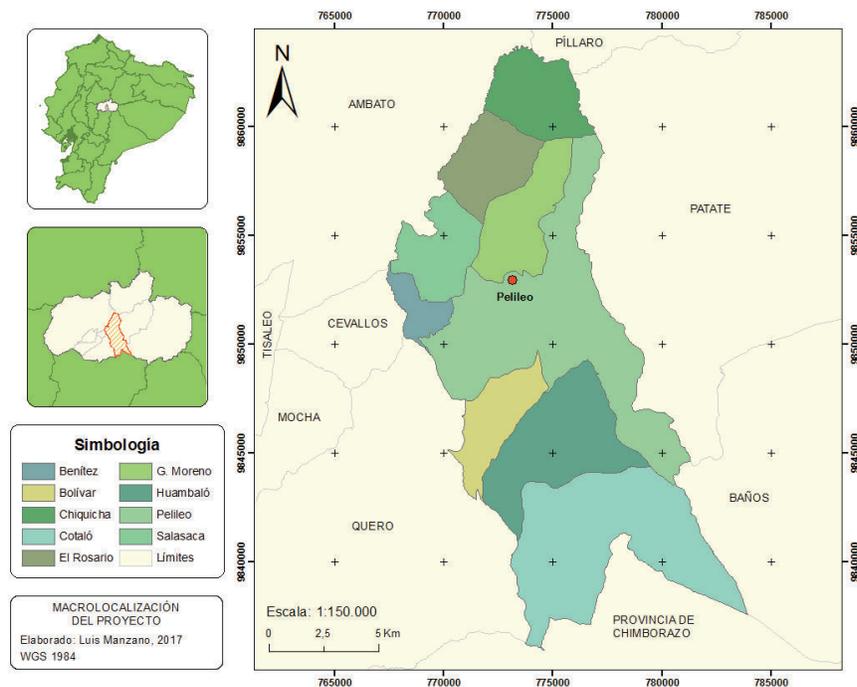
3.3.2 MACROLOCALIZACIÓN

Según el PDOT municipal, la ciudad de Pelileo está ubicada en el cantón del mismo nombre, provincia de Tungurahua, en el centro de la región sierra del Ecuador. Posee diversos pisos climáticos característicos de la región interandina, en el que predomina el clima mesodérmico seco, que es a su vez modificado por los vientos provenientes del cañón del río Pastaza. Anualmente la temperatura media es de 13°C y su altitud oscila entre los 2.400 y 3.400 msnm.

Pelileo constituye el centro urbano mejor dotado en cuanto a espacio disponible y ya posee una infraestructura en la que podrá adecuar los equipos de incineración. Además, el cantón concentra a la segunda mayor población de la provincia (11,21%) y es el segundo en el tema de generación de desechos sanitarios.

Cuenta con una importante infraestructura vial que enlaza a Pelileo con el resto de cantones que conforman la provincia, tiene servicios de electricidad, agua potable, sistemas de alcantarillado, telefonía móvil y conectividad a la red de internet. En la Figura 3-8 se puede apreciar la ubicación del cantón.

Figura 3-8: Macrolocalización del proyecto en el cantón Pelileo.

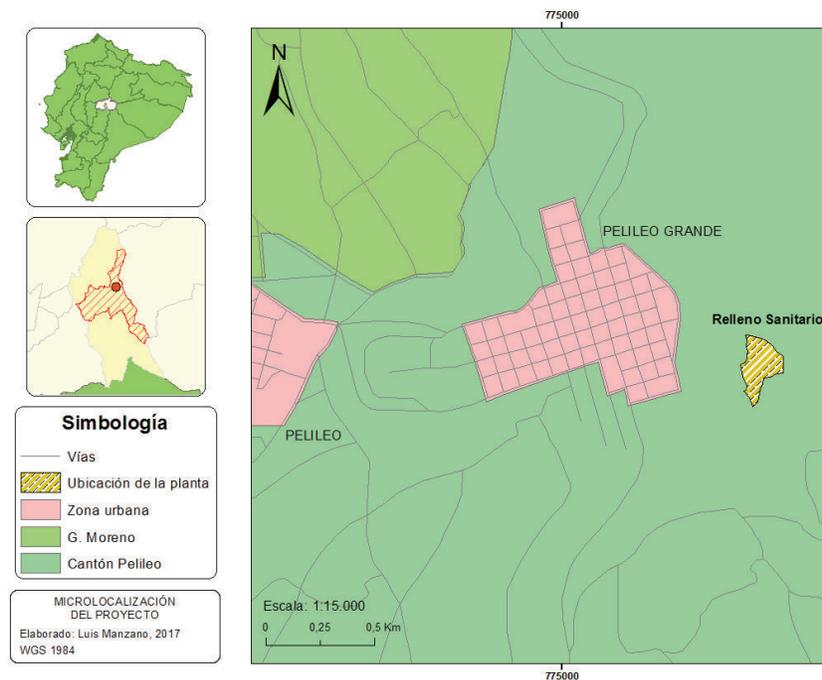


3.3.3 MICROLOCALIZACIÓN

Se determinó como mejor opción el lote de terreno dentro del que se ubica el centro de operaciones del relleno sanitario de Pelileo, mismo que cuenta con el espacio suficiente para ubicar el equipamiento necesario para el servicio de incineración. El terreno consiste en un lote de 5 ha, ubicado en Pelileo Grande, en el sector El Derrumbo. El área comprende el relleno sanitario propiamente dicho, celdas de seguridad, estructura físicas y oficinas. Dentro de este espacio existen alrededor de 700 a 800 m² de espacio disponible para la implementación del equipo de incineración y todas sus adecuaciones correspondientes.

Actualmente, existen dos oficinas, un centro de interpretación ambiental tipo salón con todas las adecuaciones respectivas, servicios básicos salvo teléfono, baterías sanitarias, duchas, patio de maniobras y estacionamiento. El cerramiento es parcial y existe garita de guardianía. La energía eléctrica es trifásica, cuenta con una vía de acceso de primer orden (asfaltada) y está totalmente aislado de asentamientos humanos. La Figura 3-9 muestra la ubicación del relleno sanitario en el que se instalará la planta.

Figura 3-9: Microlocalización del proyecto.



3.3.4 TAMAÑO DEL PROYECTO

El tamaño del proyecto dependerá principalmente del equipo de incineración y control de cenizas y de la infraestructura necesaria que deberá ser construida para su funcionamiento.

3.3.4.1 Estructura

El sitio dispone de suficiente espacio físico para implementar el equipo de incineración y control de cenizas. El diseño del equipo deseado ocuparía un área de 100 m² aproximadamente. Adicional, se deberá construir celdas de acopio de los residuos para la etapa de almacenamiento similares a las de la Figura 3-10, mientras se realiza la incineración del resto de residuos. Se calcula que el espacio necesario para estas celdas sea de aproximadamente 50 m².

Figura 3-10: Celdas de almacenamiento temporal.



Junto al sitio deberá existir un espacio para el lavado de los vehículos y una adecuación para llevar las aguas residuales hasta la planta de tratamiento de efluentes, como se ve en la Figura 3-11.

La cubierta de protección del sistema de incineración y las celdas, deberá poseer una adecuación superior para permitir la salida de las cenizas del proceso, en un diseño similar al de la Figura 3-12.

Figura 3-11: Proceso de lavado del recolector.



Figura 3-12: Modelo de cubierta de protección del equipo.

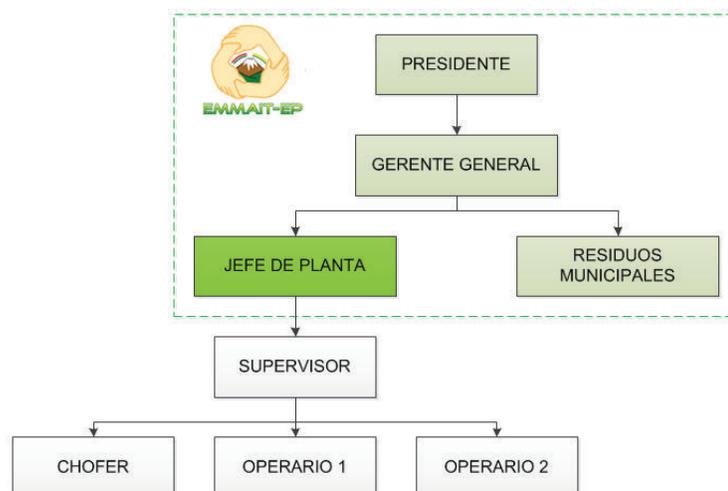


3.3.5 ESTRUCTURA JERÁRQUICA DEL PROYECTO

Este punto se analizó lo relacionado con la forma de organización y la propuesta sobre los cargos a ocupar con su respectiva remuneración. Para una mejor comprensión se empleó un organigrama, que permite representar de manera clara los niveles jerárquicos del proyecto. Una vez analizadas las características de la planta de incineración y los equipos para su funcionamiento se pudo establecer el personal a ser contratado y los equipos de protección que deberán ser adquiridos.

En la Figura 3-13 se presenta la estructura organizacional del proyecto, incluyendo el personal que ya existe en la EMMAIT-EP.

Figura 3-13: Organigrama de la empresa.



Se debe aclarar que debido a que el servicio de incineración va a entrar a formar parte de la empresa de aseo de Pelileo, el personal contratado será exclusivo para el servicio de recolección, transporte y tratamiento, mismo que deberá ser capacitado conforme la normativa ambiental nacional. La contratación incluye un supervisor, dos operarios y un chofer.

En cuanto al aspecto salarial, un 10% de la remuneración del jefe de planta será asumido por el proyecto. La remuneración nominal de cada uno será la siguiente, mostrada en la Tabla 3-16.

Tabla 3-16: Salarios del nuevo personal.

PUESTO	SALARIO (USD)
Supervisor	1.000,00
Chofer	500,00
Operario 1	375,00
Operario 2	375,00
TOTAL	2.250,00

3.4 ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO

Todo proyecto debe analizarse dentro de un periodo de tiempo en el que se realicen los diferentes análisis económicos. Si bien los equipos necesarios para el servicio de incineración pueden tener una vida útil de 15 años, se estableció el horizonte de tiempo en 20 años, periodo en el cual se efectuó la evaluación

financiera. Para ello fue necesario establecer los valores requeridos para las fases de instalación y operación de la planta. Las inversiones se consideraron en el año cero y los ingresos y egresos a partir del año uno.

Como base del estudio económico de este proyecto se utilizó el indicador económico VAN. Para ello fue necesario establecer un adecuado flujo de caja, que además permitió determinar la relación Beneficio-Costo esperada.

De igual manera, para que la empresa empiece a funcionar y se mantenga en el tiempo, es importante determinar el tamaño de las inversiones, los activos fijos, la depreciación, los gastos de operación y demás elementos económicos. Es decir, se debe conocer con qué capacidad instalada se debe iniciar la operación y cómo deberá variar esta capacidad mientras dure el proyecto (Viteri, 2015).

Se ha determinado que para un proyecto de inversión pública, el BEDE pide que los municipios aporten 35% del capital y que el gobierno solvante el 65% restante. En este caso, ese 65% representa aproximadamente \$680.000, en base al egreso total estimado para el primer año de operación de la planta.

Por ello, se espera lograr un crédito que solvante no sólo la compra de los equipos de incineración, sino el funcionamiento normal de la empresa, por lo que se buscaría establecer un préstamo de \$700.000, a una tasa del 12,56% por un periodo de diez años.

3.4.1 INVERSIÓN EN ACTIVOS FIJOS

El valor de la inversión inicial por concepto de equipos, obras físicas y permisos asciende a 772.967,70 sin incluir los gastos por conceptos de sueldos ni combustible, detallados en el flujo de caja.

La inversión necesaria para dar vida al proyecto se determinó según la forma que se observa en la Tabla 3-17.

Tabla 3-17: Inversión en activos fijos.

INSUMO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
--------	----------	-------------------------	----------------------

EQUIPOS¹⁶			
Incinerador	1	199.600,00	199.600,00
Control de cenizas	1	187.125,00	187.125,00
Sistema automático de carga	1	87.325,00	87.325,00
Vehículo recolector	1	50.000,00	50.000,00
INFRAESTRUCTURA			
Cubierta de protección del incinerador	1	30.000,00	30.000,00
PROTECCIÓN DEL PERSONAL			
Equipo de protección personal	6	432,95	2.597,70
OTROS RUBROS			
Kits hospitalarios	18.940	3.00	56.820
Seguros, licencias y permisos	1	8.000	8.000
Capacitación	1	1.500,00	1.500,00
Costos de importación	1	150.000,00	150.000,00
TOTAL			USD 772.967,70

3.4.2 DEPRECIACIÓN DE ACTIVOS FIJOS

En todo proyecto se debe reconocer el desgaste de los activos debido a su uso, para “crear una reserva que al final nos permita reemplazar el activo sin afectar la liquidez de la empresa” (Viteri, 2015). La depreciación de los activos fijos de este proyecto se realizará de acuerdo a la naturaleza de los mismos, a su vida útil y la técnica contable, y serán depreciados según los porcentajes sugeridos en el Reglamento de Aplicación de la Ley de Régimen Tributario (SRI, 2015):

- Inmuebles (excepto terrenos), naves, aeronaves, barcasas y similares 5% anual.
- Instalaciones, maquinarias, equipos y muebles 10% anual.
- Vehículos, equipos de transporte y equipo caminero móvil 20% anual.
- Equipos de cómputo y software 33% anual.

Estos valores constan en el flujo de caja, no constituyen un egreso de caja pero influyen sobre el nivel de impuestos de las utilidades netas de cada uno de los

¹⁶ Los valores del incinerador, control de cenizas y sistema automatizado están calculados en base a la tasa de cambio, a la fecha (1,2475), de libras esterlinas a dólares. Los costos originales son: Incinerador £160.000, equipo de control de cenizas £150.000 y sistema automático de carga £70.000.

periodos. En la Tabla 3-18 se exponen estos valores, calculados en función de la vida útil de los equipos.

Tabla 3-18: Depreciación de activos fijos.

EQUIPOS	VALOR (USD)	VIDA ÚTIL (años)	DEPRECIACIÓN (USD)
Incinerador	199.600,00	10	19.960,00
Control de cenizas	187.125,00	10	18.712,50
Sistema automático de carga	87.325,00	10	8.732,50
Vehículo recolector	50.000,00	5	10.000,00
Equipo de protección personal	1.298,85	10	129,89
Cubierta de protección	30.000,00	20	1.500,00
DEPRECIACIÓN TOTAL			59.034,89

3.4.3 FLUJO DE CAJA PROYECTADO

Consiste en la principal herramienta para poder realizar el análisis económico. Se consideró un espacio de tiempo de veinte años, para determinar si la implementación del proyecto es rentable o no. Se asume una renovación de los equipos al cabo de diez años de vida del proyecto con el fin de determinar si durante ese tiempo de vida el proyecto es autosustentable.

El flujo de caja consistió básicamente en el cálculo de los ingresos y egresos que tendrá la planta durante el tiempo de operación. La resta de estos parámetros nos da la utilidad neta, lo que permitirá calcular el VAN del proyecto y la relación Beneficio-Costo, indispensables para determinar su viabilidad económica y su rentabilidad. Los ingresos identificados proceden netamente de la facturación por el servicio, el cual estará dado en función de los kits hospitalarios entregados, puesto que no se distinguen muchos generadores que pueden optar por un servicio de costo por kilogramo. El número de kits entregados dependerá de la cantidad de desechos generados en cada provincia, asumiendo que cada kit tiene una capacidad promedio de 15 kg. Con esa consideración se obtuvieron los valores referenciales para el periodo de veinte años, publicados en la Tabla 3-19.

Tabla 3-19: Kits necesarios calculados para el servicio.

AÑO	TUNGURAHUA	RESTO DE PROVINCIAS	AÑO	TUNGURAHUA	RESTO DE PROVINCIAS
1	7.364	11.576	11	10.567	15.563
2	7.635	11.919	12	10.955	16.039
3	7.916	12.273	13	11.358	16.531
4	8.207	12.638	14	11.775	17.039
5	8.509	13.016	15	12.208	17.564
6	8.821	13.407	16	12.657	18.108
7	9.146	13.810	17	13.123	18.669
8	9.146	14.227	18	13.605	19.250
9	9.831	14.658	19	14.105	19.850
10	10.192	15.103	20	14.624	20.470

Por su parte, los egresos del proyecto para el primer año y que están detallados en la Tabla 3-20, se asumieron por la cobertura de salarios, consumo de combustible, gastos por servicios básicos, compra de equipos de protección personal, compra de kits hospitalarios, pago de seguros, mantenimiento de los equipos y otros gastos.

Tabla 3-20: Estimación de egresos del proyecto durante el primer año.

EGRESOS	GASTO DEL PRIMER AÑO (USD)
Salarios	40.237,72
Combustibles	149.574,74
EPP	2.597,70
Servicios básicos	3.000,00
Kits hospitalarios	47.350,00
Seguros	2.500,00
Mantenimiento	15.721,50
Licencias	5.000,00
Permisos	500,00
TOTAL	266.481,66

El mantenimiento de los equipos se estima en una cantidad igual al 3% del costo de compra¹⁷. El gasto por combustible es un cálculo aproximado en función de los costos actuales del diesel y del consumo de los equipos y el vehículo de

¹⁷ Según Gadere S.A.

recolección. Otros rubros que se toman en cuenta para el flujo de caja son los impuestos que deben cubrirse, las depreciaciones de los equipos y el pago del crédito bancario y el aporte municipal.

3.4.4 CÁLCULOS REALIZADOS

Los métodos de evaluación basan sus cálculos en flujos de caja ideales, es decir, que el valor actual de los ingresos netos (S_0) contrarreste la inversión inicial (E_0). Para el cálculo de los ingresos netos se aplicó la siguiente fórmula:

$$S_0 = \sum_1^n \frac{F_i}{(1+r)^i} \quad (3.1)$$

Dónde:

- F_i = flujo de caja en el periodo designado (Ingresos - Egresos)
- r = tasa de descuento
- n = número de periodos
- i = Tiempo

La tasa de descuento o costo de capital “ r ”, considera la relación existente entre el riesgo y el rendimiento para el proyecto, y se expresa matemáticamente con la siguiente fórmula:

$$r = r_f + \beta \times (r_m - r_f) + r_p + if \quad (3.2)$$

Dónde:

- r_f = tasa libre de riesgo
- β = coeficiente beta sectorial (varía según el tipo de proyecto)
- r_m = rendimiento del mercado
- r_p = riesgo país
- if = Inflación

Una vez conocido estos datos se procede a calcular el VAN del proyecto. La fórmula empleada para este cálculo es la siguiente:

$$VAN = \sum_1^n \frac{F_i}{(1+r)^i} - Inversión \quad (3.3)$$

Sin embargo, de ser necesario un cálculo sobre el flujo de caja original, el VAN se calcula mediante la fórmula:

$$VAN = \sum VAI - \sum VAE \quad (3.4)$$

Dónde:

VAI = Valor Actual de los Ingresos

VAE = Valor Actual de los Egresos

Con estos mismos datos fue posible calcular la relación Beneficio-Costo del proyecto, aplicando la fórmula siguiente:

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum VAI}{\sum VAE} \quad (3.5)$$

Tanto el VAN como la relación B/C permitieron establecer si el proyecto es económicamente viable, aplicando los siguientes criterios:

- Si el VAN es positivo, implica que el valor actual de los ingresos logra cubrir la totalidad de la inversión, y por lo tanto se acepta el proyecto.
- Si el VAN es cero, se debe replantear el proyecto.
- Si el VAN es negativo, el valor actual de los ingresos no cubre el total de los valores centrales de los egresos, y por tanto se rechaza el proyecto.

Mientras que para la relación Beneficio/Costo se tiene:

- Si la relación B/C es mayor a 1, se acepta el proyecto.
- Si la relación B/C es igual a 1, se debe replantear el proyecto.
- Si la relación B/C es menor a 1, se rechaza el proyecto.

Finalmente, fue necesario conocer el periodo en el que se recuperará la inversión (payback). Para su cálculo se suman los flujos de caja, la cantidad de veces que

sean necesarias, para igualar la inversión inicial. Mediante este cálculo se tiene el tiempo que tomará recuperar la inversión. Matemáticamente se expresa así:

$$Payback = \left[\begin{array}{l} \text{Último periodo con} \\ \text{flujo de caja negativo} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{l} \text{Valor absoluto del último} \\ \text{periodo con flujo de caja negativo} \\ \text{Valor del siguiente periodo al último} \\ \text{con flujo de caja acumulado negativo} \end{array} \right] \quad (3.6)$$

3.5 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Para analizar los impactos ambientales que pueden producirse por proyecto dentro de su área de influencia se empleó una matriz causa-efecto. El diseño de esta matriz permite realizar un análisis por filas y columnas, ya que en las primeras se detallan los factores ambientales característicos del entorno, mientras que en las columnas se observan las acciones realizadas durante las diferentes fases del proyecto (Espinoza G. , 2007).

En este apartado se analizaron los posibles impactos ambientales causados por la instalación y operación de la planta de incineración. Como se mencionó anteriormente, toda intervención humana provoca alteraciones sobre el ambiente. Por esta razón se evaluaron tres medios sobre los que puede haber afectación: físico, biótico y antrópico.

Para la determinación de los impactos ambientales, positivos o negativos, se analizaron las actividades en dos etapas:

- Fase de transporte e instalación de los equipos.
- Fase de operación de la planta de incineración.

3.5.1 IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

Partiendo de la los tres componentes ambientales definidos anteriormente, se definieron las siguientes afectaciones ambientales causadas por el proyecto, como se muestra en la Tabla 3-21, mientras que los impactos durante las fases de vida del proyecto se presentan en la Tabla 3-22.

Tabla 3-21: Afectaciones ambientales según componente.

COMPONENTE	MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	AFECTACIÓN
Físico	Aire	Calidad del aire	Ingreso de sustancias que alteran su calidad, principalmente material particulado.
		Ruido	Aumento de los niveles de presión sonora.
	Suelo	Calidad del suelo	Presencia de sustancias que lo degraden o contaminen.
		Erosión	Áreas erosionadas y eliminación de cobertura vegetal.
Físico	Agua	Aguas subterráneas	Afectación de fuentes de agua subterránea debido a lixiviados.
		Aguas superficiales	Alteración de la calidad del agua superficial por residuos sólidos o lixiviados.
	Paisaje	Calidad visual	Alteración del paisaje natural.
Biótico	Flora	Cobertura vegetal	Decremento de las especies florales originarias del sitio.
	Fauna	Especies de fauna	Alejamiento de las especies animales cercanas al proyecto.
Antrópico	Económico	Empleo	Contratación de servicios personales como mano de obra.
		Condiciones de vida	Condiciones de vida que son afectadas por las operaciones del proyecto.

Tabla 3-22: Afectaciones ambientales según la fase del proyecto.

FASE	ACCIÓN	DEFINICIÓN
Construcción	Construcción del sistema de protección y almacenamiento.	Comprende la construcción de un galpón y celdas de acopio, lo que implica remoción del suelo.
	Operación del sitio de acopio de residuos.	Actividades de segregación de los desechos hospitalarios que llegan a la planta.
	Descarga de desechos.	Colocación de los residuos en las diferentes celdas destinadas para ellos.
Operación	Incineración de los desechos.	Proceso realizado para dar el tratamiento deseado a los desechos.
	Generación de gases.	Generación de cenizas propias del proceso de combustión.
	Generación y tratamiento de aguas residuales.	Propias de los procesos de lavado de los vehículos y su posterior tratamiento.

3.5.2 IMPACTOS AMBIENTALES EN LA FASE DE PRE-OPERACIÓN

Antes de entrar en operación, la planta de incineración necesitará ciertas obras civiles encaminadas a adecuar el sitio para el correcto funcionamiento del proyecto. Estas obras menores fueron calificadas como positivas o negativas, en

función del componente ambiental que podría resultar afectado. En la Tabla 3-23 se presentan los impactos asociados a la fase previa a la operación de la planta.

Tabla 3-23: Impactos ambientales en la fase de instalación de equipos.

PROCESO	ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL	TIPO DE IMPACTO
Obra civil	Transporte de los equipos.	Físico	Negativo
		Biótico	N/A
		Antrópico	Negativo/Positivo
	Adecuación del sitio para el incinerador.	Físico	Negativo
		Biótico	N/A
		Antrópico	Negativo/Positivo
Instalación del sistema eléctrico.	Físico	N/A	
	Biótico	N/A	
	Antrópico	Negativo/Positivo	
Pre-operación	Instalación de los equipos.	Físico	Negativo
		Biótico	N/A
		Antrópico	Negativo/Positivo
	Prueba de los equipos.	Físico	Negativo
		Biótico	N/A
		Antrópico	Negativo/Positivo

3.5.3 IMPACTOS AMBIENTALES EN LA FASE DE OPERACIÓN

Una vez que la planta entre en funcionamiento se podrían generar mayores afectaciones ambientales de no existir un adecuado control del proceso. En la Tabla 3-24 se presenta un resumen de las actividades propias de la fase de operación y el impacto que se espera que pudiera tener. No se realizó una valoración considerando los parámetros de extensión, duración o reversibilidad, dada la magnitud que este trabajo significaría.

Tabla 3-24: Impactos ambientales relacionados con la fase de operación.

PROCESO	ACTIVIDAD	COMPONENTE AMBIENTAL	TIPO DE IMPACTO
Operación	Servicio de incineración	Físico	N/A
		Biótico	N/A
		Antrópico	Negativo/Positivo
	Control de emisiones	Físico	N/A
		Biótico	Negativo/Positivo
		Antrópico	Positivo
	Disposición final de cenizas	Físico	Negativo/Positivo
		Biótico	Negativo/Positivo
		Antrópico	Negativo/Positivo

3.6 PARTICIPACIÓN DE LA MUNICIPALIDAD DE AMBATO

Como se observó, la ciudad de Ambato posee la mayor generación de desechos de la provincia, no solamente de fuentes sanitarias sino de todo el espectro de desechos registrados. Por esta razón la vida de la planta de gestión depende sobremanera de la aceptación del proyecto por parte del amplio grupo de fuentes generadoras que existen en este cantón.

A nivel hospitalario por ejemplo, Ambato posee el mayor generador de tipo médico del centro del país, el Hospital General Docente Ambato. Sin embargo, las autoridades al frente de la gestión de residuos no han mostrado interés en el proyecto mancomunado de gestión, debido principalmente a temas políticos.

Si bien esta negativa constituye un problema, hay que recordar que la gestión de desechos peligrosos se realiza directamente con la fuente que los genera, no así con la municipalidad (MAE & MSP, 2014).

Actualmente la EPM-GIDSA está en proceso de licenciamiento como gestor de desechos sanitarios a través de la tecnología de esterilización por vapor. Sin embargo, esta tecnología presenta la desventaja de no reducir en gran medida el volumen de los desechos que trata, lo que resulta en un problema para los municipios ya que deben disponer de un espacio físico dentro de los rellenos sanitarios, en los que puedan depositar los desechos que hayan sido tratados.

Ante este panorama el proyecto debe priorizar como su mercado principalmente a este cantón, ya que sin éste la planta resultaría ineficaz. Para ello, dado que por ley el generador deberá optar por una alternativa de tratamiento de sus desechos peligrosos, se plantea introducir el producto a un precio económicamente atractivo para el consumidor.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE LA REALIDAD PROVINCIAL

En la actualidad no existe una gestión adecuada de los desechos sanitarios en la provincia, menos aún una gestión apropiada de los desechos peligrosos generados en las casas de salud. La totalidad de municipios de Tungurahua presentan deficiencias en el manejo de estos desechos, empezando por una recolección inapropiada, con vehículos fuera de la norma establecida y un personal con poca capacitación.

Si bien ciertos cantones poseen rellenos sanitarios con licencia ambiental y celdas hospitalarias adecuadas, prácticamente el 50% restante aún posee botaderos a cielo abierto. Sin embargo, cualquiera sea la opción de disposición final, esta alternativa resulta inadecuada ya que poco a poco los municipios se van quedando sin espacio para continuar depositando sus desechos.

Resulta preocupante además, que la poca gestión realizada por algunos municipios se concentra únicamente en la recolección y transporte de los desechos hasta los sitios de disposición final antes mencionados, es decir, no realizan ningún tipo de tratamiento previo a la disposición. Para agravar la situación, la mayor parte de cantones, al no disponer de una celda sanitaria ni un vehículo exclusivo de recolección, depositan estos desechos directamente con la basura común.

En cuanto a ordenanzas municipales, todos los cantones poseen alguna sobre el tema de desechos sólidos; sin embargo, únicamente cuatro cantones: Ambato, Baños, Quero y la mancomunidad de Patate/Pelileo poseen ordenanzas exclusivas aprobadas para el manejo de los residuos sanitarios. En otras palabras, apenas el 50% de las municipalidades han mostrado preocupación en el tema y han empezado a trabajar en búsqueda de una solución.

4.2 ANÁLISIS DE MERCADO

Ambato es el mayor generador de desechos sanitarios peligrosos en Tungurahua. Su generación es tal, que los ocho cantones restantes, en conjunto, producen en una semana lo que Ambato genera en un día; por esta razón se constituye en el principal objetivo del presente proyecto. Para los temas de demanda y oferta del servicio propuesto, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

4.2.1 DEMANDA DEL SERVICIO

Calculada en base al número de camas hospitalarias y su generación, los resultados obtenidos y proyectados se presentan en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1: Generación diaria de desechos sanitarios por provincia.

	Tungurahua	Bolívar	Cotopaxi	Chimborazo	Pastaza	TOTAL
Camas en 2014	1013	188	559	741	151	2652
Generación por camas en 2014 (kg)	202,60	37,60	111,80	148,20	30,20	530,40
Generación por otras fuentes médicas (kg)	32,3	6,0	17,8	23,6	4,8	84,5
Generación total de fuentes médicas (kg)	234,9	43,6	129,6	171,8	35,0	614,9
Generación por otras fuentes (kg)	27,1	5,0	14,9	19,8	4,0	70,8
Generación total en 2014 (kg)	261,9	48,6	144,5	191,6	39,0	685,7
				Generación anual (kg)		250.287,02
Camas en 2016	1089	190	587	798	161	2825
Generación por camas en 2016 (kg)	217,80	38,00	117,40	159,60	32,20	565,00
Generación por otras fuentes médicas (kg)	34,69	6,05	18,70	25,42	5,13	89,98
Generación total de fuentes médicas (kg)	252,49	44,05	136,10	185,02	37,33	654,98
Generación por otras fuentes (kg)	29,09	5,08	15,68	21,32	4,30	75,47
Generación total en 2016 (kg)	281,58	49,13	151,78	206,34	41,63	730,45
				Generación anual (kg)		266.614,50
Camas en 20 años	2324	209	979	1743	323	5578
Generación por camas en 20 años (kg)	464,80	41,80	195,80	348,60	64,60	1115,60
Generación por otras fuentes médicas (kg)	74,03	6,66	31,18	55,52	10,29	177,68
Generación total de fuentes médicas (kg)	538,83	48,46	226,98	404,12	74,89	1293,28
Generación por otras fuentes (kg)	62,08	5,58	26,15	46,56	8,63	149,01
Generación total a 20 años (kg)	600,91	54,04	253,14	450,68	83,52	1442,28
				Generación anual (kg)		526.433,87

4.2.2 OFERTA DEL SERVICIO

Debido a que apenas el 1,8% de los establecimientos de salud incineran sus desechos y que sólo existe un gestor calificado para ello, la oferta propuesta por el presente proyecto distingue tres potenciales escenarios en los que se podría brindar el servicio.

- En primer lugar está la provincia de Tungurahua, dado que no existe un solo cantón que realice tratamiento alguno.
- El segundo escenario se ubica en las provincias aledañas de Bolívar, Cotopaxi y Chimborazo por su cercanía, sin descuidar a Pastaza.
- El tercer escenario contempla que el mercado se extendería más allá de las fronteras del centro del país.

Se debe considerar también que en la región Sierra sólo el 60,2% de los desechos peligrosos hospitalarios es recolectado mediante un servicio diferenciado. Por ello se hace necesaria la adquisición de vehículos que garanticen la recolección adecuada y el transporte seguro de los desechos hospitalarios, y sean exclusivos para esta actividad.

A nivel de competencia, la empresa privada Gadere S.A. aparece como el principal rival del proyecto, ya posee varios clientes a nivel nacional y una amplia experiencia en la gestión de todo tipo de desecho peligroso. Por esta razón el producto ofertado deberá ser atractivo para el consumidor, partiendo por precios bajos que sean accesibles para todos los generadores.

4.2.2.1 El Producto

El producto ofertado no se limita a la incineración, sino que constituye una cadena de procesos que parten con la recolección puerta a puerta de los desechos y termina con su tratamiento y disposición final. Por disposición del MAE, únicamente los generadores registrados ante este ministerio podrán acceder al servicio, el que será brindado a través de la entrega de kits hospitalarios consistentes en una funda y un recipiente aptos para este fin.

Es indispensable que el contacto con el cliente sea directo. Los municipios o cualquier otra entidad de control, cumplen el papel de mediadores entre el generador y el gestor, sea público o privado. En el caso de este proyecto, para dar cumplimiento con la normativa ambiental se adquirirán equipos de alta tecnología, que además permitan dar un tratamiento apropiado a las cenizas generadas en el proceso de combustión, pues su desintegración puede dar paso a la formación de dioxinas y furanos, compuestos extremadamente tóxicos (Academia.edu, 2013). Los equipos necesarios para un adecuado tratamiento serán adquiridos de Inciner8. Sus características son las siguientes:

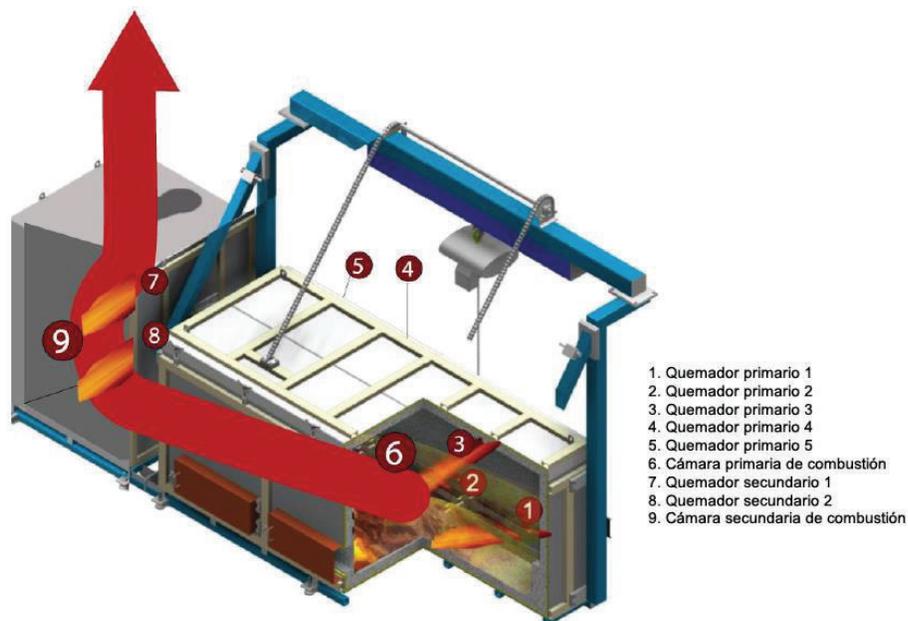
4.2.2.1.1 Equipo de incineración

El equipo de incineración I8-1000 ofertado por Inciner8, tiene un diseño probado, actualmente funciona en diferentes partes del mundo en diversas aplicaciones. Posee una alta calidad de construcción que asegura durabilidad y facilidad de instalación, operación y mantenimiento, de acuerdo a sus fabricantes. Sus características lo hacen adecuado para el tratamiento de residuos médicos.

De acuerdo a sus especificaciones técnicas, presentadas en el Anexo 5, el equipo cuenta con dos cámaras de combustión que garantizan la eliminación total de los patógenos. La cámara primaria posee un revestimiento refractario que soporta hasta 1600°C y una capa aislante de 20 mm de alta calidad que retiene el calor minimizando las pérdidas. Está elaborado de acero inoxidable y es de un diseño compacto que facilita su traslado e instalación.

Su forma garantiza una distribución óptima del calor evitando puntos fríos y proporcionando retención de líquidos. El quemador funciona con diesel, con una mayor eficiencia para reducir la emisión de óxidos de nitrógeno. Cuenta con un flujo de aire constante que provee una combustión mejorada. Las cenizas se remueven fácilmente gracias a su puerta de extracción especialmente diseñada para este fin. La cámara secundaria, por su parte, posee un tiempo de retención de cenizas, con características similares de revestimiento y ventilación que la primera cámara. El equipo se observa en detalle en la Figura 4-1.

Figura 4-1: Estructura del incinerador I8-100.



Fuente: Inciner8, 2017.

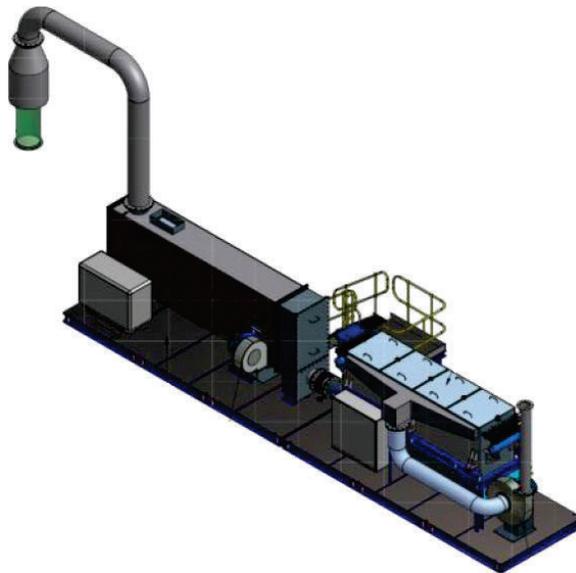
4.2.2.1.2 *Equipo de control de cenizas*

Es indispensable que el equipo de incineración cuente con un equipo de control de cenizas por la posible formación de dioxinas y furanos, compuestos considerados cancerígenos.

El Inciner8 Pollution Control System captura todos los gases, hollín y sólidos arrastrados emitidos por el incinerador y los procesa para cumplir con la normativa europea. El equipo garantiza la eliminación de las partículas por captura directa en el filtro cerámico, elimina los gases por reacción con cal hidratada y finalmente captura el sólido resultante.

En el tema del control de dioxinas, el equipo evita su formación, eliminando los reactantes necesarios. Elimina además varios metales pesados que han sido condensados como partículas en el filtro. La Figura 4-2 permite observar el equipo de control de cenizas.

Figura 4-2: Sistema de control de cenizas para el incinerador I8-100.



Fuente: Inciner8, 2017

El diseño del equipo es tal, que se ajusta perfectamente al incinerador para un control completo de las cenizas. El equipo ensamblado en su totalidad se muestra en el Anexo 5. La capacidad de incineración del equipo varía desde 600 hasta 1250 kg por hora.

Al tratarse de un servicio nuevo en la provincia, la promoción apuntará a captar la mayor cantidad de potenciales clientes, de tal forma que le permita operar a la planta a su máxima capacidad. Se expandirán las fronteras del servicio, ampliando el espectro de tratamiento hacia otros desechos peligrosos provenientes de otras fuentes como lubricadoras, lavadoras, curtiembres, etc. dado que el equipo de incineración es adecuado para esa tarea.

Para lograr este objetivo se recurrirá a diferentes instrumentos tales como:

- Convenios institucionales públicos y privados.
- Publicidad en los diferentes medios locales (TV, radio, internet, etc.), especialmente prensa escrita.
- Campañas de concientización sobre el efecto de estos desechos.

Respecto a la plaza, el proyecto se asentará en la ciudad de Pelileo ya que posee el espacio adecuado para ello. Desde este sitio se buscará expandir el servicio hacia fronteras mayores. El escenario para este tipo de gestión parece favorable ya que apenas el 1,8% de los desechos sanitarios son incinerados en el país, y únicamente a través de Gadere S.A.

Por esta razón, una empresa ubicada en el centro del país constituye una gran oportunidad para aquellos generadores de desechos sanitarios peligrosos quienes, por obligaciones legales, deben dar solución a este problema.

La fijación del precio constituyó una de las tareas más delicadas del estudio, ya que condiciona directamente la demanda del producto y determina su rentabilidad. De ahí que la elección de una adecuada tarifa de cobro sea fundamental para la vida del proyecto y su posicionamiento en el mercado.

Sin embargo, no se puede establecer una única tarifa de cobro por el presente servicio, sino que es necesario un estudio más detallado en el que se analicen las rutas a seguir, la cantidad de desechos a recolectar y el tipo de paquete que se vaya a ofertar. Hay que recordar que a la hora de establecer este valor se debe tener en cuenta dos criterios:

- Que el precio sea accesible para el cliente.
- Que el costo establecido genere retorno de la inversión.

Y dado que se trata de un proyecto de inversión pública el precio fijado será el mínimo posible para garantizar la vida del proyecto, sin buscar necesariamente un beneficio económico. En el flujo de caja realizado se detallará el costo final del servicio.

4.3 ANÁLISIS TÉCNICO

La ciudad de Pelileo constituye la mejor opción para ubicar el proyecto. No sólo por su ubicación geográfica, sino también porque posee una importante red vial que garantiza una adecuada circulación desde la planta de incineración hacia las diferentes fuentes generadoras. A esto se suma el hecho de que existe en una

infraestructura ya construida, perteneciente a la municipalidad, desde la que se dirigen las actividades de recolección de los residuos sólidos urbanos de la localidad. La construcción perteneciente a la EMMAIT-EP está ubicada junto al relleno sanitario, alejada de la población y con todos los servicios básicos a su disposición. Esta situación favorece la implementación de la planta, principalmente porque no afecta de forma directa el día a día de la comunidad.

Desde el punto de vista geográfico, Tungurahua constituye un importante centro de movilidad, ya que está ubicada en el centro del país. Esta condición también supone una ventaja importante que debe aprovecharse, ya que en el caso de la prestación del servicio significaría una reducción en los costos del tratamiento en relación a los ofertados por el gestor privado, debido a que se reduce grandemente el consumo de combustible. Tal es el caso de Ambato, en el que el costo de la gestión privada respecto al de la gestión pública se reduce aproximadamente en un 50%.

En relación al tamaño de la planta, ésta depende de la instalación de los equipos y de la adecuación de las celdas de almacenamiento temporal. El equipo de incineración junto al equipo de control de cenizas, necesitan de un espacio físico de 100 m², mientras que las celdas ocupan alrededor de 50 m². Es decir, el sitio en el que instalará el proyecto requiero de al menos 200 m² de espacio para su correcto funcionamiento. Esta necesidad es solventada por la empresa de aseo de Pelileo ya que tiene a su disposición un área superior a los 700 m².

Sobre toda la planta deberá adecuarse una cubierta protectora que garantice una operación adecuada del incinerador y evite problemas causados durante épocas de lluvias y otras condiciones climáticas desfavorables para las celdas de almacenamiento temporal.

En cuanto a otras obras de ingeniería que precise el proyecto, sólo se distingue la adecuación de un sitio de lavado de los vehículos de recolección. Los efluentes líquidos producto del proceso de lavado deberán ser tratados adecuadamente antes de su descarga al ambiente. Dado que el relleno sanitario está ubicado junto a la planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa de aseo local,

el tratamiento necesario podrá ser realizado para cumplir con las exigencias ambientales nacionales.

Para terminar, será necesaria la contratación de cuatro nuevas personas durante la primera fase del servicio propuesto. Inicialmente el personal a contratar deberá estar conformado por un supervisor, un chofer y dos operarios. Asimismo, deberá asignarse un jefe de planta, el que no deberá ser contratado sino que será enviado desde la EMMAIT-EP. En el aspecto salarial, los rubros a cobrar por el personal están dados en base a las tasas actuales de pago, mientras que el jefe de planta recibirá un 10% de su sueldo a partir de los fondos obtenidos por la planta de incineración.

4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

La mayor inversión del proyecto se realiza en la adquisición de los equipos y su importación al país, lo que representa una inversión superior al medio millón de dólares. Igualmente, la compra de los kits hospitalarios necesarios para prestar el servicio constituye un rubro importante. De acuerdo a los precios observados en el mercado, cada kit hospitalario comprado al por mayor está en promedio en un valor de tres dólares.

Como se observó en el numeral 3.2.3 los costos que maneja Gadere S.A., son:

- Costo mínimo por kit hospitalario: \$22
- Costo mínimo por kilogramo recogido: \$0,91

En las provincias analizadas, prácticamente la totalidad de fuentes generadoras entran en el grupo que accedería al servicio por kit hospitalarios. Por esta razón, el cálculo del flujo de caja se realizó considerando únicamente la entrega de estos kits, los que tienen una capacidad promedio de 15kg¹⁸. Por tanto, el costo del servicio se fijó teniendo como techo el precio de Gadere y considerando que el proyecto (de inversión pública) no busca una ganancia, necesariamente, sino solucionar los problemas de la provincia.

¹⁸ Valor promedio calculado en función de los diferentes tamaños de kit existentes.

Por ello se ha establecido una tasa de cobro de \$18,41 por cada kit para la provincia de Tungurahua, y de \$23,01 para el resto de provincias del centro del país. Estos valores permitirán un retorno de la inversión y una ganancia menor, según el flujo de caja realizado.

Para este flujo de caja se calculó una tasa de descuento de 12,56% aplicando la ecuación 3.2 y tomando en cuenta lo siguiente:

- La tasa libre de riesgo, r_f , según el rendimiento de los Bonos del Tesoro de Estados Unidos a 30 años plazo, a la fecha de este estudio, es de 2.997%¹⁹.
- El coeficiente β para proyectos ambientales se establece en 0,96.
- El rendimiento de mercado, r_m , calculado en función de la prima de riesgo establecida por el mercado de Estados Unidos, considera un valor de 10,5%, según la Bolsa de Valores de Quito (2017).
- El riesgo país se asume como 0%.
- La tasa de inflación promedio, i_f , entre Marzo/2016 y Marzo/2017 es de 1,378%²⁰.

Luego de diez años el flujo de caja determinó que es posible una nueva inversión por concepto de equipos de incineración y adquisición de nuevos vehículos. Para solventar estos gastos, se propone un incremento en la tasa de cobro para cada una de las regiones atendidas en función de la inflación. La nueva tasa será de \$23,24 para Tungurahua y \$29,05 para el resto de provincias de la zona. El nuevo costo de compra del kit será \$3,79.

A partir de estos datos se obtuvo el siguiente flujo de caja, observado en detalle en la Tabla 4-2. La primera parte corresponde a los flujos de caja mensuales, durante el primer año de operación de la planta, y la segunda muestra los flujos para los veinte años estimados de operación de la planta. Mientras que en la Tabla 4-3 se presenta el flujo de caja necesario para el cálculo del VAN y la relación B/C.

¹⁹ Tomado de <http://www.investing.com>. Rentabilidad – Bono de Estados Unidos a 30 años.

²⁰ Tomado de <https://contenido.bce.fin.ec/indicador.php?tbl=inflacion>.

Tabla 4-2: Continuación.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
INGRESOS											
Ingreso local		131.815,60	136.666,50	141.696,40	146.905,30	152.311,10	157.895,90	163.713,40	163.713,40	175.974,90	182.436,80
Ingreso zonal		259.013,00	266.687,63	274.608,38	282.775,25	291.233,00	299.981,63	308.998,75	318.329,13	327.972,75	337.929,63
Crédito bancario	700.000,00										
Aporte municipal	400.000,00										
INGRESO TOTAL	1.100.000,00	390.828,60	403.354,13	416.304,78	429.680,55	443.544,10	457.877,53	472.712,15	482.042,53	503.947,65	520.366,43
INGRESO ACUMULADO	1.100.000,00	1.490.828,60	1.894.182,73	2.310.487,50	2.740.168,05	3.183.712,15	3.641.589,68	4.114.301,83	4.596.344,35	5.100.292,00	5.620.658,43
EGRESOS											
Equipos	474.050,00										
Vehículo	50.000,00										
Cubierta	30.000,00										
Importación	150.000,00										
Obras de arte	5.000,00										
Capacitación	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Kits anual	9.470,00	56.820,00	58.662,00	60.567,00	62.535,00	64.575,00	66.684,00	68.868,00	70.119,00	73.467,00	75.885,00
EPP	2.597,70	2.658,89	2.721,51	2.785,62	2.851,23	2.918,39	2.987,13	3.057,49	3.129,50	3.203,22	3.278,67
Sueldos (Más beneficios de ley)	6.706,29	40.237,72	41.185,49	42.155,58	43.148,52	44.164,84	45.205,11	46.269,88	47.359,73	48.475,24	49.617,04
Mantenimiento		15.721,50	15.721,50	15.721,50	15.721,50	15.721,50	15.721,50	15.721,50	15.721,50	15.721,50	15.721,50
Combustibles	24.929,12	149.574,74	149.574,74	149.574,74	149.574,74	149.574,74	149.574,74	149.574,74	149.574,74	149.574,74	149.574,74
Seguros		2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00
Licencias	5.000,00										
Permisos	500,00										
Servicios básicos	500,00	4.809,93	4.809,93	4.809,93	4.809,93	4.809,93	4.809,93	4.809,93	4.809,93	4.809,93	4.809,93
Pago del crédito BEDE		38.831,08	43.706,44	49.193,91	55.370,35	62.322,26	70.147,01	78.954,18	88.867,11	100.024,64	112.583,02
Pago de interés BEDE		87.887,08	83.011,72	77.524,25	71.347,80	64.395,89	56.571,15	47.763,98	37.851,05	26.693,52	14.135,13
Pago aporte municipal		40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00	40.000,00
Pago de interés municipal											
EGRESO TOTAL	760.253,11	440.540,94	443.393,33	446.332,53	449.359,08	452.482,56	455.700,57	459.019,70	461.432,56	465.969,79	469.605,04
EGRESO ACUMULADO	760.253,11	1.200.794,05	1.644.187,38	2.090.519,91	2.539.878,98	2.992.361,55	3.448.062,12	3.907.081,82	4.368.514,38	4.834.484,17	5.304.089,21
INGRESOS - EGRESOS	339.746,89	-49.712,34	-40.039,21	-30.027,75	-19.678,53	-8.938,46	2.176,96	13.692,45	20.609,96	37.977,86	50.761,39
I-E ACUMULADOS	339.746,89	290.034,55	249.995,34	219.967,59	200.289,07	191.350,60	193.527,56	207.220,01	227.829,97	265.807,83	316.569,22

Tabla 4-2: Continuación.

	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
INGRESOS										
Ingreso local	238.733,32	247.499,15	256.603,87	266.024,88	275.807,36	285.951,33	296.479,36	307.368,87	318.665,04	330.390,47
Ingreso zonal	439.505,96	452.948,30	466.842,60	481.188,74	496.014,96	511.377,76	527.220,64	543.628,33	560.572,59	578.081,66
Crédito bancario										
Aporte municipal										
INGRESO TOTAL	678.239,18	700.447,46	723.446,47	747.213,61	771.822,33	797.329,09	823.700,00	850.997,20	879.237,64	908.472,13
INGRESO ACUMULADO	6.298.897,61	6.999.345,06	7.722.791,53	8.470.005,14	9.241.827,47	10.039.156,55	10.862.856,56	11.713.853,76	12.593.091,40	13.501.563,53
EGRESOS										
Equipos	598.318,53									
Vehículo	63.107,11									
Cubierta										
Importación	150.000,00									
Obras de arte										
Capacitación	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Kits anual	98.939,33	102.210,80	105.599,66	109.102,10	112.729,50	116.489,42	120.378,08	124.403,05	128.568,12	132.880,86
EPP	3.355,89	3.434,94	3.515,85	3.598,66	3.683,42	3.770,18	3.858,99	3.949,88	4.042,92	4.138,14
Sueldos (Más beneficios de ley)	50.785,73	51.981,94	53.206,33	54.459,56	55.742,31	57.055,28	58.399,17	59.774,71	61.182,65	62.623,76
Mantenimiento	19.842,77	19.842,77	19.842,77	19.842,77	19.842,77	19.842,77	19.842,77	19.842,77	19.842,77	19.842,77
Combustibles	149.574,74	149.574,74	149.574,74	149.574,74	149.574,74	149.574,74	149.574,74	149.574,74	149.574,74	149.574,74
Seguros	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00
Licencias										
Permisos										
Servicios básicos	4.809,93	4.809,93	4.809,93	4.809,93	4.809,93	4.809,93	4.809,93	4.809,93	4.809,93	4.809,93
Pago del crédito BEDE										
Pago de interés BEDE										
Pago aporte municipal										
Pago de interés municipal										
EGRESO TOTAL	1.142.734,04	335.855,13	340.549,28	345.387,77	350.382,68	355.542,32	360.863,68	366.355,09	372.021,14	1.382.293,94
EGRESO ACUMULADO	6.446.823,25	6.782.678,38	7.123.227,66	7.468.615,42	7.818.998,10	8.174.540,42	8.535.404,10	8.901.759,18	9.273.780,32	10.656.074,26
INGRESOS - EGRESOS	-445.170,73	384.549,21	403.509,35	423.115,17	443.430,12	464.503,96	486.304,87	508.888,41	532.267,41	-447.937,97
I-E ACUMULADOS	199,37	384.748,58	788.257,93	1.211.373,10	1.654.803,22	2.119.307,18	2.605.612,06	3.114.500,46	3.646.767,87	3.198.829,91

Tabla 4-3: Continuación.

	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
INGRESOS										
Ingreso local	245.535,22	254.550,81	263.914,93	273.604,36	283.665,56	294.098,54	304.926,54	316.126,31	327.744,33	339.803,83
Ingreso zonal	452.028,09	465.853,53	480.143,70	494.898,58	510.147,23	525.947,74	542.242,01	559.117,18	576.544,21	594.552,14
INGRESO TOTAL	697.563,31	720.404,34	744.058,63	768.502,94	793.812,80	820.046,28	847.168,55	875.243,49	904.288,54	934.355,98
INGRESO ACUMULADO	5.347.022,62	6.067.426,96	6.811.485,59	7.579.988,53	8.373.801,32	9.193.847,61	10.041.016,16	10.916.259,65	11.820.548,19	12.754.904,17
EGRESOS										
Equipos	598.318,53									
Vehículo	63.107,11									
Cubierta										
Importación	150.000,00									
Obras de arte										
Capacitación	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00
Kits anual	98.939,33	102.210,80	105.599,66	109.102,10	112.729,50	116.489,42	120.378,08	124.403,05	128.568,12	132.880,86
EPP	3.355,89	3.434,94	3.515,85	3.598,66	3.683,42	3.770,18	3.858,99	3.949,88	4.042,92	4.138,14
Sueldos (Más beneficios de ley)	50.785,73	51.981,94	53.206,33	54.459,56	55.742,31	57.055,28	58.399,17	59.774,71	61.182,65	62.623,76
Mantenimiento	19.842,77	19.842,77	19.842,77	19.842,77	19.842,77	19.842,77	19.842,77	19.842,77	19.842,77	19.842,77
Combustibles	149.574,74	149.574,74	149.574,74	149.574,74	149.574,74	149.574,74	149.574,74	149.574,74	149.574,74	149.574,74
Seguros	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00	2.500,00
Licencias y permisos										
Servicios básicos	4.809,93	4.809,93	4.809,93	4.809,93	4.809,93	4.809,93	4.809,93	4.809,93	4.809,93	4.809,93
Pago del crédito BEDE										
Pago de interés BEDE										
Pago aporte municipal										
Pago de interés municipal										1.004.423,73
EGRESO TOTAL	1.142.734,04	335.855,13	340.549,28	345.387,77	350.382,68	355.542,32	360.863,68	366.355,09	372.021,14	1.382.293,94
EGRESO ACUMULADO	5.346.823,25	5.682.678,38	6.023.227,66	6.368.615,42	6.718.998,10	7.074.540,42	7.435.404,10	7.801.759,18	8.173.780,32	9.556.074,26
INGRESOS - EGRESOS	-445.170,73	384.549,21	403.509,35	423.115,17	443.430,12	464.503,96	486.304,87	508.888,41	532.267,41	-447.937,97
I-E ACUMULADOS	199,37	384.748,58	786.257,93	1.211.373,10	1.654.803,22	2.119.307,18	2.605.612,06	3.114.500,46	3.646.767,87	3.198.829,91
VAI	189.914,59	174.254,93	159.900,56	146.731,18	134.657,03	123.590,01	113.435,48	104.121,89	95.577,18	87.739,19
VAE	311.114,22	81.238,28	73.185,12	65.945,30	59.436,55	53.584,15	48.319,48	43.582,82	39.320,12	129.802,08

4.5 ANÁLISIS AMBIENTAL

4.5.1 MEDIO FÍSICO

El sector en el que se implementará la planta incineradora está dentro de la zona rural del cantón Pelileo, alejada de áreas verdes importantes. El sitio se caracteriza por un flujo vehicular normal-bajo, por lo que no se esperaría una alta contaminación del aire o altos niveles de ruido. El sitio en el que se implantará la planta posee una topografía relativamente plana, con una pendiente poco pronunciada. El suelo es mayormente cuaternario, caracterizado por la presencia de piroclastos primarios y retrabajados (cangahua), avalancha de escombros, lahares y flujos de lava del tipo Volcánico Cotopaxi.

Las afectaciones que se podrían dar en este medio son relativamente bajas, principalmente porque ya existe un sitio construido sobre el que se asentará la planta de tratamiento. Esta construcción existente limita a que haya una nueva remoción de suelo y subsuelo, evitando ocasionar algún impacto sobre el medio.

4.5.2 MEDIO BIÓTICO

El ecosistema alrededor del proyecto ya ha sido intervenido con anterioridad. Las especies que pueden observarse son propias de asentamientos urbanos, con partes de cobertura vegetal del tipo herbácea y arbustiva que no tienen mayor importancia, por lo que una remoción de ellas no implica una afectación importante. En cuanto al tema de fauna dentro del área de influencia se destacan aves típicas de las zonas urbanas como mirlos, palomas, colibríes, gorriones. El resto de fauna que se observa son en su mayoría animales domésticos, principalmente perros.

4.5.3 MEDIO ANTRÓPICO

Los habitantes y entidades localizadas en el sector son las que determinan las características socio culturales del área de influencia. Sin embargo, el terreno está

dentro de un área que ha sido intervenida, en la que destaca la presencia del relleno sanitario, razón por la cual está alejada de la población. Por ello, la fase de construcción no se realizará completamente, sino que se considera sólo la adecuación del espacio para el funcionamiento de la planta, por lo que su análisis no es importante en este punto, sin embargo, los impactos que se puedan presentar son los asociados a la fase de operación de la planta de incineración, por lo que debe ser considerada para coordinar acciones encaminadas a mitigar los efectos perjudiciales que puedan afectar a la población.

4.5.4 IMPACTOS AMBIENTALES OBSERVABLES

No se espera una afectación negativa sobre la fauna y flora, mientras que los impactos negativos sobre el medio físico y antrópico son de baja significación, cuyo costo de remediación es prácticamente nulo. No habrá afectación sobre el paisaje ya que el equipo incinerador estará dentro de una infraestructura ya existente.

Debido a que es una zona urbana las afectaciones por el ruido no serán importantes, ya que el flujo vehicular existente ya produce ruido. No habrá remoción de materiales sólidos ni descargas de efluentes por lo que no se deberá elaborar un plan de mitigación sobre este aspecto.

En cuanto al medio antrópico, las posibles afectaciones al personal que realizará la instalación de los equipos serán mitigadas mediante la entrega de equipos de protección personal, mismos que ya existen en la planta actual. De este análisis se estima que de haber costos de mitigación, éstos serán extremadamente bajos, si no nulos, y se asumirán dentro de los gastos del proyecto. En general la parte biótica no se ve afectada por el funcionamiento del incinerador. Asimismo, no existe ninguna afectación al paisaje ni contaminación acústica o generación de polvo; de producirse algún tipo de impacto negativo se tomará medidas encaminadas a mantener los niveles permisibles.

Es un equipo con una baja generación de desechos, destacándose las cenizas finales de la incineración. El único problema que se podría observar es el

ocasionado por un mal manejo de las cenizas residuales, las que al estar inertes después de todo el proceso de incineración, generarían un impacto menor.

Ambientalmente el funcionamiento del equipo no presenta grandes problemas debido a que está diseñado para cumplir los más altas exigencias en cuanto al control de emisiones. El funcionamiento de la planta es positivo además, porque genera nuevos puestos de trabajo para quienes den el servicio de recolección y operen los equipos de tratamiento.

No se debe descuidar las medidas de seguridad personal y de control biológico, por lo que el personal deberá disponer del adecuado equipo de protección personal para laborar en condiciones seguras, tanto en la fase de recolección como en la fase de incineración, reduciendo al mínimo los riesgos propios de la operación de la planta.

Los costos asociados a la prevención y mitigación ambiental en esta etapa están relacionados con procesos de capacitación del personal encargado del servicio, planes de contingencia en caso de algún suceso desfavorable y planes de salud y seguridad ocupacional.

4.6 DISCUSIÓN DE ALTERNATIVAS

4.6.1 SOBRE LA TECNOLOGÍA

Cada tecnología presenta ventajas y desventajas en diferentes aspectos. Cuantitativamente las principales opciones a tener en cuenta son la incineración y la esterilización por vapor (autoclave). Lo ideal, de la experiencia observada, es que ambas tecnologías sean implementadas por cualquier empresa encaminada a brindar el servicio de gestión de desechos hospitalarios peligrosos.

Sin embargo, para el caso de Tungurahua se pretende optar por la incineración debido a un factor relevante: la reducción del volumen de los desechos sanitarios. Actualmente se ha observado que las pocas celdas sanitarias que existen en la provincia están próximas a colapsar y varios cantones, como Baños, no cuentan

con el espacio necesario para construir una nueva celda sanitaria. Por esta razón, el proyecto se enfoca en el análisis de la tecnología que más se adapta a las necesidades de la provincia, la incineración.

4.6.2 GESTIÓN PRIVADA VS GESTIÓN PÚBLICA

La gestión privada corresponde a la oferta presentada por Gadere S.A. en la que entraría a brindar sus servicios directamente con cada generador de desechos hospitalarios peligrosos registrados en Tungurahua. Los diferentes gobiernos municipales, así como el gobierno provincial, actuarían solamente como mediadores entre el gestor y el generador.

El principal problema que aparece al momento de hacer uso de esta alternativa es el referente al tema económico. En la provincia existen pocos generadores grandes de desechos médicos peligrosos, es decir que rebasen los 200 kg al mes, siendo Ambato la única ciudad, a la fecha, en la que se encuentran este tipo de generadores. Por tal motivo, la oferta del servicio de Gadere se realizaría principalmente a través de la entrega de kits hospitalarios, similares a los propuestos en este estudio, y cuyo valor mínimo está sobre los \$35.

Bajo esas condiciones económicas se estima que serán pocos los generadores que vean atractiva esta propuesta de gestión o que puedan optar por ese servicio, lo que mantendría vigente el problema sanitario en la comunidad. Sin embargo, las exigencias medioambientales del MAE obligan a que cada generador de desechos se registre como tal y dé un adecuado manejo a éstos.

Es en este escenario en el que el presente proyecto toma fuerza debido al servicio de gestión que pretende brindar, y sobre todo a un costo mucho menor que el de la opción privada (alrededor del 50%). Esta opción no sólo que resulta económicamente beneficiosa para el cliente potencial, sino que ayudaría a resolver el creciente problema relacionado con la mala gestión de los desechos sanitarios en la provincia, dejando un rédito económico para el gobierno provincial.

Hay que mencionar además, que la primera opción la tiene la empresa privada, principalmente por el tema de tiempo, ya que el MAE solicita se dé soluciones a este problema con la mayor celeridad posible. Por esta razón se podría entregar los desechos sanitarios locales a este gestor durante el tiempo que dure el acondicionamiento de la nueva planta de incineración en la provincia, tiempo durante el que se socializaría el proyecto, se pondrían a punto todos los equipos y se capacitaría al personal que entraría a trabajar exclusivamente en este sector.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La implementación de un adecuado sistema de gestión ambiental, que garantice la eliminación de los desechos sanitarios peligrosos y esté en cumplimiento de la normativa ambiental vigente, tiene su sustento en la necesidad evidenciada en cada uno de los municipios estudiados, más aún cuando las leyes ambientales son cada vez más estrictas y exigen al ente generador que busque una solución, interna y externa, al manejo de sus desechos peligrosos.
- El estudio de mercado realizado revela que no existe una gestión adecuada en Tungurahua de los desechos hospitalarios, realidad que es compartida con las provincias vecinas y en general con todo el país, cuyo principal medio de destino final de estos desechos es el relleno sanitario, solución cada vez menos aconsejada, principalmente por las limitantes de espacio. En contraparte, la incineración ha sido aplicada únicamente al 1,8% de los desechos sanitarios a nivel nacional, por lo que es un escenario propicio para dar luz verde al proyecto.
- Desde el punto de vista espacial y geográfico es factible la implementación de la planta incineradora. La ubicación del proyecto en el cantón Pelileo, dentro del predio utilizado por la EMMAIT-EP es ideal para su asentamiento pues cuenta con el espacio suficiente. Mientras que Pelileo, al estar ubicada en el centro de la provincia, constituye una localidad cercana para el resto de cantones, a la vez que Tungurahua es un punto estratégico de comunicación al estar ubicada en el centro del país y contar con vías de acceso de muy buena calidad que conectan sin dificultad a todos los cantones.

- El espacio físico disponible en Pelileo garantiza una correcta operación de los equipos de la planta pues cubre todas las necesidades de instalación y operación del incinerador y el sistema de control de emisiones. Estos equipos están en cumplimiento de normativas ambientales internacionales y para una correcta manipulación el personal requerirá una capacitación apropiada, la que será brindada por la empresa proveedora.
- Como medida de protección del equipo se recomienda que permanezca en constante operación, 24 horas al día, siete días a la semana, para garantizar una vida útil mayor. Sin embargo, la cantidad de desechos hospitalarios generados en la provincia es insuficiente para mantener en constante funcionamiento al incinerador, por lo que el servicio no debe limitarse únicamente a este tipo de desechos, sino que debe expandirse a dar un tratamiento a todos los desechos peligrosos generados, indistintamente de su origen, dado que el equipo es adecuado para cumplir con esta tarea.
- El estudio económico del proyecto señala que la implementación de la planta es factible, pues reporta un VAN positivo de USD 228.803,46 en el lapso de veinte años. Esto constituye un escenario favorable para implementar la planta, garantizando que la inversión sea recuperada en un determinado espacio de tiempo.
- La relación Beneficio/Costo igual a 1,06 también implica que el proyecto sea económicamente viable. Para ello es necesario solicitar un crédito bancario de \$700.000 y un aporte municipal de \$400.000, rubros que permitan solventar los costos de implementación y operación de la planta durante su primer año de funcionamiento.
- Al aplicar la ecuación 3.6 para el cálculo del retorno de la inversión del proyecto, se determinó que la inversión se recupera al cabo de 7 años y 9 meses. Un tiempo bastante largo si se tratara de un proyecto privado. Sin embargo, al ser del tipo de inversión pública, el lapso de tiempo establecido puede ser aceptado por el Gobierno Provincial.

- El análisis económico revela que luego de diez años de vida del proyecto la implementación de un nuevo equipo de incineración y la adquisición de nuevos vehículos es factible, puesto que se garantiza que durante el año de renovación tecnológica habrá liquidez en el proyecto.
- La gestión de los desechos a través de Gadere es necesaria debido al poco tiempo que poseen los municipios para regularizar a sus generadores. Sin embargo, esta gestión implica costos demasiado altos, lo que representa un problema no sólo para los municipios, sino para cada una de las fuentes generadoras de desechos. El alto valor está relacionado con la distancia que deben recorrer los vehículos de la empresa, ya sea desde Quito o Guayaquil.
- La creación de una Empresa Pública nueva no es necesaria debido a que el proyecto se anexaría a la Empresa Pública Municipal Mancomunada de Aseo Integral EMMAIT-EP que brinda sus servicios en los cantones de Patate y Pelileo. Por esta razón se mantendrá su estructura jerárquica, con la correspondiente contratación de nuevo personal dedicado exclusivamente a la tarea de recolección de los desechos sanitarios y operación del equipo incinerador. Este nuevo personal está constituido por un supervisor, un chofer y dos operarios de planta.
- Durante el primer año de vida del proyecto se pondrá a punto la planta, lo que implica adquisición y pruebas de equipos, socialización del proyecto y del servicio ofertado, contratación y capacitación del personal, regularización de las fuentes generadoras, entre otros. Se considera también que una vez sean entregados los kits hospitalarios a cada uno de los generadores, éstos empezarán a ser cobrados al cabo del siguiente mes, lo que no representa un escenario desfavorable a nivel económico, pues los ingresos permiten solventar estos rubros.
- Desde el punto de vista ambiental el proyecto resulta viable. En primer lugar porque ya existe una infraestructura construida, por lo que no se verán las afectaciones e impactos ambientales propios de la fase de construcción.

Asimismo, el sitio está alejado de sitios poblados, lo que supone una afectación baja hacia la comunidad, en caso de producirse algún imprevisto.

- A nivel paisajístico el proyecto no presenta impactos a considerar debido a que el sitio ya ha sido modificado por la mano del hombre y la planta de tratamiento se ubicará dentro de los predios de la empresa de aseo de Pelileo. La principal preocupación a causa de la operación de la planta será la emisión de cenizas, las que estarán en cumplimiento de la normativa establecida en el TULSMA, pues los equipos a adquirir están ambientalmente certificados para este efecto.

5.2 RECOMENDACIONES

- Debido a las características de los equipos, diseñados para tratar un amplio espectro de desechos, se recomienda realizar un estudio de mayor alcance sobre otras fuentes generadoras de desechos peligrosos, como mecánicas, lavadoras, lubricadoras, industrias químicas, textiles y demás, para lograr llegar con el servicio a un mayor número de fuentes generadoras, lo que representará un mayor beneficio ambiental para la sociedad.
- A nivel nacional se debe realizar mayores estudios sobre los impactos ambientales asociados al mal manejo de los desechos peligrosos, sean éstos hospitalarios o no, y las consecuencias de no brindar un tratamiento completo a estos desechos mediante tecnologías adecuadas como autoclaves, microondas e incineración.
- Durante la fase de operación de la planta se puede realizar un estudio enfocado hacia la recuperación energética de los desechos que entren al proceso de combustión, de los gases de la incineración así como del potencial de las cenizas como material de construcción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Academia - Incineración (2013). Recuperado el 14 de mayo de 2016, de academia.edu: <https://www.academia.edu/4312943/Incineracion>
- [2] AV. Corp. - Manual de Residuos Hospitalarios (2015). Recuperado el 23 de julio de 2016 de AV. Corp. Logística y Servicios Ambientales para la Industria: http://www.avcorpec.com/Manual_de_residuos_Hospitalarios.pdf
- [3] Baca Urbina. (2001). Evaluación de Proyectos. McGraw-Hill, México D.F.
- [4] Barbieri, C., Junco, R., & Álvarez, A. (2011). Riesgos en el uso de los sistemas de tratamiento de residuos hospitalarios. Recuperado el 14 de mayo de 2016, de UNER - Facultad de Ingeniería: <http://www.bioingenieria.edu.ar/grupos/geic/biblioteca/Trabypres/T01TCAr12.PDF>
- [5] Bonilla, M., & Núñez, D. (2012). Evaluación de Impacto Ambiental del relleno sanitario de la ciudad de Logroño. Sangolquí.
- [6] BVSDE - Residuos Hospitalarios. (2004). Recuperado el 12 de agosto de 2016 de BVSDE: Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental: www.bvsde.paho.org/cursoa_reas/e/fulltext/Ponencias-ID52.pdf
- [7] Cando, C. (2013). Residuos Peligrosos en Establecimientos de Salud, Quito.
- [8] CCCB. (2005). Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos, Montevideo. Montevideo, Uruguay.
- [9] CEPAL. (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Santiago.

- [10] Conant, J., & Fadem, P. (2011). Desechos médicos. Obtenido de la Guía comunitaria para la salud ambiental. California.
- [11] CVSP-OPS. (2007). Control de Riesgos Sanitarios y Gestión Adecuada de Residuos de Establecimientos de Atención de Salud.
- [12] El Mundo - Flujo de Caja (2014). Recuperado el 11 de enero de 2017, de: <http://www.elmundo.com.ve/diccionario/fianza.aspx>
- [13] Emgrisa - Tipos de Residuos: Clasificación. (2014). Recuperado el 23 de julio de 2016, de <http://www.emgrisa.es/wiki/tipos-de-residuos/>
- [14] Espinosa, R. (2014). Marketing Mix: Las 4PS. Recuperado el 14 de mayo de 2017, de Roberto Espinosa: Welcome to the new marketing: <http://robertoespinosa.es/2014/05/06/marketing-mix-las-4ps-2/>
- [15] Espinoza, G. (2007). Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Santiago.
- [16] Favant, J. (2012). Plan de Gestión Integral de Residuos Patogénicos en la ciudad de Paraná, Provincia de Entre Ríos, Argentina. Huelva.
- [17] GAD Pelileo. (2010). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón San Pedro de Pelileo. Pelileo.
- [18] GADERE S.A. (2003). Empresa - Misión y Visión. Recuperado el 7 de febrero de Gadere S.A.: <http://www.gadere.com>
- [19] Hoornweg & Bhada-Tata. (2012). What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management. Recuperado el 23 de marzo de la Urban Development & Local Government Unit del Banco Mundial: http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1334852610766/What_a_Waste2012_Final.pdf.

- [20] INEC. (2010). Censo de Población y Vivienda. Quito.
- [21] INEC. (2014). Anuario de Estadísticas Hospitalarias: Egresos y Camas. Quito.
- [22] INEC. (2014). Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. Quito.
- [23] Lara, B. (2011). Cómo elaborar proyectos de inversión paso a paso. Ed. Oseas Espín, Quito.
- [24] MAE. (2015). Prestadores de Servicio (Gestores) para el Manejo de Materiales Peligrosos (Sustancias Químicas Peligrosas y/o Desechos Peligrosos). Quito.
- [25] MAE. (2016). Sistema de Gestión de Sustancias Químicas y Desechos Peligrosos y Especiales. Quito.
- [26] MAE. (2015). Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Quito.
- [27] MAE. (2016). Prestadores de Servicios (Gestores) para el manejo de materiales peligrosos (Sustancias químicas peligrosas y/o desechos peligrosos). Quito.
- [28] MAE, & MSP. (2014). Reglamento Interministerial para la Gestión Integral de Desechos Sanitarios. Quito.
- [29] Marín, D. (2012). Macrolocalización y Microlocalización. Recuperado el 21 de marzo de 2017, de Elaboración de Proyectos Educativos y Sociales: <http://garduno-elaboracion-de-proyectos.blogspot.com/2012/01/macro-localizacion-y-micro-localizacion.html>

- [30] MARM. (2011). Mejores Técnicas Disponibles de referencia europea para Incineración de Residuos. Madrid.
- [31] Martínez, J. (2006). Guía para la gestión integral de residuos peligrosos. Recuperado el 15 de mayo de 2017, de estrucplan.com.ar: <https://www.estrucplan.com.ar/Producciones/imprimir.asp?IdEntrega=3414>
- [32] Mesa de Desechos del GAD Tungurahua. (2016). Diagnóstico de la generación de desechos sanitarios peligrosos en la provincia de Tungurahua. Ambato.
- [33] Ministerio de Salud de Chile. (2001). Desechos Hospitalarios: Riesgos biológicos y recomendaciones generales sobre su manejo. Recuperado el 23 de mayo de 2017, de BVSDE: Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental: <http://www.bvsde.paho.org/documentosdigitales/bvsde/texcom/cd050644/maraujo.pdf>
- [34] MINSA. (2004). Tecnologías de tratamiento de Residuos Sólidos en Establecimientos de Salud. Recuperado el 21 de enero de 2017, del sitio oficial del Ministerio de Salud de Perú, [minsa.gob.pe](http://www.minsa.gob.pe): <http://www.minsa.gob.pe/Publicaciones/pubs/Tecnologias/03.htm>
- [35] Monge, G. (2014). Manejo de residuos en centros de salud. Recuperado el 24 de junio de 2016, de BVSDE: Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/hdt069.pdf>
- [36] Montenegro, D. A. (2011). Proyecto de instauración de una planta de incineración de residuos peligrosos en el Distrito Metropolitano de Quito. Quito.

- [37] MSP. (2010). Manejo de desechos infecciosos para la red de servicios de salud en el Ecuador. Quito.
- [38] Muñoz, A. (2007). Mecanismos de Control de las Infecciones. Manejo de Residuos y Desechos Intrahospitalarios. Santiago de Chile.
- [39] OBS Project Management. (2015). Elementos claves en el estudio económico de un proyecto. Recuperado el 3 de agosto de 2016, de OBS Business School: <http://www.obs-edu.com/blog-project-management/etapas-de-un-proyecto/elementos-claves-en-el-estudio-economico-de-un-proyecto/>
- [40] Odriozola, V. (1996). La incineración de residuos hospitalarios daña la salud: más vale prevenir que curar. Recuperado el 14 de mayo de 2016, de BVSD E | Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental: http://www.bvsde.paho.org/cursoa_reas/e/fulltext/curar.pdf
- [41] Olivetto, A. (2007). Residuos Hospitalarios: Guía para reducir su impacto sobre la salud y el ambiente. Salud sin daño. Buenos Aires.
- [42] OMS. (2011). Control de riesgos sanitarios y gestión adecuada de residuos de establecimientos de atención de salud. Recuperado el 14 de mayo de 2016, de BVSD E | Biblioteca Virtual de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental: http://www.bvsde.paho.org/cursoa_reas/e/modulos/unidad7.pdf
- [43] OMS. (2015). Desechos de las actividades de atención sanitaria. Recuperado el 14 de mayo de 2016, del sitio oficial de la Organización Mundial de la Salud: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs253/es/>
- [44] Quito Ambiente. (2002). Estudios de impacto ambiental. Recuperado el 18 de mayo de 2017, del sitio oficial de la Secretaría de Ambiente de Quito:

www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/calidad-y-gestion-ambiental/estudios-de-impacto

- [45] Rico, V. (2013). ¿Qué es un estudio de mercado? Recuperado el 2 de agosto de 2016, de [estudiosdemercado.org](http://www.estudiosdemercado.org): http://www.estudiosdemercado.org/que_es_un_estudio_de_mercado.html
- [46] Rodríguez Maya, N. A. (2015). Estudio de factibilidad para la creación de un Hospital de Especialidades Médicas en la ciudad de Loja. Tesis Especialista en Gestión de Proyectos. EPN. Quito.
- [47] Rodríguez, G., & Trindade, G. (2010). Gestión Integral de residuos hospitalarios. Recuperado el 14 de enero de 2017, del Centro Nacional de Quemados: http://www.cenaque.org.uy/documentos/gest_residuos.pdf
- [48] Rondón, E., & Szantó, M. (2012). Ecoeficiencia y desarrollo de infraestructura urbana sostenible en Asia y América Latina - Residuos y reducción de gases de efecto invernadero: el caso de Chile. Recuperado el 11 de junio de 2016, de [cepal.org](http://www.cepal.org): <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/7/48607/ResiduosyreduccionGasesEfectoInvChile.pdf>
- [49] Sapag, N. (2011). Proyectos de Inversión: Formulación y Evaluación. 2da Edición. Santiago de Chile.
- [50] SRI. (2015). Reglamento de Aplicación de la Ley de Régimen Tributario Interno. Quito.
- [51] UAEH. (2010). Estudio de Mercado. Recuperado el 24 de marzo de 2017, de Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo UAEH:

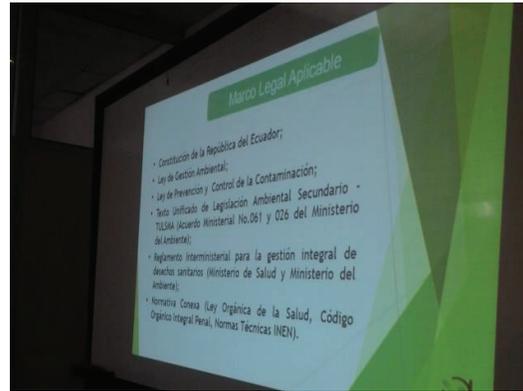
https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/tlahuelilpan/administracion/proy_inv/estudio_de_mercado.pdf

- [52] Universidad de Murcia. (2010). Los principales problemas ambientales. Recuperado el Junio de 2016, de SABIO | Sistema de Acceso a Bases de Información Organizada de la Universidad de Murcia: http://www.um.es/sabio/docs-cmsweb/materias-pau-bachillerato/tema_9._problemas_ambientales.pdf
- [53] Vera, J., & Romero, M. (2012). Caracterización del manejo de desechos hospitalarios infecciosos a través de una Auditoría Ambiental Inicial y Propuesta de un Modelo de Gestión para su segregación, transporte, almacenamiento y disposición final en el Hospital Teodoro Maldonado Carbo. Guayaquil.
- [54] Viteri, M. (2015). Factibilidad de creación de una empresa de ventas telefónicas y presenciales, “Venta Segura”, para el sector financiero y de seguros, para personas en el Ecuador. Quito.
- [55] Waterland, H., Bruce, K., & Merrill, R. (2001). Risk Burn Guidance for Hazardous Waste Combustion Facilities.

ANEXOS

ANEXO 1

**REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS REUNIONES DE LA
MESA DE DESECHOS DE TUNGURAHUA**



ANEXO 2

**EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE CAMAS HOSPITALARIAS
EN EL CENTRO DEL PAÍS**

AÑO	TUNGURAHUA	%	BOLÍVAR	%
2004	886	-	186	-
2005	978	10,38%	204	9,68%
2006	968	-1,02%	173	-15,20%
2007	1023	5,68%	189	9,25%
2008	1002	-2,05%	180	-4,76%
2009	1610	60,68%	169	-6,11%
2010	1648	2,36%	194	14,79%
2011	1602	-2,79%	189	-2,58%
2012	1005	-37,27%	189	0,00%
2013	1009	0,40%	190	0,53%
2014	1013	0,40%	188	-1,05%
	PROMEDIO	3,68%	PROMEDIO	0,45%

PROYECCIÓN				
2015	1050	3,68%	189	0,45%
2016	1089	3,68%	190	0,45%
2017	1129	3,68%	191	0,45%
2018	1170	3,68%	191	0,45%
2019	1213	3,68%	192	0,45%
2020	1258	3,68%	193	0,45%
2021	1304	3,68%	194	0,45%
2022	1352	3,68%	195	0,45%
2023	1402	3,68%	196	0,45%
2024	1454	3,68%	197	0,45%
2025	1507	3,68%	198	0,45%
2026	1562	3,68%	199	0,45%
2027	1620	3,68%	199	0,45%
2028	1679	3,68%	200	0,45%
2029	1741	3,68%	201	0,45%
2030	1805	3,68%	202	0,45%
2031	1871	3,68%	203	0,45%
2032	1940	3,68%	204	0,45%
2033	2012	3,68%	205	0,45%
2034	2086	3,68%	206	0,45%
2035	2162	3,68%	207	0,45%
2036	2242	3,68%	208	0,45%
2037	2324	3,68%	209	0,45%

AÑO	COTOPAXI	%	CHIMBORAZO	%	PASTAZA	%
2004	441	-	531	-	134	-
2005	449	1,81%	554	4,33%	122	-8,96%
2006	439	-2,23%	647	16,79%	120	-1,64%
2007	460	4,78%	640	-1,08%	122	1,67%
2008	442	-3,91%	543	-15,16%	122	0,00%
2009	473	7,01%	611	12,52%	125	2,46%
2010	478	1,06%	650	6,38%	124	-0,80%
2011	493	3,14%	645	-0,77%	129	4,03%
2012	538	9,13%	717	11,16%	105	-18,60%
2013	552	2,60%	685	-4,46%	88	-16,19%
2014	559	1,27%	741	8,18%	151	71,59%
	PROMEDIO	2,47%	PROMEDIO	3,79%	PROMEDIO	3,36%

PROYECCIÓN						
2015	573	2,47%	769	3,79%	156	3,36%
2016	587	2,47%	798	3,79%	161	3,36%
2017	601	2,47%	828	3,79%	167	3,36%
2018	616	2,47%	860	3,79%	172	3,36%
2019	631	2,47%	892	3,79%	178	3,36%
2020	647	2,47%	926	3,79%	184	3,36%
2021	663	2,47%	961	3,79%	190	3,36%
2022	679	2,47%	998	3,79%	197	3,36%
2023	696	2,47%	1036	3,79%	203	3,36%
2024	713	2,47%	1075	3,79%	210	3,36%
2025	731	2,47%	1116	3,79%	217	3,36%
2026	749	2,47%	1158	3,79%	224	3,36%
2027	767	2,47%	1202	3,79%	232	3,36%
2028	786	2,47%	1247	3,79%	240	3,36%
2029	806	2,47%	1294	3,79%	248	3,36%
2030	826	2,47%	1344	3,79%	256	3,36%
2031	846	2,47%	1394	3,79%	265	3,36%
2032	867	2,47%	1447	3,79%	274	3,36%
2033	888	2,47%	1502	3,79%	283	3,36%
2034	910	2,47%	1559	3,79%	292	3,36%
2035	932	2,47%	1618	3,79%	302	3,36%
2036	955	2,47%	1679	3,79%	312	3,36%
2037	979	2,47%	1743	3,79%	323	3,36%

ANEXO 3

ANEXO B DEL ACUERDO MINISTERIAL 026

ANEXO B
PROCEDIMIENTO PREVIO AL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL PARA LA
GESTIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS

RESUMEN

Este procedimiento describe la forma en que se deberá llevar a cabo la gestión al interior del Ministerio del Ambiente o en las instituciones integrantes del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental para el licenciamiento y registro de prestadores de servicios de manejo de desechos peligrosos que involucre el reciclaje, reuso, transporte, tratamiento y disposición final. Incluye los procedimientos para la emisión de la licencia ambiental, los criterios para la resolución, emisión, suspensión y revocatoria de licencia, así como los requisitos que deberá cumplir el prestador de servicios para la obtención de la licencia.

HOJA DE AUTORIZACIÓN			
REVISADO/APROBADO POR:		CONTROL DE COPIA	
NOMBRE	FIRMA	FECHA	
ELABORADO POR:		FECHA DE APLICACIÓN	
NOMBRE:	FIRMA	FECHA	
ESTE PROCEDIMIENTO CONSTA DE:			
PAGINAS:			
COMENTARIOS:			



**MINISTERIO DEL AMBIENTE
SUBSECRETARIA DE CALIDAD AMBIENTAL
SUBSECRETARIA DE GESTION AMBIENTAL COSTERA**

ANEXO B

**REGISTRO GENERAL PARA LOS TRÁMITES DEL
MINISTERIO DEL AMBIENTE O DE LA INSTITUCION INTEGRANTE DEL
SISTEMA NACIONAL DESCENTRALIZADO DE GESTION AMBIENTAL**

(MA-SGD-HGR-01)

PARA SER LLENADO POR EL MAE O INSTITUCIONES INTEGRANTES DEL SISTEMA NACIONAL DESCENTRALIZADO DE GESTIÓN AMBIENTAL	
1) SOLICITUD NÚMERO:	
2) REGISTRO PARA: (Si el generador pretende realizar actividades de reuso, reciclaje, transporte y/o tratamiento deberá indicarlo marcando las dos opciones)	
GENERADOR ()	
PRESTADOR DE SERVICIOS PARA EL MANEJO DE DESECHOS PELIGROSOS:	
Reciclaje () Reuso () , Transporte () , Tratamiento: físico, químico o biológico () ; Coprocesamiento () , Incineración () , Disposición final ()	
3) NÚMERO DE LICENCIA AMBIENTAL:	
<small>(Si cuenta con este número, derivado de la evaluación de impacto ambiental presentar la Constancia de Registro u oficio resolutivo)</small>	
4) RECIBIDO POR:	
Nombre y firma	(Sello con fecha de recibido)
5) ENVIAR A	
<small>(Marcar con una X)</small>	
Ministerio del Ambiente. Subsecretaría de calidad ambiental.	
Institución integrante del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental	
PARA SER LLENADO POR EL SOLICITANTE	
6) NOMBRE DE LA EMPRESA	
	Nombre y firma del representante legal
<small>Declaramos que la información contenida en esta solicitud y sus anexos es fidedigna y que puede ser verificada por el MAE, la que en caso de omisión o falsedad, podrá invalidar el trámite y/o aplicar las sanciones correspondientes.</small>	Nombre y firma del responsable técnico

DATOS DE REGISTRO	
1) NOMBRE DE LA EMPRESA QUE SOLICITA EL TRÁMITE	RUC:
2) ACTIVIDAD PRODUCTIVA PRINCIPAL DEL ESTABLECIMIENTO	
3) DOMICILIO DE SOLICITANTE	
Calle: _____	
Número: _____	
Provincia: _____	
Parroquia: _____	
Teléfonos: _____ Fax: _____ Correo electrónico: _____	
4) DOMICILIO DEL ESTABLECIMIENTO	
(En caso de que el establecimiento o instalación generadora de desechos peligrosos tenga otra dirección a la del domicilio manifestada en el apartado anterior, indicarla en esta sección.	
Calle: _____	
Número: _____	
Provincia: _____	
Parroquia: _____	
Teléfonos: _____ Fax: _____ Correo electrónico: _____	
5) SECTOR AL QUE PERTENECE EL SOLICITANTE	
Extracción de petróleo y Gas Natural	
Coque y productos de refinación del petróleo	
Fabricación de sustancias y productos químicos	
Papel y productos de papel	
Productos de caucho y plástico	
Textiles	
Vehículos automotores	
Producción de madera	
Maquinaria y equipo	
Explotación de minas y extracción de minas y canteras	
Alimentos y bebidas	
Transporte	
Comunicaciones	
Electricidad, gas o agua.	
Agricultura, horticultura, floricultura, acuicultura, forestería,	
Pinturas, barnices y productos y servicios relacionados.	
Otros	
6) FECHA DE INICIO DE OPERACIÓN: DIA <input type="text"/> <input type="text"/> MES <input type="text"/> <input type="text"/> AÑO <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
7) Documentos que debe anexar para inicio del trámite:	
Informe de regulación municipal (uso de suelo)	

ANEXO A

 MINISTERIO DEL AMBIENTE SUBSECRETARIA DE CALIDAD AMBIENTAL SUBSECRETARIA DE GESTION AMBIENTAL COSTERA	SISTEMA DE GESTION DE DESECHOS PELIGROSOS
	Pag
AVISO DE REGISTRO COMO EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS PARA EL MANEJO DE DESECHOS PELIGROSOS	
MA-SGD-RP-01	

1. LLENAR LA HOJA GENERAL DE REGISTRO, QUE CONTIENE LOS DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

2. REGISTRO COMO PRESTADOR DE SERVICIOS.

Indicar la modalidad de manejo para la cual se pretende prestar el servicio

MODALIDAD DE MANEJO DE DESECHO	
NOMBRE DE DESECHO DE ACUERDO A LISTADO NACIONAL DE DESECHOS (1)	CLAVE DE DESECHO (2)

3. DATOS DE GENERACION-RECEPCION DE DESECHOS PELIGROSO

3.1 GENERACION DEL DESECHO PELIGROSO			
NOMBRE DE DESECHO DE ACUERDO A LISTADO NACIONAL DE DESECHOS (1)	CLAVE (2)	CATEGORIA (3)	NO. REGISTRO DE EMPRESA GENERADORA

3.2 RECEPCION DEL DESECHO PELIGROSO		
NOMBRE DE DESECHO DE ACUERDO A LISTADO NACIONAL DE DESECHOS (1)	CLAVE (2)	LICENCIA DE EMPRESA DEL SERVICIO DE RECOLECCION Y TRANSPORTE

Nota: Si la solicitud de licencia es para transporte de desechos no se deberá llenar tabla 3.2

ANEXO A

6. GENERACION DE DESECHOS PELIGROSOS DEBIDOS A LA PRESTACION DEL SERVICIO

En caso de generación de desechos peligrosos debido a las operaciones por la prestación del servicio indicarlo en la siguiente tabla.

GENERACION DE DESECHOS PELIGROSOS DEBIDOS AL MANEJO	
CLAVE DEL DESECHO	GENERACION DE DESECHO O DESECHO RESIDUAL POR MANEJO O TRATAMIENTO CLAVE DEL TIPO DE MANEJO (8) NOMBRE DE DESECHO DE ACUERDO A LISTADO NACIONAL DE DESECHOS (2) (1)

7. DISPOSICION FINAL

En caso de pretender otorgar el servicio para la disposición final de desechos peligrosos indicarlo en la siguiente tabla

DISPOSICION FINAL			
CLAVE DEL DESECHO	ORIGEN DEL DESECHO	UBICACIÓN DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL	NOMBRE DEL SITIO DE COORDENADAS GEOGRAFICAS
	PROVINCIA CANTON	PROVINCIA CANTON	DISPOSICION

Los números entre parentesis indican la clave correspondiente al catalogo de claves.

**AVISO DE INSCRIPCIÓN COMO EMPRESA GENERADORA DE RESIDUOS PELIGROSOS
CLAVES PARA EL LLENADO DEL FORMATO
ANEXO A**

NOMBRE DE DESECHO DE ACUERDO A LISTADO NACIONAL DE DESECHOS (1)

Indicar el nombre del desecho peligroso de acuerdo al listado nacional de desechos. Si el residuo no aparece en el listado se deberá indicar el nombre genérico y sus características CRTIB.

CLAVE (2)

Indicar clave del desechos de acuerdo al listado nacional de desechos.

CLAVE DE CATEGORÍA (3)

Indicar clave de la categoría del desecho peligroso de acuerdo a la tabla siguiente.

CATEGORÍA	TIPO	CLAVE
ACEITES GASTADOS	DIELECTRICOS	O5
	LUBRICANTES	O1
	HIDRÁULICOS	O3
	SOLUBLES	O2
	TEMPLADO DE METALES	O6
BREAS	OTROS (ESPECIFIQUE)	O4
	CATALÍTICAS	B1
	DE DESTILACIÓN	B2
BIOLÓGICO-INFECCIOSOS	OTRAS (ESPECIFIQUE)	B3
	CULTIVOS Y CEPAS	BH1
	OBJETOS PUNZOCORTANTES	BI2
	RESIDUOS PATOLÓGICOS	BI3
	RESIDUOS NO ANATÓMICOS	BI4
ESCORIAS CON METALES PESADOS	SANGRE	BI5
	FINAS	E1
LÍQUIDOS RESIDUALES DE PROCESO	GRANULARES	E2
	CORROSIVOS	LR1
	NO CORROSIVOS	LR2

CATEGORÍA	TIPO	CLAVE
LODOS ACEITOSOS		L6
LODOS PROVENIENTES DE	GALVANOPLASTIA	L3
	PROCESO DE PINTURAS	L5
	TEMPLADO DE METALES	L4
	TRATAMIENTO DE AGUAS DE PROCESO	L2
SÓLIDOS	TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS	L1
	OTROS (ESPECIFIQUE)	L7
	TELAS, PIELS O ASBESTO ENCAPSULADO	SO1
SOLVENTES	DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ	SO2
	CON METALES PESADOS	SO6
	TORTAS DE FILTRADO	SO3
	OTROS (ESPECIFIQUE)	SO4
SUSTANCIAS CORROSIVAS	ORGÁNICOS	S1
	ORGANOCLORADOS	S2
OTROS RESIDUOS PELIGROSOS (ESPECIFIQUE)	ACIDOS	C1
	ALCALIS	C2
		O

UNIDAD (4)

La unidad se deberá expresar con el siguiente catálogo:

CLAVE	UNIDAD
1	TONELADAS
2	LITROS
5	KILO

CLAVE	UNIDAD
3	METROS CUBICOS
4	PIEZAS

CLAVE (5)

Punto de generación

PUNTO DE GENERACION	CLAVE
TRANSPORTE DE INSUMO	TI
ALMACENAMIENTO DE INSUMO	AMI
PROCESO PRODUCTIVO	PP
ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO	AMP
CONTROL DE CALIDAD	CC
TRANSPORTE DEL PRODUCTO	TP

PUNTO DE GENERACION	CLAVE
DESCARGA DEL PRODUCTO	DP
SERVICIOS AUXILIARES	SAX
MANTENIMIENTO	MN
SUBPRODUCTO	SP
OTROS	OT

CLAVE (6)

El tipo de envase se deberá expresar de acuerdo al siguiente catálogo.

TIPO	CLAVE
TANQUE DE 55 Gal	1
CANECA	2
SACO O COSTAL	3
A GRANEL BAJO TECHO	4
A GRANEL A LA INTEMPERIE	5
EN TOLVA	6
CONTENEDOR METALICO	7
CONTENEDOR PLASTICO	8
BOLSA PLASTICA	9
EMBALAJE DE CARTON	10
OTRO	11

Nota: Todos los envases deberán contar con una etiqueta de comunicación de riesgos en base al rombo NFPA
ANEXO A

CLAVE (7)

El formato de etiquado se deberá expresar de acuerdo al siguiente catálogo

TIPO	CLAVE
ETIQUETA ADHERIBLE	1
PLACA	2
MARCADO	3
OTRO	4

CLAVE (8)**CARACTERISTICAS DEL ALMACEN**

8.1 LOCAL	CLAVE
CERRADO	LC
ABIERTO	LA
8.3 VENTILACION	
NATURAL	VN
FORZADA	VF

8.2 MATERIAL DE CONSTRUCCION	CLAVE
INFLAMABLE	MI
NO INFLAMABLE	NI
8.4 ILUMINACION	
ILUMINACION NATURAL	IN
A PRUEBA DE EXPLOSIONES	SE
NO ES A PRUEBA DE EXPLOSIONES	NE

CLAVE (9)

Clave de recuperación, tratamiento o disposición final de acuerdo a las siguiente tabla:

CLASIFICACION	OPERACION	CLAVE	CLASIFICACION	OPERACION	CLAVE				
REUTILIZACION				CENTRIFUGACION	TF4				
		RA1		COAGULACION	TF5				
Reciclado	RECUPERACION DE ENERGIA	CALDERAS	Tratamiento	CRIBADO	TF6				
		HORNOS ROTATORIOS		DESTILACION	TF7				
		OTROS HORNOS (ESPECIFIQUE)		DIALISIS	TF8				
		OTRAS FORMAS (ESPECIFIQUE)		ELECTRODIALISIS	TF9				
	RECUPERACION DE METALES	ALTA TEMPERATURA		RM1	TRATAMIENTO FISICO	ENCAPSULACION	TF10		
		ELECTROLITICO		RM2		ESPEGADO DE LODOS	TF11		
		FUNDICION SECUNDARIA		RM3		EVAPORACION	TF12		
		INTERCAMBIO IONICO		RM4		EXTRACCION CON DISOLVENTE	TF14		
		LIXIVIADO ACIDO		RM5		FILTRACION	TF15		
		OSMOSIS INVERSA		RM6		FLOTACION	TF16		
		OTROS METODOS (ESPECIFIQUE)		RM7		OSMOSIS INVERSA	TF17		
	RECUPERACION DE SOLVENTES Y COMPUUESTOS ORGANICOS	DESTILACION		RS1		TRATAMIENTO QUIMICO	SEDIMENTACION	TF18	
		EVAPORACION		RS2			ULTRAFILTRACION	TF19	
		EXTRACCION CON SOLVENTES		RS3			ESTABILIZACION O SOLIDIFICACION	TQ1	
	RECUPERACION DE CATALIZADORES	OTROS METODOS (ESPECIFIQUE)		RS5			NEUTRALIZACION	TQ2	
				RC 1			OXIDACION QUIMICA	TQ3	
		COPROCESAMIENTO		OBTENCION DE ENERGIA			CP1	PRECIPITACION	TQ4
				OBTENCION DE MATERIAS PRIMAS			CP2	REDUCCION	TQ5
	OBTENCION DE ENERGIA Y DE MATERIAS PRIMAS			CP3			COAGULACION-FLOCULACION	TQ6	
OTROS	CP4		ABSORCION	TQ7					
			TRATAMIENTO DESECHOS BIOLÓGICO	ESTERILIZACION (AUTOCLAVE)			TDB1		
				TRATAMIENTO TERMICO			TDB2		
				DESINFECCION QUIMICA			TDB3		
				OTROS	TDB4				
Tratamiento	TRATAMIENTO BIOLÓGICO	DIGESTION ANAEROBIA	DISPOSICION FINAL	RELLENO DE SEGURIDAD	DF1				
		FILTROS ANAEROBIOS		REINYECCION CONTROLADA EN POZO PROFUND	DF2				
		LAGUNAS AIREADAS MECANICAMENTE BIOTRATAMIENTO IN SITU		OTROS	DF3				
	TRATAMIENTO TÉRMICO	INCINERACION (OXIDACION TERMICA)	TT1	OTROS METODOS DE RECUPERACION (Especifique)			OR1		
		PIROLISIS	TT2						
		GASIFICACION	TT3		OTROS METODOS DE TRATAMIENTO			OMT1	
		PLASMA	TT4						
		DESORCION TERMICA DIRECTA	TT5						
		DESORCION TERMICA INDIRECTA	TT6						

ANEXO A

CLAVE (10)

Indicar el destino de acuerdo a la siguiente tabla

CLASIFICACION	CLAVE
RECUPERACION DE MATERIALES	RM
REMOCION DE IMPUREZAS	RI
REUSO	RU
RECUPERACION DE ENERGIA Y MATERIALES (CO-PROCESAMIENTO)	CO
TRATAMIENTO BIOLÓGICO	TB
TRATAMIENTO TÉRMICO	TT
TRATAMIENTO FISICO	TF
TRATAMIENTO QUIMICO	TQ
DISPOSICION FINAL	DF
OTROS METODOS DE TRATAMIENTO	OT



**MINISTERIO DEL AMBIENTE.
SUBSECRETARIA DE CALIDAD AMBIENTAL
SUBSECRETARIA DE GESTION AMBIENTAL COSTERA**

**SOLICITUD DE AUTORIZACION PREVIO AL LICENCIAMIENTO AMBIENTAL
PARA EL MANEJO DE DESECHOS PELIGROSOS**

Modalidad D.- INCINERACIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS SGD-SM-INC-01

Instrucciones: El proponente deberá presentar la información requerida en esta solicitud siguiendo el orden establecido por los numerales para distinguir claramente lo que corresponde a cada apartado. Esto permitirá que durante la recepción y evaluación de su trámite no se pierda tiempo en la ordenación de su expediente y así la resolución del mismo sea más expedita.

1. DATOS GENERALES

Llenar la Hoja General de Información que contiene los datos generales de la empresa y formulario de manejo (MA-SGD-HG-LP-01).

2. DOCUMENTOS ANEXOS

En anexo deberá presentar copia de los siguientes documentos:

- 2.1 Informe de regulación municipal actualizado y si cuenta con licencia ambiental derivada de la evaluación de impacto ambiental presentar la resolución ministerial.
- 2.2 Certificado de Intersección con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Bosques Protectores (BP) y Patrimonio Forestal del Estado.
- 2.3 Términos de Referencia

3. MANEJO DE DESECHOS PELIGROSOS

(Presentar los siguientes análisis, descripciones y documentos únicamente para el caso de incineración de desechos industriales peligrosos)

- 3.1. Recolección de desechos peligrosos.
Describir la forma en que se recolectan y reciben los desechos peligrosos, indicando si se utilizará transporte propio o de una empresa autorizada.
- 3.2 Almacenamiento de los desechos peligrosos antes de su incineración.
 - 3.2.1 Relación de desechos peligrosos a recibir, indicando sus características y estado físico.
 - 3.2.2 Presentar el plano de planta de conjunto, incluyendo el almacén de desechos peligrosos y el área de incineración.

ANEXO 4

CÁLCULOS ECONÓMICOS DEL FLUJO DE CAJA

Tabla de amortización del crédito bancario

AÑO	INVERSIÓN (USD)	CUOTA ANUAL	INTERÉS (12,56%)	AMORTIZACIÓN	CAPITAL REMANENTE
0	700.000,00				700.000,00
1		126.718,16	87.887,08	38.831,08	661.168,92
2		126.718,16	83.011,72	43.706,44	617.462,48
3		126.718,16	77.524,25	49.193,91	568.268,57
4		126.718,16	71.347,80	55.370,35	512.898,22
5		126.718,16	64.395,89	62.322,26	450.575,95
6		126.718,16	56.571,15	70.147,01	380.428,94
7		126.718,16	47.763,98	78.954,18	301.474,77
8		126.718,16	37.851,05	88.867,11	212.607,66
9		126.718,16	26.693,52	100.024,64	112.583,02
10		126.718,16	14.135,13	112.583,02	0,00
TOTAL		1.267.181,58	567.181,58	700.000,00	

Cálculo de la cuota municipal

ITEM	VALOR
Tasa de descuento calculada	12,56%
Periodo analizado	20 años
Aporte municipal	\$ 400.000
Forma de cálculo	12,56% x 20 x \$ 400.000
TOTAL A PAGAR EN 20 AÑOS	\$ 1.004.423,73

Cálculo salarial con beneficios de ley

PERSONAL	SALARIO MENSUAL	APORTE PATRONAL IESS	13ro.	14to.	FONDOS DE RESERVA	DESAHUCIO	VACACIONES	SALARIO FINAL
Jefe de planta*	140,00	17,010	11,67	3,05	11,67	2,92	5,83	192,14
Supervisor	1.000,00	121,50	3,33	30,50	83,33	20,83	41,67	1.381,17
Chofer	500,00	60,75	41,67	30,50	41,67	10,42	20,83	705,83
Jornalero 1	375,00	45,56	31,25	30,50	31,25	7,81	15,63	537,00
Jornalero 2	375,00	45,56	31,25	30,50	31,25	7,81	15,63	537,00
* El proyecto asume el 10% del salario original: \$1.400								TOTAL: 3.353,14

ANEXO 5

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISEÑO DEL EQUIPO
DE INCINERACIÓN Y CONTROL DE CENIZAS**

INCINER8

+44 (0) 1704 884020
enquiries@inciner8.com

Leading Provider of Thermal Treatment Solutions

TECHNICAL DATA

Technical Specifications

Fuel	Oil or Gas
Chamber Capacity	8,70 m ³
Burn rate	Between 600 - 1250kgs per hour
Avg Ash Residue	100 mg / m ³
Avg Fuel Consumption	65 - 75 litres per hour

External Dimensions

Length (mm)	6490
Width (mm)	2000
Height incl. Flue (mm)	6260
Weight (kg)	21500

Operation

Minimum Operating Temperature	950 °C
Maximum Operating Temperature	1320 °C
Residency Time in Secondary Chamber	2 seconds
Temperature Monitoring	YES

Shipping Dimensions

40ft Open Top Container	40ft
Shipping Weight (kg)	21500



060

Certificate Number

6596

Date First Registered

29/11/2007

Date Certificate Expires

28/11/2016

World Certification Services Ltd.
Custom House, 32A Mersey View
Merseyside, L22 6QB
United Kingdom



CERTIFICATE OF REGISTRATION

This Certificate has been awarded to:

Inciner8 International
Unit 2, Canning Road Industrial Estate
Canning Road
Southport
PR9 7SN

In Recognition of the Organisation's Management System which complies with:

ISO 9001:2008

For the Scope of Activities described below:

**Wholesale Distribution of Waste Incinerators & Heaters,
UK & International.
Manufacture, Sales and Distribution of Waste, Animal and
Medical Incinerators.
Heaters.**

This Certificate has been awarded by

WORLD CERTIFICATION SERVICES LTD.

Issued By:

Issue Date:
Revision 0

20/11/2013

The use of the accreditation mark indicates accreditation in respect of those activities covered by accreditation certificate number 60

INCINER8

Leading Provider of Thermal Treatment Solutions

+44 (0) 1704 884020
enquiries@inciner8.com

INCINER8

Leading Provider of Thermal Treatment Solutions

INCINER8 International
Unit 2, Canning Road
Industrial Estate
Southport, PR9 7JN
United Kingdom
T: +44(0)1704884000
E: info@inciner8.com

MACHINE LISTED BELOW HAS BEEN TESTED BY MANUFACTURER IN FACTORY BEFORE DISPATCH

PRODUCTION DATE:

CONFORMS TO ALL SAFETY NORMS WHEN USED ACCORDINGLY

ICE DECLARATION OF CONFORMITY

ICE DECLARACION DE CONFORMIDAD

ICE ATTESTATO DI CONFORMITA'

BEG-KONFORM IT A TSERKLARUNG

INCINER8 LTD, UNIT 2, CANNING ROAD INDUSTRIAL ESTATE, CANNING ROAD, SOUTHPORT PR9 7JN, UNITED KINGDOM

Has declared that the machinery described:

Declares que les machines descrites:

Declaramos que la maquinaria descrita:

Dichiara che la macchina di seguito descritto:

Bestatigt daß die hierunter beschreibt Maschine:

Model (Modelle; Modelic; Modelli; Modelli) : **IB-1000 CE INCINERATOR, C/W BLINDERS**
Serial Number (Numero de Serie; Numero de Fabricacion; Numero di Serie; Registriernummer) :
INS000 : 0000000000 / 0000000000 : 00000/0/00

Conforms to the following directives:

Est conforme aux Directives suivantes:

Es conforme a las Directivas siguientes:

È conforme alle disposizioni contenute nelle seguenti direttive:

Ist gemäß folgenden Richtlinien hergestellt worden:

1. BS EN 746-2:1997

(Industrial thermoprocessing equipment part 2: Safety requirements for combustion and handling systems)

2. Low Voltage Directive 73/23/EEC

Directive Basse Tension

Directiva Baja Tension

Directiva Sulla Basso Tensione

Niedrige Spannung Richtlinien Directiva

3. EMC Compatibility Regulation 89/136/EEC

Directive CEM

Directiva CEM

Directiva Compatibilità Elettromagnetica

Elektronische Verträglichkeit Richtlinien Directive EMC

4. Machinery Directive 2006/42/EC (including amendments)

Directive Securite Machines

Directiva Seguridad Maquinas

Directiva Macchine

Maschinen Richtlinien Directiva De Maquinario



Enter the world of
www.inciner8.com

Inciner8 Limited, Company Registered in England & Wales - REG: D486401
VAT Registration: 855999544

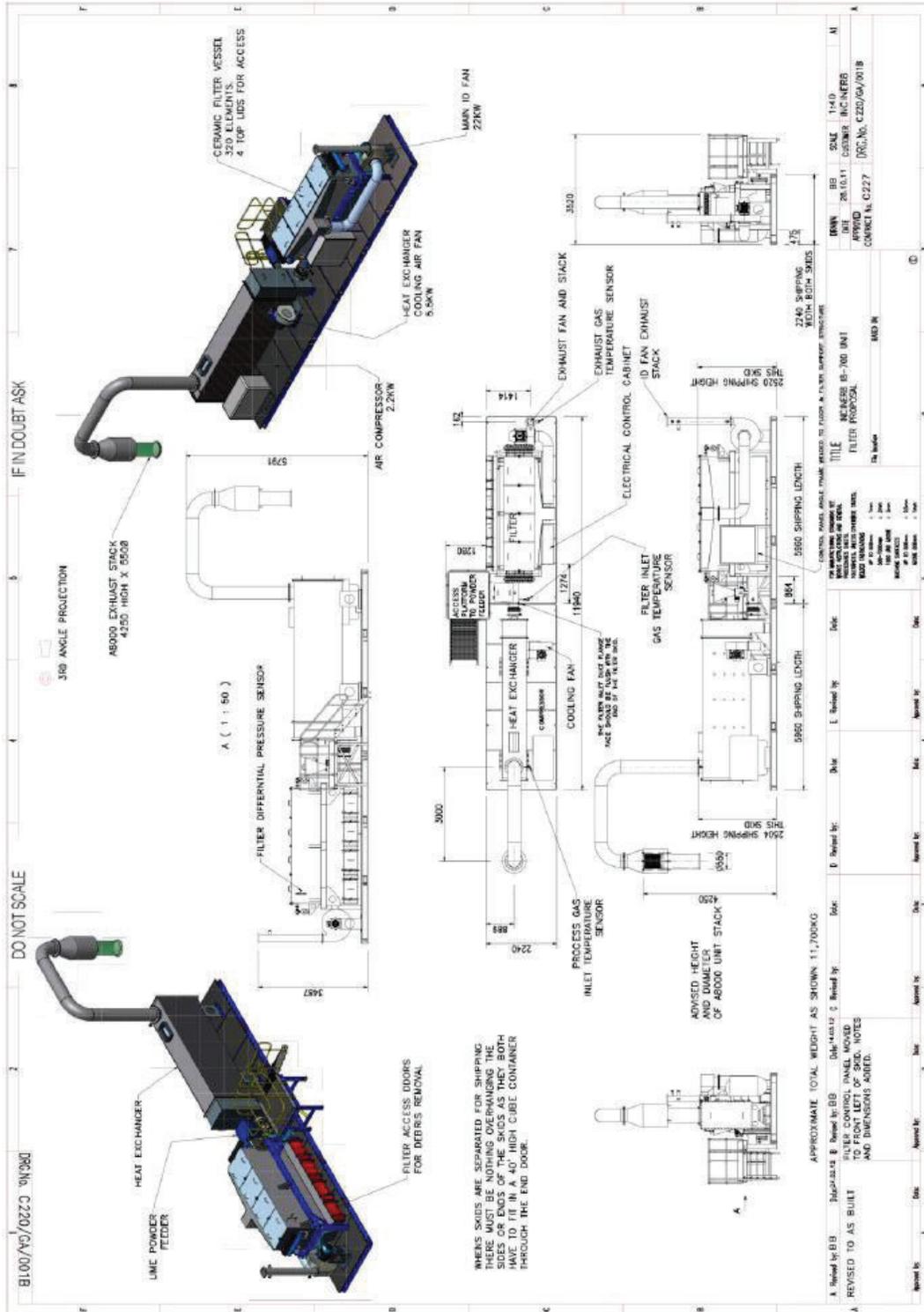
INCINER8

Leading Provider of Thermal Treatment Solutions

+44 (0) 1704 884020
enquiries@inciner8.com

PHOTO GALLERY



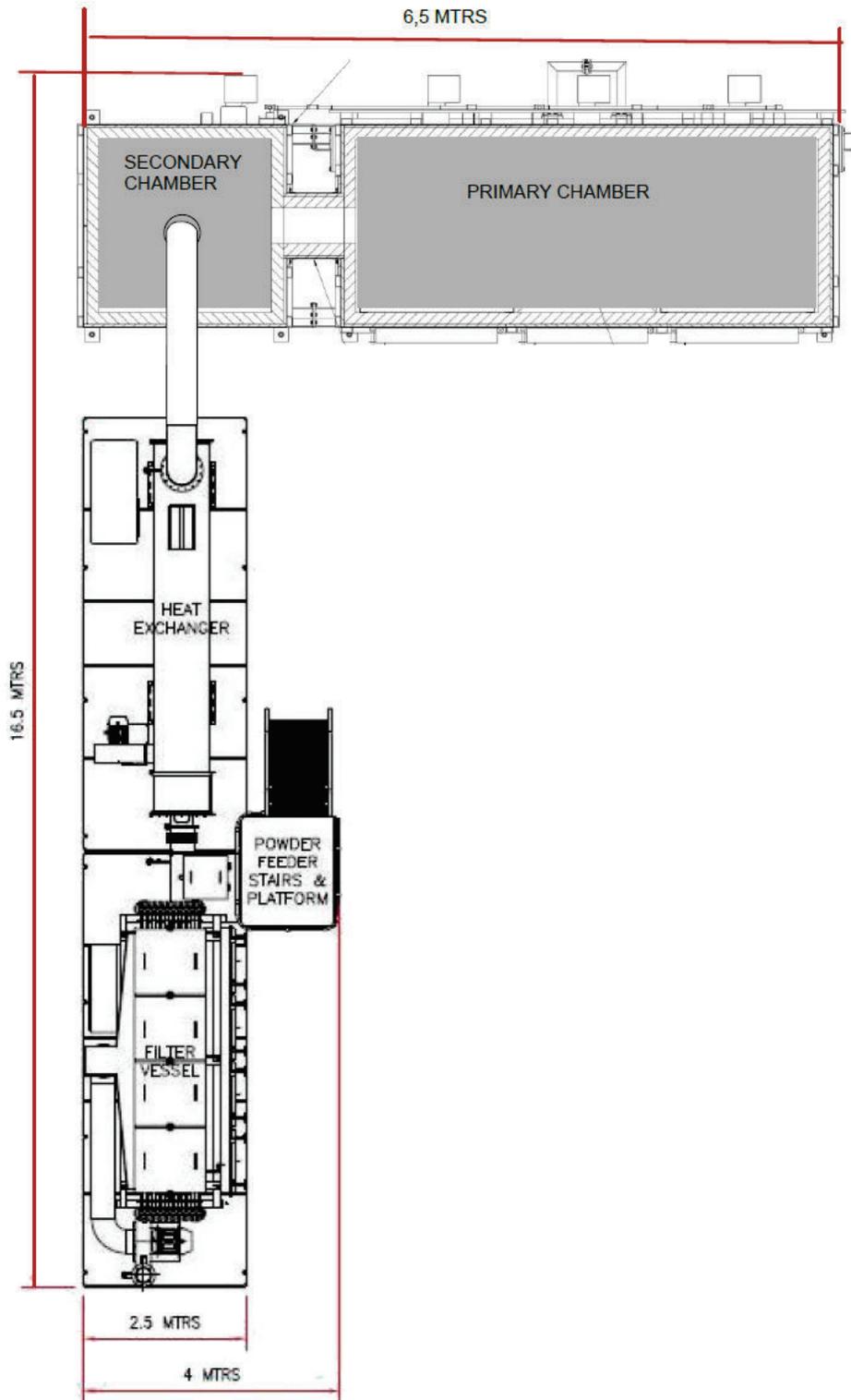


WALKWAYS ARE SEPARATED FOR SHIPPING PAGES MUST BE NOTHING CLEARING THE SIDES OR ENDS OF THE SKIDS AS THEY BOTH HAVE TO FIT IN A 40' HIGH CUBE CONTAINER THROUGH THE END DOOR.

APPROXIMATE TOTAL WEIGHT AS SHOWN 11,700KG

Revised by	Date	Revised by	Date	Revised by	Date
A. Revised by: BB	Date: 28.10.11	B. Revised by: BB	Date: 28.10.11	C. Revised by: BB	Date: 28.10.11

TITLE	ABS000 40' HIGH CUBE CONTAINER FILTER PROPOSAL
DWG. NO.	C220/04/0118
SHEET	28 OF 31
SCALE	1:40
DRAWN BY	BB
CHECKED BY	C227
PROJECT NO.	C220/04/0118



ANEXO 6

**FORMATO DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS A LOS
MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA**

DIRECCIÓN DE GESTIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL

SITUACIÓN ACTUAL EN EL ÁMBITO DE LA

GESTIÓN DE DESECHOS SANITARIOS

ENCUESTA

Cantón: **Fecha:**

Responsable:

1. Datos de generación.

CLASE	NÚM. GENERADORES	PESO (kg)
>200 kg/mes		
<200 kg/mes		

2. ¿Se realiza la gestión de desechos sanitarios en su cantón?

SI

NO

Si la respuesta es NO, ¿qué se hace con estos desechos?

.....

3. ¿La gestión contempla las siguientes fases?

Recolección	SI	NO
Transporte	SI	NO
Tratamiento	SI	NO
Disposición final	SI	NO

4. Situación actual de las fases de gestión.

RECOLECCIÓN

Rutas definidas	SI	NO
Vehículo propio	SI	NO

