

# Maestría en

## Desarrollo Sostenible y Responsabilidad Social Organizacional

### **AUTORES:**

Jefferson Armando Avellaneda Espinel

Elaine de Fátima Vásquez Zapata

Paulina Elizabeth Roblez Yaguachi

### **TUTORES:**

#### **Docente titulación**

**Profesor PBL1 (Ángela Muñoz Ibáñez)**

**Profesor PBL2 (Beatriz Zambruno Fernández)**

**Profesor PBL3 (Cecilia Puertas Donoso)**

### **SUSTITUCIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES POR ALTERNATIVAS MÁS EFICIENTES EN CALDERAS INDUSTRIALES Y SU INCIDENCIA EN LA HUELLA DE CARBONO EN HOSPITALES DE ALTA COMPLEJIDAD**

**Quito, (Diciembre 2024)**

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

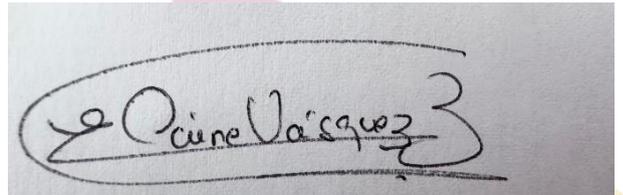
### Certificación de autoría

Nosotros, (**Jefferson Armando Avellaneda Espinel, Elaine de Fátima Vásquez Zapata y Paulina Elizabeth Roblez Yaguachi**), declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

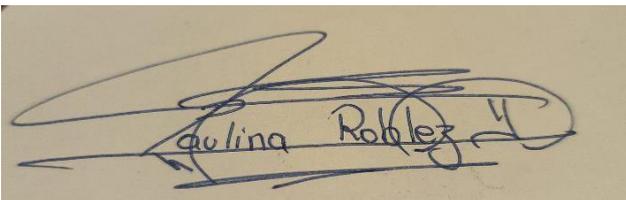
Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.



-----  
**Firma del graduando**  
**(Jefferson Armando Avellaneda Espinel)**



-----  
**Firma del graduando**  
**(Elaine de Fátima Vásquez Zapata)**



-----  
**Firma del graduando**  
**(Paulina Elizabeth Roblez Yaguachi)**

**Nota sobre derechos de autor:** Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

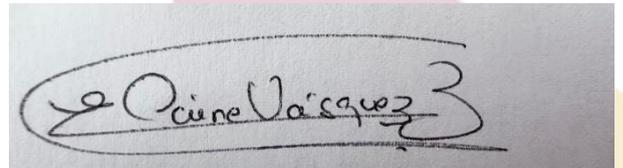
### Autorización de Derechos de Propiedad Intelectual

Nosotros, (**Jefferson Armando Avellaneda Espinel, Elaine de Fátima Vásquez Zapata y Paulina Elizabeth Roblez Yaguachi**), en calidad de autores del trabajo de investigación titulado **SUSTITUCIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES POR ALTERNATIVAS MÁS EFICIENTES EN CALDERAS INDUSTRIALES Y SU INCIDENCIA EN LA HUELLA DE CARBONO EN HOSPITALES DE ALTA COMPLEJIDAD**, autorizamos a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) para hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autores nos corresponden, lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento en Ecuador.

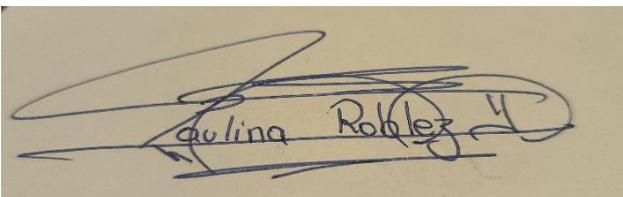
D. M. Quito, (Diciembre 2024)



-----  
**Firma del graduando**  
**Jefferson Armando Avellaneda Espinel)**



-----  
**Firma del graduando**  
**(Elaine de Fátima Vásquez Zapata)**



-----  
**Firma del graduando**  
**(Paulina Elizabeth Roblez Yaguachi)**

**Nota sobre derechos de autor:** Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

### Aprobación de dirección y coordinación del programa

Nosotros, **Jesús Campos Director EIG** y **Cecilia Puertas Coordinadora UIDE**, declaramos que los graduandos: (**Jefferson Armando Avellaneda Espinel, Elaine de Fátima Vásquez Zapata y Paulina Elizabeth Roblez Yaguachi**) son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal de ellos.


 eig  
 Jesús Campos Alcaide

---

**Jesús Campos**  
 Director/a de la  
 Maestría en Desarrollo Sostenible y  
 Responsabilidad Social Organizacional




---

**Cecilia Puertas**  
 Coordinadora Maestría en  
 Desarrollo Sostenible y Responsabilidad  
 Social Organizacional

**Nota sobre derechos de autor:** Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

## DEDICATORIA

El fruto de este esfuerzo académico lo consagro a quienes han sido mi faro y guía: mis amados padres Ximena y Armando. A mi querida hermana Melany y mi adorado sobrino Mateo, pilares fundamentales que impulsan cada uno de mis pasos.

Que este trabajo sirva de inspiración para mi hermana y mi pequeño sobrino, mostrándoles que la perseverancia, la entrega y la determinación son las semillas que germinan en una vida plena y significativa.

A toda mi familia y amigos, que el universo les concede una existencia colmada de bendiciones y abundancia. De Jefferson.

Este logro tan importante se lo dedico especialmente a mi compañero de vida Milton Reinoso a mi pequeña hija Sofía por todo su paciencia, comprensión, amor y sacrificio que hicieron a lo largo de todo este año.

A mis padres y hermanos, gracias por su apoyo incondicional en la responsabilidad de ser madre. Gracias a ustedes, pude alcanzar el objetivo que me propuse hace un año. Hoy, al verlo hecho realidad, sé que no lo habría logrado sin su ayuda. Paulina.

Dedico este estudio y trabajo de tesis a mi novio Andrés Zamora A., quien es y ha sido mi apoyo incondicional durante toda la Maestría con su paciencia, amor y cuidados. También le dedico este esfuerzo a mi familia a quien no he podido ver seguido por mis responsabilidades, a mi mamá Marianita Zapata, mi hermano Xavier Feraud Zapata y a mis hermosas sobrinas Pierinita y Renata, les dedico este trabajo por ser al apoyo que uno necesita para salir adelante. Los amo demasiado y espero poder retribuirles un poco de lo que me dan todos los días. De Elaine.

## AGRADECIMIENTOS

Mi gratitud a mi familia, pilar fundamental en cada paso de mi camino. Su respaldo inquebrantable, los valores y principios que me han inculcado, y el amor infinito que me han prodigado han sido la base sobre la que él construyó mi desarrollo personal y profesional.

Expreso también mi sincero agradecimiento al Hospital Vozandes Quito, institución que abrió sus puertas para el desarrollo de esta investigación. Su compromiso con la innovación y la sostenibilidad ambiental, así como la disposición de su personal técnico y administrativo, fueron elementos cruciales para la culminación exitosa de este estudio.

Agradezco principalmente a Dios, a INTACO, a mis compañeros y autores de este estudio y tesis de grado, a mis profesores, a mi novio, amigos y familia que me apoyaron durante todo el proceso de maestría y titulación. Agradezco el compartir las buenas prácticas y grandes conocimientos. De Elaine.

Mi agradecimiento es principalmente a Dios por permitirme culminar con éxito, a mis compañeros, a Sunstone Metals, y a cada uno de los docentes que contribuyeron con su amplio conocimiento para poder terminar con éxito esta Maestría y poder implementarlas en mi vida laboral. De Paulina

## RESUMEN

El Hospital Vozandes Quito utiliza dos calderas industriales para producir vapor de agua estéril, un recurso vital para procedimientos críticos como la esterilización de insumos médicos y la operación de secadoras industriales. Para mejorar el rendimiento energético de estas calderas, el proyecto persigue incrementar la eficiencia en las operaciones gracias a la sustitución de combustibles y disminuir el impacto ambiental vinculado a su funcionamiento. Se conseguirá esto a través de la puesta en marcha de combustibles más eficientes y limpios, sincronizando el proyecto con la estrategia de sostenibilidad institucional.

El proyecto se centra en actualizar los equipos industriales, reconociendo las fuentes convencionales de combustión, determinando la huella de carbono y valorando opciones de combustibles más eficientes. Además, se calcularán los efectos económicos y medioambientales, con la meta de conseguir economizar recursos operativos y disminuir las emisiones de contaminantes generadas por estas fuentes fijas de combustión. Para asegurar el éxito, se implementará un sistema de indicadores que facilitará la supervisión y valoración constante del funcionamiento de las calderas.

Este análisis abarca de manera holística el desarrollo sostenible en la organización, fomentando una cultura comprometida con el ambiente y definiendo un modelo replicable en el sector de la salud, gracias a la construcción de una matriz energética eficiente, una sostenibilidad financiera para la organización, maximizando el uso de recursos, disminuyendo los gastos operacionales y reduciendo la huella de carbono de la institución.

**Palabras Claves:** Calderas industriales, Combustibles sostenibles, Impacto ambiental, Desarrollo sostenible.

## ABSTRACT

Hospital Vozandes Quito uses two industrial boilers to produce sterile steam, a vital resource for critical procedures such as sterilizing medical supplies and operating industrial dryers. To improve the energy efficiency of these boilers, the project aims to increase operational efficiency through fuel substitution and reduce the environmental impact associated with their operation. This will be achieved through the implementation of more efficient and cleaner fuels, synchronizing the project with the institutional sustainability strategy.

The project focuses on upgrading industrial equipment, recognizing conventional combustion sources, determining the carbon footprint and assessing more efficient fuel options. In addition, the economic and environmental effects will be calculated, with the goal of achieving savings in operating resources and reducing the emissions of pollutants generated by these fixed combustion sources. To ensure success, a system of indicators will be implemented to facilitate constant monitoring and assessment of boiler operation.

This analysis holistically encompasses sustainable development in the organization, fostering a culture committed to the environment and defining a replicable model in the health sector, thanks to the construction of an efficient energy matrix, financial sustainability for the organization, maximizing the use of resources, reducing operational costs and reducing the carbon footprint of the institution.

**Keywords:** Industrial Boilers, Sustainable Fuels, Environmental Impact, Sustainable Development

## TABLA DE CONTENIDOS (Índice)

### Contenido

Acuerdo de confidencialidad.....	4
Capítulo I Introducción.....	15
1.2.    Planteamiento Del Problema e Importancia Del Estudio .....	17
1.2.1.    Definición Del Proyecto .....	17
1.2.2.    Naturaleza Tipo De Proyecto.....	18
1.3.    Objetivos.....	18
1.3.1.    Objetivo General .....	18
1.4.    Justificación e importancia del trabajo de investigación .....	19
1.5.    Perfil De La Organización .....	20
1.5.1.    Nombre, Actividades, Mercados Servicios Y Principales Cifras.....	20
Capítulo 2 Metodología.....	31
2.1.    Metodología .....	31
2.1.1.    Materiales Y Métodos .....	31
2.1.2.    Análisis Preliminar De Las Fuentes Fijas De combustión Existentes En El Hospital	32
2.1.3.    Análisis De Combustibles En El Mercado Ecuatoriano.....	33
2.1.4.    Análisis De Ciclo De Vida Del Proceso .....	35
2.1.5.    Análisis De Ciclo De Vida Del Hospital.....	36
2.1.6.    Medidas De Mejora y Sostenibilidad.....	41
2.1.7.    Explicación.....	44
2.1.8.    Evaluación de Impacto Ambiental de la Operación de Calderas.....	45
2.1.9.    Análisis Del Plan De Manejo Ambiental de la Operación De Calderas .....	51
2.1.10.    Análisis De Proveedores y Comercializadores En El Mercado Ecuatoriano .....	55
2.1.11.    Análisis e Identificación De Riesgos Asociados.....	58
2.1.12.    Selección Del Método Y Estimación De Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Provenientes De Las Fuentes Fijas De Combustión.....	62
Capítulo 3. Análisis de Resultados.....	70
3.1.    Análisis Comercial.....	70
3.2.    Análisis Técnico.....	71

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

3.3.	Análisis Económico .....	73
3.4.	Análisis Ambiental .....	75
Capítulo 4 Conclusiones y Recomendaciones .....		77
4.1.	Conclusiones .....	77
4.2.	Recomendaciones.....	78
Referencias.....		80

### **LISTA DE TABLAS (Índice de tablas)**

Tabla 1: Principales actividades y procesos que se desarrollan en el hospital.

Tabla 2: Características técnicas de las fuentes fijas de combustión.

Tabla 3: Análisis de combustibles en el mercado.

Tabla 4: Cuadro de análisis de Ciclo de vida del área Pediátrica del hospital.

Tabla 5: Análisis del PMA del Hospital.

Tabla 6: Análisis de proveedores y comercializadores en el mercado ecuatoriano.

Tabla 7: Análisis de FODA del proceso de sustitución de combustibles.

Tabla 8: Análisis de riesgos asociados a la implementación del proyecto.

Tabla 9: Matriz de Probabilidad e Impacto de los riesgos identificados.

Tabla 10: Potenciales de Calentamiento Global Utilizados por cada Gas de Efecto Invernadero.

Tabla 11: Consumo de combustible Diesel Tipo II para calderas industriales – 2023.

Tabla 12: Consumo de combustible GLP– 2023.

Tabla 13: Cuantificación de emisiones del Hospital Vozandes Quito periodo enero – diciembre 2023.

Tabla 14: Cuantificación de emisiones del Hospital Vozandes Quito periodo enero – diciembre 2023.

Tabla 15: Análisis de Costos Totales de Proveedores de GLP.

Tabla 16: Análisis Económico

Tabla 17: Reducción de Gases de Efecto Invernadero

### **LISTA DE FIGURAS (Índice de figuras)**

Figura 1: Histórico del volumen de adquisición de combustible para calderas industriales.

Figura 2: Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales.

Figura 3: Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales, componente Ser Humano.

Figura 4: Matriz de Evaluación de Riesgos Socio Ambientales, Recurso Aire y Agua.

Figura 5: Matriz de Evaluación de Riesgos Socio Ambientales, Recurso Suelo y Humano

Figura 6: Ejemplo de Quemador para GLP, como sustituto del quemador para Diesel Industrial.

Figura 7: Ubicación área de almacenamiento de tanques de GLP.

## Capítulo I Introducción

### 1.1. Introducción

Es imprescindible una considerable cantidad de energía para convertir agua en vapor. Esta energía no se desperdicia, sino que se dirige al vapor para ser liberada cuando este vuelve a convertirse en agua, lo que provoca la emisión de calor. El vapor es un transmisor de energía térmica sumamente eficiente, es versátil, seguro y completamente estéril.

Para minimizar al mínimo los costos de combustible de un sistema de calderas, es crucial mejorar el nivel de utilización anual en la realidad. Para obtener una perspectiva precisa de los costos totales de operación, también es crucial considerar el costo de electricidad para los ventiladores y las bombas, los gastos asociados al tratamiento de aguas residuales y la evacuación de agua, y, por último, los costos de funcionamiento, mantenimiento e inspección. Al realizar una evaluación integral, es necesario considerar los siguientes factores como la balanza entre energía y volumen de la caldera, la balanza entre energía y masa en todo el sistema de vapor, que incluye el proceso de tratamiento del agua, las tuberías, los usuarios y el sistema de condensado y el cuidado y mantenimiento (Industriekessel, 2024).

El estudio de las actividades de las calderas en el país es un asunto de gran importancia para el sector ambiental, pues facilita la administración correcta de su uso, previniendo tanto pérdidas financieras como peligros para la salud. De acuerdo con la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas (2023), este tipo de evaluación es fundamental para asegurar la eficacia en las operaciones y reducir los efectos adversos.

Para llevar a cabo una evaluación correcta de las calderas en Ecuador, es esencial tener en cuenta diversos factores esenciales. Uno de los factores cruciales es el correcto

mantenimiento de las calderas, lo que garantiza su eficiencia y favorece la optimización del uso de energía en la nación. Tener una caldera en perfectas condiciones incrementa su eficiencia y prolonga su durabilidad, lo que, a su vez, disminuye los gastos operativos a largo plazo.

Debido a la variedad de industrias existentes en Ecuador, el cuidado de las calderas se convierte en un factor esencial, particularmente en áreas de gran demanda energética como la agroindustria y la producción de alimentos. De acuerdo con Heredia Balladares (2022), el adecuado cuidado de las calderas en estas industrias no solo asegura un funcionamiento constante y eficaz, sino que también es esencial para preservar la competitividad y la sostenibilidad a largo plazo.

Los métodos para administrar el nivel de una caldera son diversos, pero los más utilizados en la industria de Quito incluyen: el procedimiento que controla el nivel mediante electrodos, fundamentado en el principio de conductividad eléctrica, el método de flotación que puede ser mecánico o magnético, y el de visualización que se encuentra en todas las calderas. (GONZÁLEZ, 2000)

Es crucial tener en cuenta que Quito lidia con graves problemas medioambientales debido a la calidad del aire, agravados por la existencia de varias industrias en la ciudad. Si a esto añadimos la liberación de monóxido de carbono procedente de las calderas, la situación se vuelve aún más compleja. De acuerdo con el Ministerio del Ambiente, el monóxido de carbono es un gas sin color ni olor, extremadamente tóxico, generado por una combustión parcial, cuando el oxígeno existente o el tiempo requerido para el proceso de oxidación no son adecuados. Esto supone un peligro adicional para la salud y el entorno urbano. (Menendez, 2017)

## 1.2. Planteamiento Del Problema e Importancia Del Estudio

### 1.2.1. Definición Del Proyecto

El Hospital Vozandes Quito se distingue por su dedicación a la excelencia en el cuidado de la salud; fundada hace 69 años, es una institución de salud de tercer nivel de alta complejidad ubicada en Quito-Ecuador, cuyo propósito es dar una atención segura y de excelencia mediante una atención integral de salud humana y la formación profesional médica, sin distinciones, para una vida abundante al servicio del Ecuador.

El hospital mantiene en su proceso productivo un sistema de fuentes fijas de combustión como parte esencial de su infraestructura operativa, esta se encuentra bajo la supervisión del Servicio de Mantenimiento y la Unidad de Seguridad, Salud y Ambiente de la organización. La institución opera dos calderas de vapor que cumplen un papel crucial en el funcionamiento del hospital, manteniendo un ciclo operativo preciso, alternando períodos definidos con la finalidad de generar vapor de agua estéril. El vapor generado por estas calderas resulta indispensable para diversas funciones hospitalarias críticas, incluyendo la esterilización de instrumental médico mediante autoclaves y el funcionamiento de secadoras industriales para el abastecimiento de lencería hospitalaria.

El proyecto busca alcanzar una operación eficiente para la organización, y garantizar la efectividad del proceso de generación de vapor de agua estéril para los procesos subsiguientes que dependen de este recurso. El proyecto pretende alcanzar altos niveles de productividad, reducir el impacto ambiental ocasionado en el recurso aire, el uso eficiente de recursos y lograr ahorros operativos para la organización.

La conservación del proceso es fundamental para garantizar la generación de vapor de agua estéril, no obstante, buscar combustibles alternativos más eficientes para la etapa de combustión del proceso, es una opción que pretende responder a la estrategia de

sostenibilidad de la organización que busca reducir activamente su huella de carbono mediante el uso de fuentes de energía más limpias.

### ***1.2.2. Naturaleza Tipo De Proyecto***

El proyecto está construido tomando en cuenta su naturaleza de modernización de equipos industriales desde un enfoque técnico y sostenibilidad ambiental por su impacto positivo sobre el ambiente, ya que busca mejorar el desempeño energético y reducir la huella de carbono generada por la operación de sus calderas industriales como fuentes fijas de combustión. Adicionalmente, pretende garantizar la operatividad del sistema de generación de vapor mediante mejoras en las diferentes etapas del proceso productivo en cuestión. Este proyecto se alinea con la estrategia de sostenibilidad de la institución y busca promover el uso de combustibles alternativos más limpios y eficientes como una estrategia de minimización de la huella de carbono por proceso, una reducción de costos operativos y contribuir a la conservación del recurso aire.

## **1.3. Objetivos**

### ***1.3.1. Objetivo General***

Optimizar el desempeño operativo y energético de las dos calderas industriales del Hospital Vozandes Quito, reduciendo su huella de carbono mediante alternativas de combustibles más eficientes.

#### **1.3.1.1. Objetivo Especifico**

- Identificar y caracterizar las principales fuentes fijas de combustión presentes en el Hospital Vozandes Quito.

- Calcular la huella de carbono asociada a la operación de calderas industriales como fuentes fijas de combustión.
- Analizar las alternativas de combustibles disponibles en el mercado para mejorar la operación en estas fuentes fijas de combustión aplicables al contexto hospitalario.
- Estimar el impacto potencial de los combustibles alternativos en términos de emisiones gaseosas, ahorro económico y disminución de la huella de carbono del hospital.

#### ***1.4. Justificación e importancia del trabajo de investigación***

En la actualidad, se han documentado algunos de los problemas más comunes asociados a la operación de calderas industriales como la antigüedad de los equipos industriales, la mala calidad de los combustibles (SUNER, S.f.). Esto ocasiona procesos de combustión ineficientes y aumenta los residuos derivados de una combustión ineficiente en las fuentes fijas de combustión (Astudillo et al, 2018). A pesar de mantener controles estrictos de mantenimiento preventivo y correctivos, con el paso del tiempo el deterioro natural de la capacidad industrial instalada, aumenta el consumo de combustible en la operación de las fuentes fijas de combustión y reduce su capacidad de generación de energía para la generación de vapor de agua estéril para los procesos subsiguientes.

Esta investigación se centra en identificar un escenario de optimización del desempeño operativo y energético de las calderas industriales mediante el uso de combustibles más eficientes y contribuir de manera significativa al desarrollo sostenible de la organización en aspectos clave como la reducción de la huella de carbono, mejorar la operación y reducir costos, fomentar una cultura organizacional sostenible, establecer un modelo de operación replicable en el sector de la salud y generar un impacto positivo en la salud y bienes de la comunidad.

Buscar eficiencia energética en la conversión de la energía contenida en un combustible en particular, es básicamente el eje central del presente estudio, ya que la generación de vapor exige una operación eficiente y equilibrada entre equipo industrial y los tipos de combustibles disponibles en el mercado (Rodríguez, 2024). Desde un punto de vista de desarrollo sostenible económico, la importancia de garantizar la eficiencia de procesos implica la reducción de costos en operación derivados de la generación de energía, tomando en cuenta que el consumo de energía, representa en muchos casos una parte significativa de los gastos de una organización (Rodríguez, 2024).

En materia ambiental, alcanzar un estándar de eficiencia energética en la operación de calderas industriales representa una mejora en la calidad de las emisiones de gases de efecto invernadero y una reducción en la emisión de contaminantes al aire al minimizar la necesidad de combustibles fósiles para la generación de energía (Rodríguez, 2024).

## 1.5. Perfil De La Organización

### 1.5.1. Nombre, Actividades, Mercados Servicios Y Principales Cifras

#### 1.5.1.1. Nombre de la Empresa

El nombre de la organización nace en las raíces “La Voz de los Andes”, cuya esencia misionera surge por la necesidad de construir un centro médico para sus empleados nacionales y extranjeros, dando como resultado el nombre Hospital Vozandes Quito.

#### 1.5.1.2. Misión, Visión, Valores

**Misión:** Expresar el amor de Dios mediante una atención integral de salud a la comunidad y la formación profesional médica, sin distinciones, para una vida abundante a través de un cuidado personal para la gloria de Dios y al servicio del Ecuador.

**Visión:** Ser el Hospital de referencia a nivel nacional en la atención de salud integral y la excelencia en la educación médica centrada en las personas que brinda experiencias excepcionales.

**Valores:** Los valores institucionales establecidos por la organización son Compromiso Cristiano, Integridad, Servicio y Empatía, Lealtad, Innovación, Responsabilidad Social y Ambiental y Mayordomía.

### 1.5.1.3. Servicios de la Organización

El Hospital Vozandes Quito HVQ S.A., ofrece servicios de salud completos con los más altos estándares de calidad. Su enfoque holístico considera no solo la salud física, sino también el bienestar emocional, las necesidades sociales y la dimensión espiritual de cada individuo. La institución se distingue por su compromiso con la sostenibilidad y la implementación de prácticas innovadoras, buscando crear experiencias memorables tanto para sus pacientes, colaboradores y la comunidad en general.

Dentro de la institución, se desarrollan cuatro procesos generales, que están conformados por una gestión asistencial, gestión de apoyo diagnóstico, gestión de docencia y gestión auxiliar de operación industrial como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Principales actividades y procesos que se desarrollan en el hospital.*

Entradas	Procesos Misionales	Salidas
		
Solicitud de Admisión (planificadas /no planificadas)	<b>Gestión asistencial</b>	Alta médica
Necesidad de atención médica	Atención ambulatoria Atención en Emergencia	Pedidos médicos
Insumos médicos y medicamentos	Atención Quirúrgica Atención en Hospitalización	Diagnóstico y plan de tratamiento
Documentos del paciente de archivo		Documentos del paciente actualizados (historia clínica)
	<b>Gestión de Apoyo</b>	
	<b>Diagnóstico</b>	
Pedido médico	Laboratorio	
Muestras médicas	Imagen	Resultados analíticos
Insumos y materiales	Cardio	
	Nutrición	
	Farmacia	
	Rehabilitación	
Convenios universitarios	<b>Gestión de Docencia</b>	Médicos formadores
Médicos en formación	Formación Médica	Capacitaciones
Información e investigación	Investigación	Jornadas médicas

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Insumos y materiales	<b>Gestión Auxiliar de</b>	Materiales estériles
Lencería hospitalaria	<b>Operación Industrial</b>	Lencería sanitizada
sucia	Mantenimiento	
	Ropería	

Fuente: Morillo, 2020.

Los principales procesos desarrollados por el hospital, tienen que ver con la prestación de servicios médicos que tienen relación directa con el paciente y son las siguientes: Hospitalizaciones, Consulta Externa, Centro Quirúrgico, Emergencias, Laboratorio, Imagen, Fisioterapia, Chequeos Ejecutivos, Farmacia, Óptica, Capellanía, Hospital del Día, Cardiopulmonar (HVQ, 2024). Adicionalmente, la organización cuenta con servicios de apoyo industrial como Mantenimiento de equipos e instalaciones, Área de Ropería, Higienización y limpieza, Generación de Vapor, Almacenamiento de insumos y materiales, Almacenamiento de combustibles y Procesos Administrativos.

#### 1.5.1.4. Ubicación de la Sede

La sede principal del hospital se encuentra ubicado en la Provincia de Pichincha, en el cantón Quito, parroquia Rumipamba sobre la calle Juan José de Villalengua, la cual interseca con la Av. 10 de agosto. El hospital nace por iniciativa misional donde se buscó construir un espacio donde los grupos de indígenas que transitaban por el sector, pudieran recibir alivio para sus malestares y un refugio para recuperar ánimo y energía.

Esta ubicación fue estratégica para brindar una atención de salud de excelencia y brindar un gran apoyo a las instituciones de salud públicas y privadas de aquella época. La institución hizo grandes aportes en esa década gracias a sus vínculos con Estados Unidos y Canadá, a través de los cuales llegaba al país, mediante donaciones, equipos de última tecnología y usados que facilitaban el trabajo y permitía la innovación médica gracias a

nuevos métodos de diagnóstico, investigación en el ámbito de la salud, formación médica, entre otros aportes., marcando un gran hito en el cuidado integral de la salud de las personas.

#### **1.5.1.5. Propiedad y Forma Jurídica**

Inicialmente, la organización nace como un centro sin fines de lucro el 12 de octubre de 1955 sobre los principios de “A la Gloria de Dios y al Servicio del Ecuador”, sin embargo, las diversas coyunturas políticas motivaron a la evolución de la forma jurídica de la institución el 18 de mayo del 2017 a ser finalmente una sociedad anónima. De acuerdo con el Registro Único de Contribuyentes (RUC), la organización cuenta con la denominación CORPORACIÓN HVQ S.A., y mantiene su nombre comercial Hospital Vozandes Quito, como un estándar histórico que le antecede al actual servicio de salud brindado a la sociedad ecuatoriana.

#### **1.5.1.6. Mercados Servidos o Ubicación de sus Actividades de Negocio**

El servicio brindado por el hospital, se encuentra dentro del territorio del Ecuador y su alcance de servicio abarca todas las regiones de la nación.

#### **1.5.1.7. Tamaño de la Organización**

El hospital esta categorizado como una empresa **Gran Empresa** de acuerdo a tres criterios, su número de colaboradores bajo dependencia laboral y servicios profesionales, su capacidad de facturación y su patrimonio.

#### **1.5.1.8. Información Sobre Empleados y otros Trabajadores**

Todos los colaboradores tanto operativos como administrativos de la organización bajo dependencia laboral, tienen residencia en Quito, en el mismo cantón donde se ubica la institución; adicionalmente, los prestadores de servicios profesionales, estudiantes, pasantes

y consultores externos, pueden pertenecer a diferentes provincias del Ecuador y ser en muchos casos extranjeros.

#### **1.5.1.9. Procesos Claves Relacionados con el Objetivo Propuesto**

Con la finalidad de alcanzar el objetivo propuesto en el presente trabajo, el cual busca mejorar la eficiencia de operación en las dos fuentes fijas de combustión de la institución, a través de combustibles más eficientes en el mercado ecuatoriano para reducir la huella de carbono generada por el proceso de operación de las calderas industriales.

Para lograr este objetivo, es importante conocer todo el proceso de que le antecede a la operación de las calderas industriales como fuentes fijas de combustión, el abastecimiento de combustible, su almacenamiento, su conducción hasta la casa de máquinas, operación de calderas y finalmente la emisión de gases de efecto invernadero.

Adicionalmente, es importante conocer las características técnicas de los combustibles utilizados, de tal forma que esta, conjuntamente con el proceso de combustión de los quemadores industriales, sea la información base para establecer una propuesta que permita reducir la huella de carbono generada por el proceso de operación de las calderas industriales en la organización. De forma complementaria, es fundamental abordar los costos de la adquisición del combustible utilizado y su comercialización, establecidos por el gobierno del Ecuador y las empresas encargadas de la comercialización del combustible; de tal forma que la sustitución del combustible, represente para el hospital una oportunidad técnica, económica y ambientalmente viable, respondiendo de esta forma, al desarrollo sostenible organizacional del hospital en los pilares de ambiente, gobierno y economía.

#### **1.5.1.10. Principales Cifras, Ratios y Números que Definen a la Empresa**

El hospital es una institución que cuenta con 160 colaboradores administrativos y

781 operativos, cuenta con 21 especialidades médicas y más de 20 servicios encargados de la operación de la casa de salud de forma directa e indirecta. Como parte del perfil industrial de la organización, hay 2 servicios encargados de la operación de las calderas industriales del hospital los cuales son el Servicio de Mantenimiento y la Unidad de Seguridad, Salud y Ambiente.

El Servicio de Mantenimiento tiene un papel crucial en la operación y mantenimiento de las calderas industriales de la institución. Este departamento cuenta con una estructura organizacional conformada por 1 jefe de área, 1 secretaria y 8 técnicos. La USSA esta conformada por 1 jefe de área, 3 técnicos y 1 medico ocupacional.

Para la operación de las calderas industriales como fuentes fijas de combustión, se cuenta con un histórico de adquisición de combustible Diesel Industrial Tipo II, como se muestra en la Figura 1.

### Figura 1

*Histórico del volumen de adquisición de combustible para calderas industriales.*



Fuente: HVQ (2024).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

La Figura 1, nos muestra la adquisición anual del combustible Diesel Industrial Tipo II durante un periodo de 5 años, conjuntamente con los costos de adquisición del mismo. Como se puede apreciar en la información histórica proporcionada por la institución, el volumen de combustible adquirido ha fluctuado entre los 40 000 y 44 000 galones como adquisición máxima en cada año de operación registrado. Adicionalmente, se puede apreciar los costos de adquisición del combustible en cada año de operación, mismos que muestran una fluctuación mayor que la cantidad de combustible adquirido debido a que el costo por galón de combustible, es determinado por el estado ecuatoriano a través de la Empresa Pública PetroEcuador.

#### 1.5.1.11. Modelo de negocio

El Hospital Vozandes Quito cuenta con un modelo de negocio que integra de manera innovadora la excelencia en servicios de salud con un profundo compromiso hacia la sostenibilidad ambiental. Su propuesta de valor se fundamenta en la prestación de servicios médicos de alta calidad mientras implementa rigurosos protocolos de gestión ambiental, incluyendo un exhaustivo Plan de Manejo Ambiental que regula varias aristas del servicio de salud brindado. La institución ha desarrollado una infraestructura que permite reducir significativamente su huella de carbono, complementada por programas de capacitación continua para su personal en prácticas sostenibles y el uso de tecnología de bajo impacto ambiental.

El Hospital Vozandes Quito fundamenta su gestión en sólidos valores institucionales que priorizan la responsabilidad social y ambiental, evidenciados en su Política de Sostenibilidad que se estructura en tres ejes fundamentales: Ambiente, Salud para todos y Gobierno corporativo. Su compromiso se materializa a través de un riguroso Estudio de Impacto Ambiental que guía sus operaciones diarias, reflejando así su profundo propósito de mayordomía con la creación de Dios, específicamente en el cuidado de la naturaleza y el

ambiente. Esta visión integral le permite desarrollar sus actividades hospitalarias mientras honra su llamado a ser custodio responsable de los recursos naturales, demostrando que la excelencia médica y el cuidado ambiental pueden coexistir en perfecta armonía.

#### 1.5.1.12. Grupos de interés internos y externos

##### Grupos de interés internos

**Colaboradores:** Son todos los trabajadores de la institución encargados de la atención directa e indirecta a los pacientes de la institución

**Accionistas:** Son aquellos que representan la base de capital que permite al hospital operar y crecer como organización. Son clave en la toma de decisiones estratégicas y priorizan las acciones que aseguran la sostenibilidad del servicio brindado a la sociedad.

##### Grupos de interés externos

**Pacientes y familiares:** Son todos aquellos usuarios del servicio de salud que brinda el hospital. Su satisfacción y experiencia son indicadores clave para la organización.

**Organizaciones reguladoras estatales:** Son entidades públicas que establecen las regulaciones, políticas y estándares necesarias para el desarrollo del servicio de salud por parte de la institución. Su apoyo y regulación son importantes para la operación en términos de cumplimiento legal.

**Comunidad y sociedad civil:** Representa la comunidad del área de influencia directa e indirecta del hospital. Esta es de carácter no gubernamental e interactúa con la institución en varios espacios y su percepción y experiencia puede influir en la reputación y aceptación de la organización.

**Aseguradoras:** Son entidades financieras en el ámbito del sector sanitario, cuyo rol es fundamental para asegurar la viabilidad financiera del hospital.

**Proveedores y contratistas:** Son aquellos que suministran todo el equipamiento médico e industrial, medicinas y demás insumos y recursos esenciales para el ejercicio del servicio de salud. El mantenimiento de sus relaciones sólidas es importante para garantizar la disponibilidad y calidad de los recursos necesarios para la atención médica.

#### 1.5.1.13. Otros datos de interés

Algunos datos adicionales que pueden ofrecer una perspectiva más amplia del compromiso del Hospital Vozandes Quito con el desarrollo sostenible de su organización es la definición de políticas internas en el marco de la sostenibilidad y sus pilares de accionar que se han definido como Ambiente, Salud para Todos y Gobierno.

Esta Política de Sostenibilidad materializa sus directrices a través de un Comité de Sostenibilidad conformado por un equipo multidisciplinario conformado por colaboradores de la institución pertenecientes al área asistencial, área técnica y administrativa; todos, enmarcados en un propósito en común de construir un legado sostenible para la organización.

El hospital ha definido una estrategia de sostenibilidad en base a su propósito, promesa de servicio y principios del servicio de salud; para esto, ha definido de tres pilares para el desarrollo sostenible organizacional de la institución que son:

**Ambiente:** Dentro de este pilar se encuentra como responsable de su cumplimiento la Gerencia de Sostenibilidad y Comunicaciones de la institución. Dentro de este pilar, el hospital se compromete a reducir su huella de carbono, reducir el consumo de energía, Gestionar el uso eficiente de agua, fomentar la compra de bienes y servicios a empresas que

compartan sus valores institucionales, implementar prácticas sostenibles y amigables con el medio ambiente en la gestión de residuos y desechos y el desarrollo de su infraestructura en el marco de la construcción sostenible.

**Salud para Todos:** Este pilar de la organización tiene como responsable a la Gerencia de Recursos Humanos, dentro del cual, al ser la institución una casa de salud, su prioridad son los derechos humanos, relaciones laborales, equidad de género, diversidad e inclusión y la responsabilidad social.

**Gobierno:** El pilar de gobierno del hospital está liderado por la Gerencia General de la organización, como máxima autoridad dentro de la casa de salud. En este pilar, los esfuerzos de la organización se enmarcan en el desarrollo de políticas, promover una cultura de integridad, gestión de riesgos, promover una cultura de cuidado ambiental, construcción de un organigrama funcional y desarrollar las capacidades de la institución entorno a las nuevas realidades del país y el mundo entero.

## Capítulo 2 Metodología

### 2.1. Metodología

#### 2.1.1. *Materiales y Métodos*

Para este estudio hemos analizado los materiales y métodos identificados en la operación de las dos calderas que se utilizan para el proceso de generación de vapor de agua para la operación de autoclaves para esterilización de instrumental médico y secadoras industriales del hospital. Adicionalmente, se ha realizado un análisis documental de las fichas técnicas de los equipos industriales existentes en la institución.

Las calderas del hospital utilizan Diésel tipo II como combustible para su funcionamiento, analizando las alternativas más sostenibles se requiere de un enfoque integral de aspectos técnicos de las calderas como de aspectos ambientales, esto es debido a que se debe considerar la capacidad de adaptación del equipo a nuevos combustibles.

Cuando se analiza la transición a de combustibles fósiles como el Diésel tipo II hacia combustibles más eficientes y sostenibles, existe la posibilidad de que las calderas deban ser modificadas para utilizar GLP industrial, gas natural, biogás o biomasa, por ejemplo. Además, es posible que algunas calderas pueden necesitar más modificaciones estructurales o de diseño y se requiere considerar la instalación o adaptación de quemadores adecuados, sistemas de distribución de combustibles, sistemas de almacenamiento y sistemas de monitoreo. (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, [EPA], 2021).

Analizando las opciones de combustible alternativo más adecuados, se pueden considerar el GLP industrial, gas natural, biogás, biomasa o biodiésel, según los factores del hospital, así como, la disponibilidad, costos operativos, y las emisiones asociadas. (EPA, 2021). De manera que cuando se establezca el combustible adecuado, se deben realizar los cambios necesarios en las calderas y en las instalaciones del hospital, considerando implementar sistemas de monitoreo y medición que evalúen la huella de carbono y los ahorros a largo plazo.

### ***2.1.2. Análisis Preliminar De Las Fuentes Fijas De combustión Existentes En El Hospital***

La institución cuenta con dos calderas industriales ubicadas en la casa de máquinas, utilizadas para la generación de vapor de agua estéril para procesos vitales como el autoclavado para esterilización, el funcionamiento de secadoras industriales y la producción de aire comprimido para limpieza instrumental. A esta infraestructura, cuidadosamente mantenida y operada, esta conformada por una caldera principal, la cual asume la mayor carga de trabajo, mientras que la más pequeña sirve como respaldo durante los mantenimientos programados mensuales. Semestralmente, se le realiza un monitoreo semestral de gases de combustión donde se analizan los siguientes parámetros Monóxido de carbono, Dióxido de azufre, Óxidos de nitrógeno y Material particulado, parámetros físicos que son analizados por un laboratorio acreditado por la norma ISO 17025, para análisis de emisiones de fuentes fijas de combustión.

A continuación, se realiza una descripción de las fuentes fijas de combustión con la finalidad de caracterizar y comprender la infraestructura industrial de la institución. La Tabla 2, incorpora una visión resumida de las características más relevantes de los equipos y el uso de recursos en el proceso de combustión.

**Tabla 2**

*Características técnicas de las fuentes fijas de combustión.*

Categoría	Caldera 1	Caldera 2
Cantidad	1	1
Marca/Modelo	Columbia (grande)	Columbia (grande)
Capacidad	2 870 000 BTU/h	670 000 BTU/h
Tipo de combustible	Diesel Industrial Tipo II	
Inicio de operación	03/11/1996	04/04/2007
Consumo estimado mensual	2976 gal /mes	24 gal /mes
Gases analizados	CO, NOx, SO2, Partículas.	
Periodicidad de monitoreo de emisiones gaseosas	Semestral	

**Fuente:** Autores (2024).

En la Tabla 2, podemos observar algunas de las características técnicas de las calderas industriales de la institución, donde se resaltan diferencias clave como la capacidad, antigüedad y consumo. La caldera 1, tiene una mayor potencia y es la más antigua en operación desde 1996; esta, consume aproximadamente 2976 galones de Diesel Industrial Tipo II al mes, lo que refleja su importancia operativa. Por el contrario, la caldera 2, es más reciente desde 2007 y su uso se limita solamente a mantenimientos programados de la caldera principal. En ambas calderas se realiza un análisis semestral de los parámetros CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> y material particulado, de acuerdo a lo que establece la normativa ambiental vigente.

### **2.1.3. Análisis De Combustibles En El Mercado Ecuatoriano**

La Tabla 3 presenta un análisis de comparativo de la viabilidad de sustitución del

Diésel tipo II, considerando los combustibles en el mercado ecuatoriano, cabe indicar, que se consideraron las más adecuadas tomando en cuenta el costo del combustible, el costo de la comercialización, el impacto ambiental, disponibilidad e inversión en infraestructura. Como podemos notar el Gas Natural es el adecuado para la transición. Para el análisis se consideró la información de la Agencia internacional de energía y el conocimiento sobre las mismas por parte de los autores (Agencia Internacional de Energía, [ IEA], 2024).

**Tabla 3.**

*Análisis de combustibles en el mercado.*

Alternativa de Combustible	Diésel	Gas Natural	Biogás	Biomasa	GLP industrial
<b>Costo de Producción</b>	Bajo	Moderado a Alto	Moderado	Moderado	Bajo
<b>Impacto Ambiental</b>	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
<b>Disponibilidad</b>	Altas emisiones de CO <sub>2</sub> y contaminantes	Menos emisiones de CO <sub>2</sub> y partículas	Dependiendo del origen	Si es gestionado adecuadamente	Reduce emisiones de CO, NO <sub>x</sub> , Sox y material particulado
<b>Disponibilidad</b>	Alta (disponibilidad generalizada)	Alta en regiones con infraestructura	Medio (depende de la infraestructura local de residuos)	Alta	Alta en regiones urbanas

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

<b>Viabilidad en la Sustitución del Diésel tipo II</b>	-	Alta (buena opción para generación de energía y transporte)	Moderada (requiere inversión en infraestructura y sistemas de recolección)	(abundante en áreas rurales, especialmente residuos agrícolas)	Alta (buena opción para generación de energía y transporte)
<b>Requiere Infraestructura Especial</b>	No requiere adaptaciones (ya se usa ampliamente)	Requiere gasoductos y adaptaciones en equipos	Moderada. Necesita plantas de tratamiento de biogás	Alta. Requiere instalaciones de combustión adaptadas	Requiere gasoductos y adaptaciones en equipos e infraestructura

Fuente: Autores (2024).

#### 2.1.4. Análisis De Ciclo De Vida Del Proceso

El análisis del ciclo de vida (ACV) es una herramienta utilizada para estudiar el impacto ambiental de un producto, proceso o actividad a lo largo de su ciclo de vida. (EUROFIN, 2024)

Se requiere considerar toda la historia del producto o actividad en estudio desde su origen hasta que finalmente se convierte en residuo.

Dentro del ciclo de vida lo que hay que tomar en cuenta que tiene varios objetivos, el análisis del ciclo de vida del producto se puede realizar en todo tipo de productos. (Quailtrix, 2022). El análisis del ciclo de vida del producto recopila datos de todas las etapas del ciclo de vida. Estos datos se pueden evaluar para aumentar la probabilidad de futuros lanzamientos exitosos de productos en una empresa.

Por tanto, una organización puede pretender alcanzar los siguientes objetivos:

Previsión de tendencias de ventas: el análisis del ciclo muestra claramente cuántas ventas puede generar un producto en una etapa determinada.

Esto, a su vez, permite hacer predicciones específicas sobre tendencias de ventas futuras.

Optimizar la planificación de la producción, el análisis del ciclo de vida del producto también se puede utilizar para optimizar el tipo, la cantidad y el momento de los productos que se planea llevar al mercado por parte de la empresa.

Determinación de medidas:

Los resultados del análisis del ciclo de vida del producto también se pueden utilizar como base para tomar decisiones sobre medidas de marketing específicas, como la adquisición de clientes.

Hay que tomar en cuenta que hay varios tipos de ciclo de vida entre ellos tenemos:

- De un producto
- De un proyecto
- De los seres vivos

### ***2.1.5. Análisis De Ciclo De Vida Del Hospital***

#### **2.1.5.1. ACV del proceso de consulta externa en el área de pediatría**

El análisis del ciclo de vida (ACV), utilizado en la casa de salud en el área pediátrica, implica examinar las entradas y salidas de un proceso desde una perspectiva ambiental, económica y social para identificar áreas de mejora en términos de sostenibilidad.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Este análisis nos permitió evaluar el impacto de toda la actividad asistencial pediátrica desde la llegada hasta la salida del paciente. A continuación, se detallan las posibles entradas y salidas durante el ciclo de vida de una clínica pediátrica:

### 2.1.5.2. Etapas del Ciclo de Vida

**Atención al Paciente:** El proceso de cuidar a los niños y sus familias en el hospital desde su llegada hasta el tratamiento y el alta.

**Operaciones en curso:** Incluye todos los procesos administrativos y médicos para la operación diaria del hospital.

**Gestión de residuos:** Generación, clasificación, almacenamiento y disposición final de residuos y residuos generados durante el tratamiento.

### 2.1.5.3. Fase de Atención al Paciente

#### Entradas de la fase de atención al Paciente.

#### 1. Electricidad:

**Consumo de energía:** El hospital utiliza electricidad en múltiples áreas, incluyendo la iluminación, equipos médicos, dispositivos de monitoreo, ventiladores y sistemas de calefacción y refrigeración, entre otros.

**Equipos Médicos:** El uso de maquinaria y dispositivos médicos especializados como incubadores, monitores de signos vitales, bombas de infusión de sangre, quirófanos los mismos que su consumo de electricidad es considerable.

#### 2. Otros recursos necesarios (No es relevante para el ciclo de vida, pero son importantes):

Medicamentos y suministros médicos: Cada uno de los niños reciben medicamentos, ropa de hospital, jeringas, todo insumo que sea necesario.

Personal médico: El equipo de atención médica (Doctoras, enfermeras, paramédicos y el personal de apoyo en cada uno de los procesos) por cada uno de los pacientes.

### **Salidas de la fase de atención al paciente:**

#### **1. Basura Hospitalaria:**

Desechos peligrosos: Dentro de este campo jeringas, algodón con sangre u otros residuos contaminados con fluidos.

Desechos comunes: Los residuos no peligrosos del día a día por parte de pacientes o personal médico.

Otros desechos peligrosos: La casa de salud realiza procedimientos de limpieza, o algunos químicos que pueda afectar la salud de las personas o emergencias si no se gestiona adecuadamente.

#### **2. Aguas Residuales:**

Hay que tomar en cuenta que el hospital genera aguas residuales las mismas que provienen de la higiene de cada paciente, el proceso que hace cada uno de los médicos en su procedimiento al atender a cada paciente. Algunas de estas aguas pueden tener contaminantes o que contengan diferentes químicos

### **2.1.5.4. Fase de Operación Continua**

#### **Entradas de la fase de Operación Continua**

## 1. Electricidad:

Energía eléctrica: Este es un punto fundamental para todo el sistema operativo del hospital para las diferentes áreas como médico, administrativo, limpieza, etc. Incluye la iluminación de la casa de salud, refrigeración, calefacción y, sobre todo, el funcionamiento continuo de equipos médicos para poder dar un diagnóstico setero, y poder impartir tratamiento y monitoreo de los pacientes.

Sistemas de soporte: Las máquinas de soporte vital, como respiradores, monitores y bombas de medicamentos, requieren un suministro de energía continuo para funcionar.

## 2. Otros recursos operativos:

Personal: médicos, enfermeras, técnicos, personal de administración, mantenimiento y limpieza que mantienen el hospital en funcionamiento.

### **Salidas de la fase de Operación Continua**

#### Basura Hospitalaria:

Desechos producidos por el uso de fármacos y materiales de medicina: Jeringas, agujas, tubos de administración de medicamentos, vendajes, tubos de prueba y otros materiales de desecho.

Residuos alimenticios: Residuos alimenticios, servilletas y herramientas descartables empleadas por pacientes y personal sanitario.

### 1. Aguas residuales:

Las aguas residuales contienen agua contaminada derivada de tareas de limpieza, duchas de pacientes, y aguas utilizadas en procedimientos quirúrgicos o médicos.

## 2. Emisiones de CO<sub>2</sub>:

La utilización de energía, en particular si se deriva de fuentes fósiles, produce emisiones de gases de efecto invernadero, lo que favorece el cambio climático.

La utilización de generadores de backup también puede producir emisiones en situaciones de interrupción del abastecimiento de electricidad.

### *2.1.5.5. Fase de Manejo de Residuos Generados*

#### **Entradas de la fase Manejo de Residuos Generados.**

Estructura para la administración de desechos: Lugares asignados para el almacenaje provisional de desechos tanto peligrosos como no peligrosos antes de su tratamiento o desecho. Equipos de seguridad individual para el manejo seguro de estos desechos.

#### **Salidas de la fase Manejo de Residuos Generados.**

##### 1. Basura y desechos hospitalarios, acumulación y residuos hospitalarios:

Residuos peligrosos y biopeligrosos: Tras su recolección y categorización, los desechos peligrosos necesitan ser tratados de manera correcta a través de técnicas como incineración, autoclave o eliminación especializada.

Reciclaje de desechos: Es necesario separar plásticos, cartón, papel, vidrio, entre otros, para su reciclaje.

Residuos orgánicos: residuos alimenticios y otros materiales biodegradables que pueden ser compostados o administrados de forma correcta.

Residuos ordinarios: Materiales, empaques y otros desechos no peligrosos.

## 2. Aguas Residuales Tratadas:

Es necesario un tratamiento apropiado de las aguas residuales producidas para disminuir la carga biológica y química antes de su liberación al sistema de drenaje o su reutilización.

### 2.1.6. Medidas De Mejora y Sostenibilidad

A partir del estudio de las entradas y salidas mencionadas, se pueden aplicar diversas tácticas para potenciar la sostenibilidad del hospital infantil:

#### **Eficiencia Energética:**

**Uso de energía renovable:** Utilización de energías renovables, implementar paneles solares o sistemas de energía eólica para disminuir el uso de energía de origen fósil.

**Equipos de bajo consumo:** Aplicar tecnología eficaz, como la iluminación LED y dispositivos médicos de menor consumo energético.

**Automatización y control:** Poner en marcha sistemas inteligentes para administrar eficazmente la necesidad de energía y agua, empleando sensores y sistemas automatizados.

#### **1. Reducción de Residuos:**

**Reciclaje:** Establecer un sistema de reciclaje que permita la separación de desechos como plásticos, papeles, metales y otros materiales reciclables.

**Manejo de desechos peligrosos y biopeligrosos:** Optimizar la gestión y tratamiento de desechos peligrosos a través de la incineración o la utilización de autoclaves para limpiarlos antes de su eliminación definitiva.

Reducción de plástico de un solo uso: Elegir productos biodegradables o reutilizables en vez de plásticos descartables.

## **2. Tratamiento de Aguas Residuales:**

Reutilización de aguas: Establecer sistemas de tratamiento y reaprovechamiento de aguas residuales no contaminadas para su uso en labores de limpieza o irrigación.

## **3. Estrategias de Movilidad:**

Fomentar la utilización de medios de transporte colectivo o vehículos eléctricos para los empleados y visitantes del hospital.

A continuación, se muestra la Tabla 4 que muestra un estudio aproximado de las entradas y salidas de la casa de salud que opera en el área de pediatría desde 8:00AM a 5:00PM, teniendo en cuenta las entradas de agua y electricidad, así como, las salidas en relación con los residuos (VOZANDES, 2024).

El cálculo del uso del agua y energía se fundamenta en estimaciones medias y puede fluctuar en función de diversos factores, tales como la magnitud del hospital, la cantidad de pacientes, los equipos médicos empleados y la eficacia en las operaciones.

**Tabla 4**
*Cuadro de Análisis del Ciclo de Vida de área pediatría del hospital*

<b>Categoría</b>	<b>Entradas</b>	<b>Consumo Estimado Diario (8 AM - 5 PM)</b>	<b>Salidas</b>
<b>Electricidad</b>	Energía eléctrica para iluminación, los diferentes equipos médicos, HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado), sistemas informáticos.	<b>10,000 kWh (kilovatios hora)</b> (dependiendo del tamaño del hospital, equipos médicos y sistemas operativos).	- Emisiones de CO2 (dependiendo de la fuente de electricidad).
<b>Agua</b>	Agua para higiene de pacientes, limpieza, lavandería, procesos médicos.	<b>5,000 litros/día</b> (aproximadamente 50 litros por paciente, incluyendo higiene personal, limpieza, cocina, etc.).	- Aguas residuales (contaminadas o no, dependiendo de las prácticas).
<b>Basura Hospitalaria</b>	- Equipos médicos, jeringas, guantes, vendas, materiales de curación, alimentos, empaques.	<b>500 kg/día</b> (incluyendo desechos peligrosos y no peligrosos).	- Residuos peligrosos (jeringas, agujas, medicamentos caducados). - Residuos no peligrosos (papel, plástico, cartón, alimentos).
<b>Aguas Residuales</b>	Agua usada en baños, limpieza, procesos médicos.	<b>4,000 litros/día</b> (aproximadamente el 80% del agua consumida se convierte en aguas residuales).	- Tratamiento de aguas residuales (biológicas, químicas, etc.).

**Fuente:** Autores (2024).

### 2.1.7. Explicación

#### **Electricidad:**

**Estimación de Consumo:** Una gran cantidad de electricidad se gasta en un hospital pediátrico debido a la iluminación, el funcionamiento de equipos médicos (tales como incubadoras, monitores de signos vitales, respiradores, entre otros), y sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC). Un hospital de dimensiones medias a grandes tiene la capacidad de consumir entre 10,000 kWh diarios durante un día de trabajo de 9 horas.

**Emissiones de CO<sub>2</sub>:** El efecto en el medio ambiente se basará en la fuente de energía eléctrica. Si la energía eléctrica se obtiene de recursos no renovables (como el carbón o el gas natural), se producirán emisiones de CO<sub>2</sub>. Por lo general, 1 kWh de energía fósil libera entre 0.3 y 0.5 kg de CO<sub>2</sub>. (VOZANDES, 2024)

#### **Agua:**

**Estimación de Consumo:** En un hospital pediátrico, el uso de agua abarca requerimientos para los pacientes (cuidado personal), para la limpieza de las instalaciones y en procedimientos médicos (lavado de equipos, preparación de fármacos, entre otros). Se calcula que cada paciente ingiere en promedio 50 litros de agua diariamente, lo cual proporciona una proyección de 5,000 litros/día para un hospital con 100 pacientes o menos.

**Aguas desbordadas:** Alrededor del 80% del agua utilizada se transforma en aguas residuales. Estas aguas necesitan un tratamiento apropiado para prevenir la contaminación ambiental.

Mejora de Recursos y Sostenibilidad: Es crucial que el hospital establezca acciones para incrementar la eficiencia energética, empleando recursos renovables como paneles solares o sistemas eólicos, y perfeccionando la utilización de dispositivos de bajo consumo energético. Además, es necesario promover prácticas de reciclaje y gestión correcta de desechos, en particular los de riesgo, y implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales para asegurar un funcionamiento más sustentable y minimizar el impacto en el medio ambiente.

Optimización en la Administración de Desechos y Salud Pública: Es fundamental la adecuada categorización, almacenaje y disposición final de los residuos hospitalarios, en particular los peligrosos y orgánicos, para reducir los peligros a la salud pública y al entorno natural. Además, el uso de tecnologías de reciclaje y tratamiento puede ayudar a disminuir el impacto ecológico del hospital, fomentando un ambiente más sano y seguro tanto para los pacientes como para la comunidad.

### ***2.1.8. Evaluación de Impacto Ambiental de la Operación de Calderas***

La valoración a los impactos ambientales identificados en el Estudio de Impacto Ambiental del Hospital elaborado por Morillo (2020), se han considerado las distintas fases de proyecto, basándose en criterios y atributos que son utilizados en función de las características del hospital y las condiciones ambientales del medio, con criterios numéricos utilizados según la tipología del impacto. De acuerdo a lo relacionado con este estudio los calderos y el manejo de combustibles para su funcionamiento, podemos ver en la Figura 1, que, en la Fase de Operación, se ha identificado que el Componente Aire, tiene dos impactos significativos, uno respecto a la “Contaminación por emisiones gaseosas” y otro por, “Contaminación al aire por emisiones de ruido de la sala de fuerzas” como se ve en la Figura 2 (Morillo, 2020).

Figura 2.

*Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales.*



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXPOST  
 HOSPITAL VOZANDES QUITO HVQ S.A.

TABLA 42 Matriz De Evaluación De Impactos Ambientales

COMPONENTE	IMPACTO Y ASPECTO AMBIENTAL	NATURALEZA	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERIODICIDAD	RECUPERABILIDAD	EFEECTO	MAGNITUD	IMPACTO	PRIORIZACION	SIGNIFICANCIA
<b>FASE DE OPERACIÓN</b>												
AIRE	Contaminación al aire por emisiones gaseosas de combustión de las cocinas.	-1	1	1	1	5	1	5	2,0	1	2	No significativo
	<b>Contaminación al aire por emisiones gaseosas de calderos</b>	<b>-1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3,3</b>	<b>5</b>	<b>16,25</b>	<b>Significativo</b>
	Contaminación al aire por emisiones gaseosas de los generadores de emergencia	-1	3	3	1	1	3	5	2,8	3	8,25	Poco significativo
	Contaminación al aire por emisiones gaseosas de los vehículos de propiedad del hospital	-1	3	3	1	5	3	5	3,3	3	-9,8	Poco significativo
	Contaminación al aire por emisiones de ruido de los motores de los cuartos fríos	-1	1	1	1	5	5	5	2,5	3	-7,5	Poco significativo
	Contaminación al aire por emisiones de ruido sala de fuerza (caldero, compresores, bombas de vacíos). <i>Nota: se evalúan las tres fuentes como una sola, debido a que físicamente se encuentran juntas en la sala de fuerza.</i>	<b>-1</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4,0</b>	<b>5</b>	<b>-20</b>	<b>Significativo</b>
	Contaminación al aire por emisiones de ruido del sistema de extracción de aire y acondicionamiento de aire.	-1	5	3	1	5	5	5	4,0	5	-20	Significativo
	Contaminación al aire por emisiones de ruido del sistema de enfriamiento para el equipo de resonancia magnética y sistemas de extracción	-1	3	3	1	5	5	5	3,5	3	-10,5	Medianamente significativo
	Contaminación al aire por emisiones de ruido por operación de maquinarias de lavandería	-1	1	1	1	5	5	5	2,5	1	-2,5	No significativo
AGUA	Descargas líquidas residuales de lavado de vajilla, lavado de alimentos, limpiezas	-1	3	3	3	5	1	1	2,8	5	-13,8	Medianamente significativo

**Fuente:** Morillo (2020).

La Figura 3 en la Fase de Operación, se ha identificado que el Componente Ser humano, tiene un impacto significativo, uno respecto al riesgo de afectación a la salud e integridad de los trabajadores por accidentes suscitados en el manejo de los calderos. Sin embargo, dos evaluaciones de Poco Significativo para el componente Ser humano, en Riesgo de afectación a la salud o integridad de los trabajadores en las actividades de mantenimientos en las operaciones y manipulación de combustibles Figura 3.

Figura 3.

*Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales, componente Ser Humano.*

**HO** ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXPOST  
HOSPITAL VOZANDES QUITO HVQ S.A.

COMPONENTE	IMPACTO Y ASPECTO AMBIENTAL	NATURALEZA	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERIODICIDAD	RECUPERABILIDAD	EFFECTO	MAGNITUD	IMPACTO	PRIORIZACION	SIGNIFICANCIA
	Afectación al suelo por generación de envases vacíos de productos químicos de higienización y limpieza	-1	1	1	1	5	3	1	1,8	3	-5,3	Poco significativo
	Riesgo afectación a la salud por manejo materiales <u>corrosivos</u> , <u>punzantes</u> e insumos médicos	-1	3	1	5	5	3	5	3,3	3	-9,8	Poco significativo
	Riesgo afectación a la salud por manipulación productos químicos peligrosos de laboratorio.	-1	1	1	1	5	3	5	2,3	3	-6,8	Poco significativo
	Riesgo afectación a la salud por uso de equipos de radiología	-1	3	1	3	5	5	5	3,3	3	-9,8	Poco significativo
	Riesgo de afectación a la salud por riesgos laborales en cocina	-1	1	1	5	5	1	5	2,5	3	-7,5	Poco significativo
SER HUMANO	Riesgo de afectación a la salud en las actividades de lavandería	-1	1	3	3	5	3	5	3,0	3	-9	Poco significativo
	Riesgo de afectación a la integridad del personal por explosiones en el manejo de aire comprimido	-1	1	1	5	1	5	1	2,0	1	-2	Poco significativo
	Riesgo de afectación a la salud por manejo y de insumos peligrosos de limpieza e higienización	-1	1	1	3	5	3	5	2,5	3	-7,5	Poco significativo
	Riesgo de afectación a la salud en el almacenamiento de insumos peligrosos	-1	1	1	1	5	3	1	1,8	3	-5,3	Poco significativo
	<b>Riesgo de afectación a la salud o integridad de los trabajadores por accidentes suscitados en el manejo del caldero</b>	-1	3	5	5	1	5	5	4,0	5	-20	<b>Significativo</b>
	Riesgo de afectación e integridad del personal por levantamiento de pesos	-1	1	1	1	5	5	5	2,5	3	-7,5	Poco significativo
	Riesgo de afectación a la salud o integridad de los trabajadores por explosiones o accidentes relacionados con la operación de los productos químicos (oxígeno y nitrógeno).	-1	1	3	5	1	5	5	3,0	3	-9	Poco significativo
SER HUMANO	Riesgo de afectación a la salud o integridad en las actividades de mantenimiento	-1	1	3	5	3	5	5	3,3	3	-9,8	Poco significativo
	Riesgo de afectación a la salud e integridad de los trabajadores en el manejo de combustibles.	-1	1	3	5	1	5	5	3,0	3	-9	Poco significativo
	Mejoramiento calidad vida por Generación de Empleo	1	3	5	5	5	5	5	4,5	5	22,5	Altamente significativo
	Mejoramiento de la calidad de vida de los clientes beneficiario de los servicios médicos	1	5	5	5	5	5	5	5,0	5	25	Altamente significativo

Fuente: Morillo (2020).

### 2.1.8.1. Evaluación de Impactos Ambientales Potenciales De La Institución Para La Operación De Calderas

Para la valoración a los impactos ambientales potenciales, se ha considerado la Matriz de Riesgos Ambientales del Estudio de Impacto Ambiental del Hospital realizada por

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Morillo, (2020); la cual, se ha basado en criterios de priorización de riesgo ambiental y su significancia producto de la magnitud y la importancia del riesgo ambiental. Para este estudio se ha analizado los impactos ambientales identificados en la operación de las dos calderas que se utilizan para el proceso de generación de vapor de agua para la operación de autoclaves de esterilización de instrumental médico y secadoras industriales del hospital.

Considerando lo relacionado a los calderos y el manejo de combustibles para su operación, podemos ver en la Figura 3 que, tiene dos impactos significativos, uno relacionado al Recursos Aire, por riesgo de contaminación producto de posibles incendios en el almacenamiento de combustibles; y otro en el Recurso Agua producto del Riesgo de posibles derrames en el tanque general de almacenamiento de combustibles Figura 4.

**Figura 4.**

*Matriz de Evaluación de Riesgos Socio Ambientales, Recurso Aire y Agua.*



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXPOST  
 HOSPITAL VOZANDES QUITO HVQ S.A.

**Tabla 46 Matriz de evaluación de Riesgos Socio - Ambientales**

COMPONENTE	RECURSO	IMPACTO Y ASPECTO AMBIENTAL	PROBABILIDAD	EXTENSION	RECUPERABILIDAD	EFECTO	MAGNITUD	IMPACTO	PRIORIZACION	SIGNIFICANCIA
FISICO	AIRE	Riesgo de contaminación al aire por incendio en el área de cocina	1	1	3	5	2,2	1	-2,2	No significativo
		Riesgo de incendios por instalaciones eléctricas	3	3	3	5	3,4	3	-10,2	Medianamente significativo
		<b>Riesgo de contaminación al aire por posibles incendios en el almacenamiento de combustibles</b>	1	5	5	5	3,4	5	-17	<b>Significativo</b>
	AGUA	Riesgo de derrames de insumos médicos líquidos	5	1	1	5	3,4	3	-10,2	Medianamente significativo
		Riesgo de contaminación al agua por derrames de insumos líquidos de limpieza e higienización	5	1	1	5	3,4	3	-10,2	Medianamente significativo
		Riesgo de contaminación al agua por derrames en el almacenamiento de insumos líquidos	1	1	3	5	2,2	3	-6,6	Poco Significativo
		Riesgo de contaminación al agua por posibles derrames de combustible en el generador de energía eléctrica	5	1	3	5	3,8	5	-19	Significativo
		<b>Riesgo de contaminación al agua por posibles derrames en el tanque general de almacenamiento de combustible</b>	3	5	5	5	4,2	5	-21	<b>Significativo</b>
		Riesgo de contaminación al agua por posibles derrames de aceite y/o combustibles de los vehículos	3	1	3	5	3	3	-9	Poco significativo
		SUELO	Riesgo de contaminación al suelo por derrames de insumos líquidos	1	1	5	5	2,6	3	-7,8
Riesgo de contaminación al suelo por derrames de diésel en el área del generador	1		1	5	5	2,6	3	-7,8	Poco significativo	

181

**Fuente:** Morillo (2020).

En la Figura 5 para la evaluación de impactos ambientales potenciales podemos ver que en el Recurso Suelo del Componente físico hay un resultado Altamente Significativo para el Riesgo de contaminación al suelo por posibles derrames en el almacenamiento del combustible. Para el recurso Ser Humano del Componente Social, podemos ver que se ha identificado el Riesgo de afectación a la salud e integridad de los miembros de la comunidad por explosiones o accidentes ocasionados en la operación de calderos, con un resultado de Significativo. Además, se presenta un Riesgo Medianamente Significativo en la afectación a

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

la infraestructura de propiedad de terceros a consecuencia de accidentes en los calderos y por riesgos de afectación a la salud e integridad de la comunidad por accidentes ocasionados por el tanque de combustible diésel y/o por afectación a la infraestructura o propiedad de terceros por explosiones o accidentes en el almacenamiento de combustibles. Finalmente, hay un riesgo Poco Significativo para molestias a la comunidad por emisiones anómalas ocasionadas por anomalías en la operación de los calderos.

**Figura 5**

*Matriz de Evaluación de Riesgos Socio Ambientales, Recurso Suelo y Humano*



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXPOST  
 HOSPITAL VOZANDES QUITO HVQ S.A.

COMPONENTE	RECURSO	IMPACTO Y ASPECTO AMBIENTAL	PROBABILIDAD	EXTENSION	RECUPERABILIDAD	EFEECTO	MAGNITUD	IMPACTO	PRIORIZACION	SIGNIFICANCIA
FISICO	SUELO	Riesgo de contaminación al suelo por posibles derrames en el almacenamiento general del combustible	3	5	5	5	4,2	5	-21	Altamente Significativo
		Riesgo de contaminación al suelo por derrames de combustibles y aceites en los vehículos del hospital	1	1	3	5	2,2	5	-11	Medianamente Significativo
SOCIAL	SER HUMANO	Riesgo de afectación a la salud o integridad de miembros de la comunidad por explosiones o accidentes ocasionados en la operación de los calderos.	1	5	5	5	3,4	5	-17	Significativo
		Riesgo de afectación a la infraestructura de propiedad de terceros a consecuencia de accidentes en los calderos.	1	3	5	5	3	5	-15	Medianamente significativo
		Riesgo de molestias a la comunidad por emisiones anómalas ocasionadas por anomalías en la operación de los calderos.	3	3	1	5	3	3	-9	Poco significativo
SOCIAL	SER HUMANO	Riesgo de afectación a la salud e integridad de miembros de la comunidad por accidentes ocasionados en el tanque de combustible diésel	1	5	3	5	3	5	-15	Medianamente Significativo
		Riesgo de afectación a la salud e integridad de miembros de la comunidad por accidentes ocasionados por el GLP	1	3	3	5	2,6	5	-13	Medianamente Significativo
		Riesgo de afectación a la infraestructura o propiedad de terceros por explosiones o accidentes en el almacenamiento de combustibles	1	3	5	5	3	5	-15	Medianamente Significativo

**Fuente:** Morillo (2020).

Luego del análisis de la evaluación de los impactos ambientales potenciales de las operaciones de las calderas y el almacenamiento del combustible para las mismas, podemos

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

indicar se han considerado todos los componentes y recursos posiblemente afectados y han sido identificados los impactos ambientales y aspectos de los mismos.

### ***2.1.9. Análisis Del Plan De Manejo Ambiental de la Operación De Calderas***

El hospital cuenta con su Licencia Ambiental, ver Anexo 1, y su respectivo Plan de Manejo Ambiental vigente, para el presente estudio se ha considerado el análisis del Plan de Manejo Ambiental tomado principalmente las actividades de operación de las calderas y el combustible para operación de las mismas, que se utiliza para el proceso de generación de vapor de agua para la operación de autoclaves de esterilización de instrumental médico y secadoras industriales del hospital. A continuación, en la Tabla 5 detallamos el análisis de cada Subplan y programa del Plan de Manejo Ambiental.

**Tabla 5**

*Análisis del PMA del Hospital*

<b>Sub Planes</b>	<b>Programas</b>	<b>Análisis</b>
Plan de Prevención y Mitigación de Impactos	Programa de Mantenimiento Preventivo y correctivo de calderos, combustible u otros	Si incluye dentro de los aspectos ambientales las Emisiones gaseosas de los calderos
		Si identifican los impactos ambientales y si incluyen medidas para los recursos de aire y suelo.
		Si cuenta con medidas propuestas para cada aspecto e impacto identificados y con indicadores de cumplimiento para mantenimientos, revisiones y registros.
		El indicador numérico debe ser exigente en algunos casos, si cuenta con medio de verificación descrito y periodicidad.

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Plan de Contingencias	Programa de contingencias y/o emergencias de almacenamiento de diésel, calderos, instalaciones eléctricas u otros.	Si incluye dentro de los aspectos ambientales el almacenamiento de diésel y situaciones de emergencia y riegos ambientales.
	Si identifican los impactos ambientales y si incluyen medidas para los recursos de aire, agua y suelo y riesgos a la salud e integridad de los trabajadores. Falta incluir los riesgos de afectación a la comunidad en caso de emergencias en el hospital.	
	Si cuenta con medidas propuestas para cada aspecto e impacto identificados y con indicadores de cumplimiento para emergencias atendidas, acciones ejecutadas y planes emergentes.	
Plan de Manejo de Desechos	Programa de recolección, almacenamiento y eliminación de desechos no peligrosos y peligrosos	El indicador numérico debe ser exigente en algunos casos, si cuenta con medio de verificación descrito y periodicidad de acuerdo al caso.
	Si incluye dentro de los aspectos ambientales la generación de envases vacíos de químicos usados en la operación de los calderos y otros.	
	Si identifican los impactos ambientales y si incluyen medidas para los recursos de aire, agua y suelo.	
Si cuenta con medidas propuestas para cada aspecto e impacto identificados. Devolución de envases vacíos de químicos refrigerantes para calderos a los proveedores correspondientes y reutilización de envases plásticos usados para la purificación del diésel.		
Si cuenta con indicadores de cumplimiento para acciones ejecutadas versus planificadas.		

Plan de Monitoreo	Programa de monitoreo y seguimiento	<p>El indicador numérico debe ser exigente, si cuenta con medio de verificación descrito y periodicidad.</p> <p>Si incluye dentro de los aspectos ambientales las Emisiones gaseosas de los calderos, pero de manera general mencionan la contaminación por ruido de todos los equipos, hace falta especificar el ruido por operación de los calderos.</p> <p>Si identifican los impactos ambientales y si incluyen medidas de monitoreo para prevenir contaminación del aire por operación de los calderos.</p> <p>Si cuenta con medidas propuestas para cada aspecto e impacto identificados y con indicadores de cumplimiento, si detalla qué hacer en caso de estar fuera de los límites máximos permisibles.</p> <p>Si tiene indicador, monitoreos realizados, versus monitoreos planificados. El indicador numérico debe ser exigente en algunos casos, si cuenta con medio de verificación descrito y periodicidad.</p>
Plan de Relaciones Comunitarias	Programa de Relaciones Comunitarias	<p>Si cuenta con el aspecto e impacto identificado y las medidas propuestas para la comunidad, se tiene indicadores de cumplimiento, pero el indicador numérico en algunos casos debe ser más exigente, además de que algunos casos hace falta especificar la periodicidad en que se van a ejecutar esas actividades.</p>
Plan de Comunicación, Capacitación Ambiental	Programa de Concienciación Ambiental	<p>Si está acorde a las medidas del Plan de Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales del Hospital.</p> <p>Si se detallan la inducción a personal nuevo, a personal del Hospital y a la comunidad. Así como la sociabilización del Plan de Manejo Ambiental.</p>

Plan de Seguimiento	Programa de Seguimiento	Si cuenta con indicadores de cumplimiento para capacitaciones ejecutadas versus planificadas.  El indicador numérico debe ser exigente, si cuenta con medio de verificación descrito y periodicidad.  Se han identificado los aspectos e impactos ambientales de manera general en este sub plan, falta especificar lo relacionado a la operación de calderos, pese a que dentro de las medidas propuestas si indican que "Notificar a la Secretaría de Ambiente cuando se programe ejecutar cambios en las fuentes fijas de combustión o cambios de puntos de monitoreo"
Plan de Rehabilitación	Plan de rehabilitación de áreas afectadas	Dentro de las medidas propuestas, hace énfasis en el cumplimiento de los periodos para presentación de informes según lo que requiera la legislación vigente.  Si identifica el aspecto e impacto ambiental, así como, en las medidas propuestas detalla realizar "verificaciones periódicas para determinar la existencia de áreas afectadas en las instalaciones, En caso de encontrar áreas afectadas, se hará un análisis de las causas y se establecerá un plan de prevención y corrección de los aspectos afectados " Y tiene indicadores según aplique.
Plan de Cierre y Abandono	Programa de cierre y abandono	Está completo.
Plan de Salud Seguridad Ocupacional	Programa de salud y seguridad	Este plan ya no forma parte del PMA acorde al Art. 435 del Reglamento al Código Orgánico del Ambiente. De manera que si está actualizado el PMA del Hospital periodo: 2022 al 2024.

**Fuente:** Autores (2024).

### 2.1.10. Análisis De Proveedores y Comercializadores En El Mercado Ecuatoriano

La Tabla 6 presenta un análisis de proveedores y comercializadores en el mercado ecuatoriano, de GLP, ya que este es el combustible definido para la transición.

**Tabla 6.**

*Análisis de proveedores y comercializadores en el mercado ecuatoriano*

No.	Aspecto	ENI Ecuador SA (VEPAGAS)	DURAGAS
1	Tipo de Servicio	Abastecimiento de GLP	Abastecimiento de GLP
2	Almacenamiento	2 tanques aéreos estacionarios de 4 m <sup>3</sup> (2000 kg de GLP) cada uno.	2 tanques de almacenamiento de 4 m <sup>3</sup> (2000 kg) cada uno
3	Precio del GLP Sin Subsidio	\$ 0.915576 /kg (con 15% IVA, noviembre-diciembre 2024)	\$ 0.915576 /kg (con 15% IVA, noviembre-diciembre 2024)
4	Servicio de Abastecimiento	\$ 0,14 USD/Kg de GLP + IVA.	\$ 0,12 USD/Kg de GLP + IVA.
5	Costo Final de adquisición de combustible	\$ 1.0765 USD/Kg de GLP	\$ 1.0535 USD/Kg de GLP

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

No.	Aspecto	ENI Ecuador SA (VEPAGAS)	DURAGAS
6	Consumo máximo Estimado	Escenario de consumo máximo = 9000 kg/mes	Escenario de consumo máximo = 9000 kg/mes
7	Costo por consumo máximo estimado	\$ 9,689.184 / mes	\$ 9,482.184 / mes
8	Costo promedio de Diesel periodo enero-nov 2024	\$ 11.513,19 (prom. Adquisición de DIESEL 2 INDUSTRIAL)	
9	Ahorro Estimado Mensual / anual	Ahorro Mensual = \$1.824,01 / mes.  Ahorro Anual = \$18.240,06 / año.	Ahorro Mensual = \$2.031,01 / mes.  Ahorro Anual = \$ 20.310,06 / año.
10	Reducción de Gases de Efecto Invernadero	Aproximadamente una reducción anual 5.13 % de GEI en las fuentes fijas de combustión, lo que equivale a 20.78 Ton CO2 eq	Aproximadamente una reducción anual 5.13 % de GEI en las fuentes fijas de combustión, lo que equivale a 20.78 Ton CO2 eq
11	Inversión del Proveedor	Inversión = \$23,132.15 (no incluye la compra de quemadores, ni obra civil)	Inversión = \$42,176.64 (no incluye obra civil)

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

No.	Aspecto	ENI Ecuador SA (VEPAGAS)	DURAGAS
12	Inversión del Cliente Hospital	Obra civil = \$ 5,659.39 (cerramiento, bases, sistema de enfriamiento, Refuerzo de losa, pasamuros)  Compra de 2 quemadores = \$ 14,000.00	Obra civil = \$ 5,659.39 (cerramiento, bases, sistema de enfriamiento, Refuerzo de losa, pasamuros)
13	Tiempo de entrega	Por definir	3 meses, desde la firma de contrato.
14	Duración del contrato en comodato	5 años	5 años
15	Condiciones de Pago	15 días a partir de la entrega de la factura	30 días de crédito (sujeto a evaluación)
16	Validez de la Oferta	15 días	30 días
17	Servicios adicionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pago de registro a la ARCH</li> <li>- Comodato de instalación centralizada</li> <li>- Obtención de permisos de bomberos</li> <li>- Inspección y validación de instalaciones</li> <li>- Apoyo técnico en recertificación de tanques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenimiento de equipos en comodato</li> <li>- Asesoría técnica</li> <li>- Gestión de permisos (bomberos y ARCH)</li> <li>- Protección y monitoreo de instalaciones</li> </ul>

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

No.	Aspecto	ENI Ecuador SA (VEPAGAS)	DURAGAS
		- Asistencia técnica 24 /7	- Atención personalizada 24/7
		- Capacitación en manejo de GLP	- Cumplimiento de normativa vigente
			- Transporte y despacho oportuno
			- Pago de registro a la ARCH

Fuente: Autores (2024).

### 2.1.11. *Análisis e Identificación De Riesgos Asociados*

Para el análisis e identificación de riesgos asociados se utilizó el análisis FODA, que es fundamental para el proyecto de sustitución de combustibles en el Hospital Vozandes Quito. Proporciona una visión integral del contexto interno y externo, identificando fortalezas para aprovechar, debilidades para mejorar, oportunidades para explotar y amenazas para mitigar. Esta herramienta estratégica facilita la toma de decisiones informadas, permite una planificación más efectiva y aumenta las probabilidades de éxito del proyecto al abordar proactivamente los desafíos potenciales. Dentro de los puntos identificados como relevante se encuentran identificados en la Tabla 7.

**Tabla 7.**

*Análisis de FODA del proceso de sustitución de combustibles.*

<b>Fortalezas:</b>	<b>Debilidades:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compromiso de la Gerencia General con el proyecto</li> <li>• Existencia de un Servicio de Gestión Ambiental dedicado</li> <li>• Monitoreo semestral actual de gases de combustión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antigüedad de los equipos industriales (calderas)</li> <li>• Dependencia actual de combustibles fósiles</li> <li>• Posible falta de experiencia en nuevas tecnologías de combustibles</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alineación con Objetivos de Desarrollo Sostenible</li> <li>• Estructura organizacional definida para el proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgo de planificación incorrecta debido a la complejidad del proyecto</li> <li>• Potencial escasez de recursos financieros y humanos</li> <li>• Posibles problemas de comunicación entre departamentos</li> </ul>
<b>Oportunidades:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad de tecnologías más eficientes en el mercado</li> <li>• Potencial reducción significativa de la huella de carbono</li> <li>• Posibilidad de obtener certificaciones ambientales</li> <li>• Mejora de la imagen institucional como líder en sostenibilidad</li> <li>• Posible expansión del proyecto a otros hospitales</li> <li>• Incentivos gubernamentales para proyectos de eficiencia energética</li> </ul>	<b>Amenazas:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios en el entorno del mercado de combustibles alternativos</li> <li>• Cambios en regulaciones ambientales o energéticas</li> <li>• Riesgo de sobrecostos y retrasos en el cronograma</li> <li>• Posible falta de proveedores calificados para nuevas tecnologías</li> <li>• Resistencia al cambio por parte del personal</li> <li>• Competencia por recursos con otros proyectos hospitalarios</li> <li>• Riesgos de seguridad asociados con nuevos combustibles</li> </ul>

**Fuente:** Autores (2024).

La identificación de los riesgos más relevantes para la operación de calderas, es crucial para el éxito del proyecto. Permite anticipar obstáculos potenciales, optimizar recursos y desarrollar estrategias preventivas. Al enfocarse en los riesgos críticos, la organización puede priorizar esfuerzos, minimizar sorpresas costosas y aumentar las probabilidades de cumplir con los objetivos del proyecto. Los riesgos de mayor importancia identificados se muestran en la Tabla 8, donde se han detallado de forma complementaria al análisis FODA anteriormente desarrollado.

**Tabla 8.**

*Análisis de riesgos asociados a la implementación del proyecto.*

Riesgo	Responsable	Estrategia	Plan de Respuesta
Cambios en el entorno del mercado de combustibles alternativos	Especialista de Gestión Ambiental	Mitigación	Establecer contratos a largo plazo con proveedores y diversificar fuentes de suministro
Cambios regulaciones ambientales energéticas	Asesor Legal / Especialista de Gestión Ambiental	Mitigación	Monitoreo continuo de cambios regulatorios y participación en foros del sector
Retrasos en el cronograma	Jefe de Mantenimiento	Mitigación	Implementar tiempos muertos de bajo impacto en las actividades del proyecto, de tal forma que no afecte en el cronograma general
Falta de proveedores calificados para nuevas tecnologías	Jefe de Mantenimiento	Mitigación	Realizar una precalificación de proveedores
Resistencia al cambio por parte del personal	Recursos Humanos / Jefe de Mantenimiento	Mitigación	Implementar un plan de gestión del cambio y capacitación intensiva
Competencia por recursos con otros proyectos hospitalarios	Gerencia General	Mitigación	Priorización estratégica de proyectos y asignación clara de recursos

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Riesgos de seguridad asociados con nuevos combustibles	de Jefe de Mantenimiento	de USSA/ de riesgos	Minimización de riesgos	Desarrollar protocolos de seguridad específicos y realizar simulacros
--	--------------------------	---------------------	-------------------------	---

**Fuente:** Autores (2024).

Esta identificación de los riesgos asociados a la operación de calderas, es fundamental para mapearlos y categorizarlos en cada una de sus áreas técnicas correspondientes (por ejemplo, compatibilidad de nuevos combustibles con equipos existentes), financieras (como fluctuaciones en precios de combustibles), operativas (posibles interrupciones en servicios hospitalarios) y regulatorios (cambios). en normativas ambientales).

**Análisis de Riesgos:** Una vez identificados los riesgos, es crucial analizarlos para determinar su probabilidad de ocurrencia e impacto potencial en el proyecto. A través de una matriz de probabilidad e impacto, se asignará valores numéricos a cada riesgo para determinar su nivel de importancia y dirección de esfuerzos, misma que se describe en la Tabla 9., donde se ha elaborado una matriz de Probabilidad e Impacto de los riesgos identificados.

**Tabla 9.**

*Matriz de Probabilidad e Impacto de los riesgos identificados.*

Riesgo identificado	Probabilidad (1-5)	Impacto (1-5)	Valor total
Cambios en el entorno del mercado de combustibles alternativos	4	4	16
Cambios en regulaciones ambientales o energéticas	3	5	15
Retrasos en el cronograma	4	3	12
Falta de proveedores calificados para nuevas tecnologías	3	4	12

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Resistencia al cambio por parte del personal	4	3	12
Competencia por recursos con otros proyectos hospitalarios	3	3	9
Riesgos de seguridad asociados con nuevos combustibles	2	5	10

**Fuente:** Autores (2024).

Los riesgos más críticos son cambios en el mercado y regulaciones, con valores totales de 16 y 15 respectivamente. Retrasos, falta de proveedores y resistencia al cambio son moderados. La seguridad, aunque menos probable, tiene un alto impacto potencial.

**Planificación de Respuestas a Riesgos:** Con los riesgos identificados y analizados, el siguiente paso es desarrollar estrategias de respuesta. Para cada riesgo prioritario, se debe elegir una estrategia: mitigar (reducir la probabilidad o impacto), evitar (eliminar la causa), transferir (trasladar el impacto a un tercero) o aceptar (para riesgos de bajo impacto).

### ***2.1.12. Selección Del Método Y Estimación De Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Provenientes De Las Fuentes Fijas De Combustión***

De acuerdo a los criterios establecidos en la norma ISO 14064-1: 2018, la organización ha definido a su usuario previsto para la cuantificación de la huella de carbono derivada del proceso analizado al Especialista de Gestión Ambiental y Riesgos. Adicionalmente, ha realizado la cuantificación de las toneladas de Gases de Efecto Invernadero (GEI) derivadas del proceso de operación a dentro del Alcance 1, a la operación de las calderas industriales como parte de las emisiones directas provenientes de la combustión estacionaria.

El periodo que se ha tomado como referencia para la cuantificación GEI generadas por la operación de estas fuentes fijas de combustión es del 01 enero 2023 – 31 diciembre

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

2023 con el fin de generar un amplio escenario comparativo de viabilidad del proyecto de sustitución de los combustibles utilizados para la operación de las calderas industriales.

La metodología utilizada para la cuantificación de GEI, se hizo a través de una hoja de cálculo automatizada con formular y factores de emisión establecidos en la a IPCC AR6, 2023, finalmente se ingresaron los datos de la actividad y la fuente de emisión, de lo que se obtendrá las toneladas de CO<sub>2</sub>e emitidas.

La cuantificación de emisiones de combustión estacionaria responde al cálculo a través de la siguiente ecuación específica para cada categoría:

$$\text{Emisiones de GEI} = \text{DA}x * \text{FEx} * \text{PCG}x$$

Donde:

DA (Dato de actividad)

FE (Factor de emisión)

PCG (Potencial de Calentamiento Global)

Fuente: (Ingurumen Hobekuntza [ihobe], 2012)

Dichas emisiones de GEI se dividen en emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y NO<sub>2</sub>, y deben calcularse por separado. Los factores de emisión (FEx) fueron tomados de la versión 2019 de las Directrices del IPCC para Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (IPCC, 2019c). Y los potenciales de calentamiento global (PCG<sub>x</sub>) fueron tomados del AR6 del IPCC, utilizado en el estudio de (Rentería y Sánchez. 2023)

Los Potenciales de calentamiento global (PCG): son una medida universal que muestra el PCG de cada uno de los seis gases de efecto invernadero, expresados en términos de una unidad de dióxido de carbono y nos permiten evaluar la liberación de diferentes tipos

de GEI contra un denominador común (Forster et al. 2023). Los PCG utilizados se presentan en la Tabla 10.

**Tabla 10.**

*Potenciales de Calentamiento Global Utilizados por cada Gas de Efecto Invernadero.*

Tipo de combustible	Potencial de Calentamiento Global PCG CO <sub>2</sub>	Potencial de Calentamiento Global PCG CH <sub>4</sub> Fósil	Potencial de Calentamiento Global PCG N <sub>2</sub> O
Diesel Industrial Tipo II	1	29,8	273
GLP	1	30	265

**Fuente:** Forster et al. (2023).

El tipo de combustible utilizado por los calderos es Diésel Industrial Tipo II. La empresa proporcionó las facturas de compra de combustible utilizados por las maquinarias del hospital (ANEXO 3), obteniendo un resultado expresado en galones, en la cual se realiza la suma total y se procede a convertir a metros cúbicos, utilizando el factor de conversión 1 galón = 0,00378541 m<sup>3</sup>. Posteriormente, estos metros cúbicos se multiplican por la densidad del combustible diésel (865 kg/m<sup>3</sup>), obteniendo como resultado un total de 117877,723 kg de combustible Diesel consumido para estos equipos estacionarios.

Se estimó la huella de carbono generada por la operación de las calderas industriales para el periodo enero – diciembre 2023, como una base referencial de la tasa de consumo mensual de Diesel Industrial Tipo II; para esto, la organización proporcionó el histórico de facturación por la adquisición de este combustible el cual se detalla en la Tabla 11, y las hojas de seguridad de los combustibles Diesel y GLP, ANEXO 5 y ANEXO 6, respectivamente, con la finalidad de usar los datos técnicos correspondiente a su forma química.

**Tabla 11.**

*Consumo de combustible Diesel Tipo II para Calderas Industriales – 2023.*

Nº Factura	Fecha	Tipo de combustible	Cantida d gal	Total, anual	Cantida d m3	Densida d kg/m3	Cantidad en kg
2702	6-ene-2023	<b>Diesel Industrial Tipo II</b>	4000	<b>36000</b>	136,275	865	117877,72
2779	27-feb-2023		4000				
2854	15-abr-2023		4000				
2922	23-may2023		4000				
3020	6-jul-2023		4000				
3103	18-ago2023		4000				
3200	3-oct-2023		4000				
3410	14-nov2023		4000				

**Fuente:** Autores (2024).

De la misma forma, se hizo una recopilación de la cantidad de Gas Licuado de Petróleo (GLP) utilizado por la institución gracias a la información proporcionada gracias a las facturas (ANEXO 4) derivadas de la adquisición de este combustible. Se realizó una cuantificación del número total de recargas realizadas en el mismo año de operación de enero a diciembre del 2023. Para obtener los kg de GLP utilizados en todo el año de operación se realizó el ejercicio mostrado en la Tabla 12.

**Tabla 12.***Consumo de combustible GLP– 2023.*

N° Factura	Fecha	Tipo de combustible	Cantidad En kg	Total, anual En kg
12129741	11/2/2023	GLP	301	5022
1970	23/3/2023		299	
12131175	9/3/2023		330	
12130337	23/2/2023		279	
12149174	30/12/2023		279	
12132902	8/4/2023		311	
12141841	5/9/2023		353	
12142645	15/9/2023		317	
12143259	27/9/2023		244	
12144264	11/10/2023		353	
12145081	27/10/2023		292	
12145959	10/11/2023		337	
12146776	23/11/2023		292	
12147207	30/11/2023		337	
12147602	6/12/2023		340	
12148501	20/12/2023		358	

**Fuente:** Autores (2024).

### 2.1.12.1. *Cuantificación De Emisiones De Gases De efecto invernadero Provenientes De Las Fuentes Fijas De Combustión Periodo Enero - Diciembre 2023*

En el ANEXO 2, se presenta la hoja de cálculo de las toneladas de dióxido de carbono equivalente, derivadas del consumo de combustible Diesel Industrial Tipo II para el

**Nota sobre derechos de autor:** Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

funcionamiento de calderas y el Consumo de GLP, en actividades de cocina y laboratorio Clínico y de Microbiología de la institución. En la Tabla 13, se hace un resumen de los resultados obtenidos tras el cálculo realizado para el periodo enero- diciembre 2023.

**Tabla 13.**

*Cuantificación de emisiones del Hospital Vozandes Quito periodo enero – diciembre 2023.*

Fuente	Tipo de Gas de Efecto Invernadero			Resultados en Ton CO2 eq
	CO2	CH4	N2O	
Consumo de combustible para el funcionamiento de calderas y generador de energía	375091,24	588,30	5.389,47	381,579
Consumo de GLP, en actividades cocina, laboratorio Clínico y Microbiología	14988,81	35,63	6	15,031
<b>Total de Emisiones de GEI periodo enero – diciembre:</b>				<b>396.61</b>

Fuente: Autores (2024).

#### **2.1.12.2. Cuantificación De Emisiones De Gases De Efecto Invernadero Provenientes De Las Fuentes Fijas De Combustión Periodo Enero- Diciembre 2023.**

Como se planteó inicialmente en el presente proyecto, buscar una alternativa más eficiente en los combustibles utilizados, se definió en el punto 2.1.7, que la mejor alternativa para sustituir el Diesel Industrial Tipo II, es el GLP Industrial, tomando en cuenta aspectos como: costo de adquisición del combustible, costos de comercialización, capacidad de abastecimiento, poder calorífico del combustible, costos de operación con el combustible sustituto, costos de mantenimiento del combustibles , etc.

Para establecer los beneficios ambientales en términos de reducción del indicador, huella de carbono, por la sustitución del tipo de combustible utilizado, se realizó la cuantificación de la HC (ANEXO 2) sustituyendo el Diesel Industrial Tipo II utilizado por GLP. En la Tabla 13, se hace un resumen de los resultados obtenidos tras el cálculo realizado para el periodo de enero a diciembre 2023.

Para determinar la cantidad de GLP en kg requerido, para sustituir la demanda energética de la institución del Diesel Industrial Tipo II, se estableció a partir de la capacidad de combustión de los quemadores de la caldera industrial principal, la cual es 501253.35 BTU/h. Esto nos permitió realizar el cálculo teórico de la cantidad de GLP requerido gracias al poder calorífico establecido en su ficha técnica de 47 223 BTU/kg, adicionalmente se ha establecido un promedio de operación de las calderas industriales de acuerdo con un promedio de los datos históricos registrados en el horómetro de la caldera principal, dando 576 h/mes, esto nos permitió determinar una demanda energética de 6114.01 kg de GLP/mes, sin embargo, actualmente existe un consumo de GLP en la institución de 360 kg de GLP/mes en su instalación de gas centralizado. Tomando en cuenta que se busca centralizar el abastecimiento y consumo de combustibles, se añade este volumen de consumo al dimensionamiento del proyecto, determinando finalmente una demanda energética de 6500.01 kg de GLP/mes. Finalmente, por recomendación de los fabricantes, este valor obtenido representa aproximadamente una operación real a una capacidad del 70 % del total de la capacidad de almacenamiento de los tanques de GLP, no obstante, el dimensionamiento del proyecto, se debe realizar considerando la máxima capacidad de almacenamiento de 2 tanques de 2000 kg de 4m<sup>3</sup> cada uno, siendo la cantidad considerada para el dimensionamiento de 9000 kg de GLP/mes.

Por las razones anteriormente mencionadas, se realiza una proyección de consumo de GLP / año de 6500 kg de GLP/mes por 12 meses de operación, siendo el total requerido

de 78 000 kg de GLP. En la Tabla 14, se presenta la cuantificación de GEI, con la sustitución de Diesel Industrial Tipo II por GLP, y en el ANEXO1, se presenta la hoja de cálculo para la determinación de las toneladas de CO<sub>2</sub> eq, derivadas del uso de GLP en un año de operación teórico para la organización.

**Tabla 14.**

*Cuantificación de emisiones del Hospital Vozandes Quito periodo enero – diciembre 2023.*

Fuente	Tipo de Gas de Efecto			Resultados en Ton CO <sub>2</sub> eq
	Invernadero			
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	
Consumo de combustible Consumo de GLP para el funcionamiento de calderas, actividades cocina, laboratorio Clínico y Microbiología	232801.14	553.41	98	233.45

**Fuente:** Autores (2024).

Estos resultados presentados, evidencian que la organización podría alcanzar una reducción de 163.16 Ton CO<sub>2</sub> eq, realizando una sustitución del combustible utilizado para la operación de sus calderas industriales como fuentes fijas de combustión. Actualmente, las emisiones de GEI de la organización en la operación de calderas y otras actividades que emplean GLP, emiten un total de 396,61 toneladas de CO<sub>2</sub> eq al año. Este cambio en la operación de la institución, no solo reduciría significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a las fuentes fijas de combustión del hospital, sino contribuiría a mitigar el impacto ambiental del hospital y a cumplir con las estrategias de sostenibilidad establecidas en la Política de Sostenibilidad de la institución.

## Capítulo 3. Análisis de Resultados

### 3.1. Análisis Comercial

En este estudio para el análisis comercial se han analizado las proformas de dos proveedores de GLP, los cuales son ENI Ecuador y DURAGAS, ver Tabla 15. Se han considerado las variables de más peso dentro de las ofertas, tales como, los costos mensuales y/o anuales, los ahorros estimados, las reducciones de gases de efecto invernadero (GEI) y las inversiones iniciales necesarias para su transición y cambio de combustible a GLP Industrial en las calderas.

Para evaluar la viabilidad comercial comencemos con los costos mensuales, los cuales con el proveedor DURAGAS es de \$207 mes menos, que, con ENI Ecuador, lo cual genera un importante ahorro mensual estimado, la reducción de gases de efecto invernadero es la misma, 5.13%, esto es debido a que es un mismo combustible. Con esta información se puede indicar que DURAGAS tiene una oferta más atractiva en términos de costos recurrentes mensuales.

Falta una variable de peso en el análisis, la inversión inicial, de acuerdo con la Tabla 15, la empresa ENI Ecuador requiere de una inversión de \$37132,15, considerando el valor inicial de \$23132,15 y los \$14000 para la compra de los dos quemadores necesario para la operación. Mientras que DURAGAS, requiere una inversión de \$42174,64, esto hace que sea más costosa en un 13.59%.

Se considera analizar también, el Costo Total, para lo cual se va a sumar los costos acumulados durante 5 años, ver Tabla 15. Como podemos evidenciar, hay un ahorro de \$7275,51, aunque la diferencia es pequeña, no deja de ser importante para evaluar la viabilidad comercial de las ofertas.

**Tabla 15.**
*Análisis de Costos Totales de Proveedores de GLP*

Proveedor de GLP	Costo de obra civil	Costo Operativo (5 años)	Inversión Inicial	Costo Total (\$)	Diferencia
ENI Ecuador	\$5,659.39	\$ 581,351.04	\$ 37,132.15	\$ 624,142.58	\$7,375.51
DURAGAS	\$5,659.39	\$ 568,931.04	\$ 42,176.64	\$ 616,767.07	

Fuente: Autores (2024).

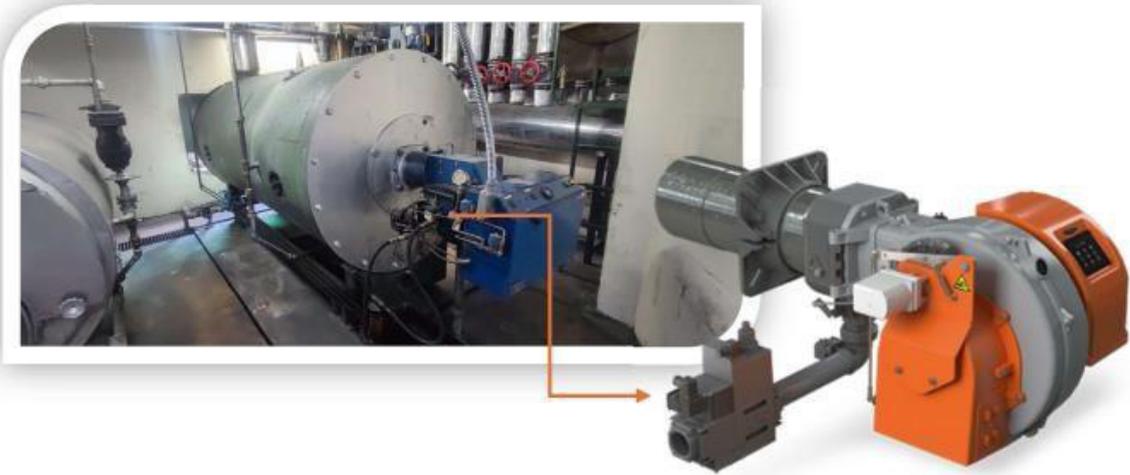
Se puede concluir, que DURAGAS es la opción más viable económicamente debido a su menor costo mensual y ahorro a largo plazo, pese a que su inversión inicial es mayor. ENI Ecuador puede ser una alternativa si se cuenta con el presupuesto inicial limitado, esto es debido a que su inversión inicial es 13.59% más económica que DURAGAS.

### 3.2. Análisis Técnico

El hospital cuenta con condiciones de infraestructura y equipo industrial favorables para la implementación del sistema de Gas Licuado de Petróleo en sustitución del Diésel Industrial. La propuesta contempla la instalación de dos tanques de almacenamiento de 4m<sup>3</sup> con capacidad de 2000 kg cada uno, equipados con quemadores Baltur TBG 120P y BTG 28P, específicamente diseñados para las calderas Columbia de 70 BHP y Lookout SM de 20 BHP respectivamente como se puede observar en la Figura 6. El proyecto incluye la instalación de una red de GLP, líneas de vapor y un sistema de regulación de primera y segunda etapa, cumpliendo con las normativas INEN 2260 y los estándares internacionales de ABASTIBLE, garantizando así la seguridad y eficiencia operativa del sistema.

**Figura 6:**

*Ejemplo de Quemador para GLP, como sustituto del quemador para Diesel Industrial.*

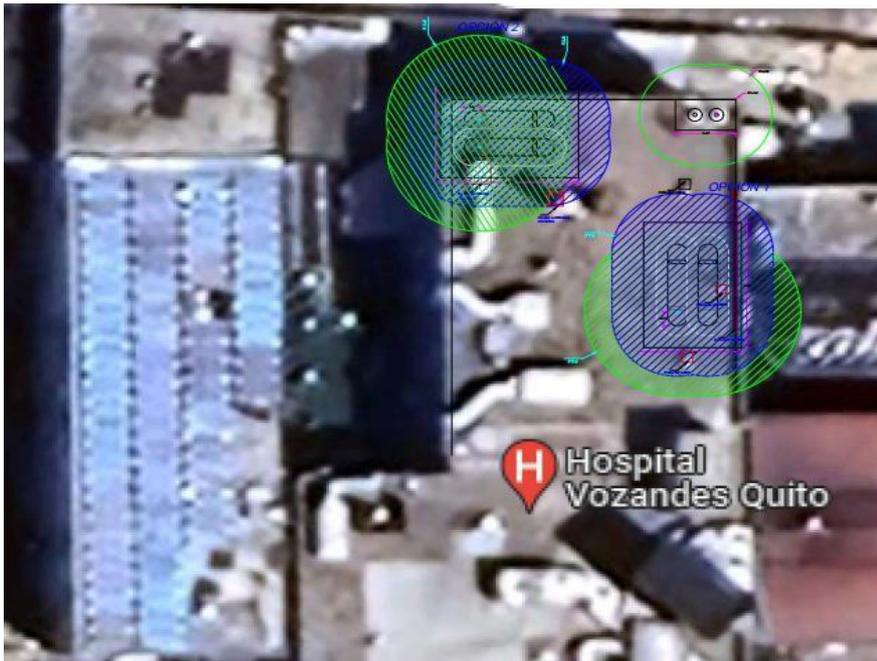


**Fuente:** Autores (2024).

La implementación del sistema GLP, también requiere modificaciones estructurales específicas en las instalaciones del hospital. La zona de almacenamiento propuesta exige una certificación de resistencia de losa que soporte 4,6 toneladas por tanque, con una resistencia al fuego de 240 minutos. Se ha realizado una propuesta de dos alternativas para la ubicación como se muestra en la Figura 7, cada una requiriendo adaptaciones particulares como el retiro de extractores eólicos, adecuación de canaletas eléctricas antiexplosivas y la instalación de un sistema de enfriamiento con acometida de agua.

**Figura 7:**

*Ubicación área de almacenamiento de tanques de GLP.*



**Fuente:** Autores (2024).

### 3.3. Análisis Económico

El panorama económico para la organización es favorable, gracias a la sustitución del tipo de combustible utilizado para la operación de las calderas industriales. Al establecer un modelo comercial entre el hospital y el proveedor del servicio en modalidad de comodato como se definió en el análisis del punto 2. 1.7. Este modelo de contrato, donde participa el hospital en modalidad de comodatario y el prestador del servicio en calidad de comodante, la inversión que le correspondería a la institución estaría enmarcada en cubrir los requisitos físicos de la instalación como el cerramiento, bases, sistema de enfriamiento, refuerzo de losa, pasamuros, esta inversión tiene un costo de aproximadamente \$5,700.00; mientras que el comodante, asumiría la mayor parte del riesgo económico del proyecto que sería

**Nota sobre derechos de autor:** Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

\$42,176.64, lo que incluiría equipamiento que incluye quemadores, tanques de almacenamiento y sistemas de regulación. Este modelo de negocio propuesto por el proveedor del servicio tiene un periodo de duración del contrato de 5 años, con la posibilidad de financiar sin intereses hasta 12 meses para la inversión inicial que tiene que incurrir el hospital, lo que facilitaría significativamente la implementación del proyecto.

Podemos resaltar que esta evaluación financiera, demuestra un ahorro operativo en la adquisición del combustible para la institución, tomando en cuenta los precios establecidos por PETROECUADOR para la venta de combustibles a las comercializadoras calificadas por el estado ecuatoriano. Tomando en cuenta solamente la adquisición del combustible y su comercialización los posibles ahorros que percibiría la institución se detallan en la Tabla 16.

**Tabla 16.**

*Análisis económico.*

<b>Aspecto</b>	<b>Proveedor del Servicio DURAGAS</b>
Precio del GLP Sin Subsidio	\$ 0.915576 /kg (con 15% IVA, noviembre-diciembre 2024)
Servicio de Abastecimiento	\$ 0,12 USD/Kg de GLP + IVA.
Costo Final de adquisición de combustible	\$ 1.0535 USD/Kg de GLP
Consumo máximo Estimado	Escenario de consumo máximo = 9000 kg/mes
Costo por consumo máximo Estimado	\$ 9,482.184 / mes
Costo prom de Diesel periodo enero-nov 2024	\$ 11.513,19 (prom. Adquisición de DIESEL 2 INDUSTRIAL)
Ahorro Estimado Mensual / anual	Ahorro Mensual = \$2.031,01 / mes Ahorro Anual = \$ 20.310,06 / año

**Fuente:** Autores (2024).

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

En primera instancia, se puede evidenciar que existe un ahorro considerable en la adquisición de un nuevo combustible para la operación de las calderas industriales, gracias a la forma comercial que se plantea con el proveedor del servicio, establecido en el punto 2.1.7, sin embargo, sería importante considerar que estos valores están sujetos a una variación programada por parte del estado ecuatoriano y dicha proyección podría variar en función del aumento o la disminución del costo por kg de GLP. Adicionalmente, existen valores asociados a la operación de las calderas industriales que podrían alterar los ahorros estimados como los costos por mantenimiento de calderas, la eliminación de aditivos para la combustión del Diesel Tipo II, los costos por limpieza de impurezas resultantes de la combustión incompleta del Diesel Tipo II. No obstante, estos valores no superarían los \$ 1000 al año, como un valor aproximado proporcionado por el Servicio de Mantenimiento de la Institución. Finalmente, estos resultados nos señalan que el proyecto podría alcanzar ahorros significativos para la organización, permitiéndole generar una oportunidad de desarrollo sostenible económico a largo plazo gracias al proyecto en cuestión.

### 3.4. Análisis Ambiental

En función de los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, estos revelan un resultado positivo en relación al impacto ambiental ocasionado por la sustitución de combustibles para la operación de calderas industriales en la institución. La transición del Diésel Industrial Tipo II al Gas Licuado de Petróleo (GLP), plantea un escenario favorable en términos de emisión de Gases de Efecto Invernadero para estas fuentes fijas de combustión estudiadas, alcanzando una posible reducción de 163.16 toneladas de CO<sub>2</sub> eq en un año de operación. Esta disminución equivaldría a evitar la emisión de 33 vehículos promedios en circulación en Latinoamérica en el periodo evaluado, considerando que un vehículo promedio genera aproximadamente 4.6 ton de CO<sub>2</sub> eq al año, con un recorrido anual promedio de 20 000 kilómetros (Organización Latinoamericana de Energía [OLADE], 2024).

La sustitución de combustibles, es un paso clave para el hospital para alcanzar un estándar de operación más sostenible y eficiente en el tiempo. La combustión del Diesel Industrial Tipo II, genera altos contenidos de carbono residual, mayores emisiones de CO y otros contaminantes como los NOx y Sox, contribuyendo de forma negativa a la calidad del aire circundante y contribuyendo a la maximización del cambio climático (Acosta., 2017). Por otro lado, el GLP es un combustible más limpio y eficiente, generando una menor cantidad de gases resultantes de la combustión por unidad de energía producida (Linares, 2018). En la Tabla 17 se muestra la cantidad y el porcentaje de reducción de GEI que lograría esta sustitución de combustibles.

**Tabla 17.**

*Reducción de Gases de Efecto Invernadero*

Fuente	Tipo de Gas de Efecto Invernadero			Resultados en Ton CO2 eq
	CO2	CH4	N2O	
Periodo de operación enero – diciembre 2023				
Emisiones de GEI por consumo de combustible Diesel Industrial 2 y GLP para el funcionamiento de calderas, actividades cocina, laboratorio Clínico y Microbiología	390080,05	623,93	5.395,47	396,61
Emisiones de GEI por consumo de combustible GLP para el funcionamiento de calderas, actividades cocina, laboratorio Clínico y Microbiología	232801.14	553.41	98	233.45
% de Reducción que se lograría	- 40%	- 11%	- 98%	- 41%

**Fuente:** Autores (2024).

## Capítulo 4 Conclusiones y Recomendaciones

### 4.1. Conclusiones

Desde un escenario ambiental, este estudio demostró que la sustitución de combustibles en las calderas industriales del Hospital Vozandes Quito, representa un avance significativo en la reducción de la huella de carbono institucional, evidenciando una disminución de 163.16 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. Este hallazgo valida la efectividad de la transición energética como estrategia para mitigar el impacto ambiental en instalaciones hospitalarias de alta complejidad.

Dentro de la realidad técnica de la institución, este trabajo confirmó la viabilidad operativa de la sustitución del Diésel Industrial por GLP en calderas hospitalarias, respaldada por la compatibilidad de los sistemas de combustión existentes y la factibilidad de las adaptaciones requeridas para alcanzar un proceso de combustión con menores residuos resultantes en términos de Gases de Efecto Invernadero.

Considerando los combustibles en el mercado ecuatoriano, se tomó en cuenta las variables de peso para el análisis, como el costo del combustible, el costo de la comercialización, el impacto ambiental, disponibilidad e inversión en infraestructura. Se pudo evidenciar inicialmente que el Gas Natural es el adecuado para la transición, sin embargo, robusteciendo el estudio se determinó que el combustible adecuado es el GLP industrial para la transición.

En lo referente al análisis comercial del estudio se puede concluir, que DURAGAS es la opción más viable económicamente debido a su menor costo mensual y ahorro a largo plazo, pese a que su inversión inicial es mayor. ENI Ecuador puede ser una alternativa si se

cuenta con el presupuesto inicial limitado, esto es debido a que su inversión inicial es 13.59% más económica que DURAGAS.

Para la valoración a los impactos ambientales identificados en el Estudio de Impacto Ambiental del Hospital elaborado por Morillo (2020), se han considerado las distintas fases de proyecto, basándose en criterios y atributos que son utilizados en función de las características del hospital y las condiciones ambientales del medio, con criterios numéricos utilizados según la tipología del impacto, se pudo evidenciar que se incluyeron los impactos ambientales del proceso de calderas y combustibles utilizados por la misma principalmente.

#### 4.2. Recomendaciones

La metodología utilizada para el cálculo de la Huella de Carbono en función de las directrices establecidas en la Norma ISO 14064-1, para las fuentes fijas de combustión, puede replicarse en otras instituciones de salud de alta complejidad, proporcionando una herramienta estandarizada para la medición y gestión de emisiones. Este modelo facilita la toma de decisiones fundamentada en la transición hacia combustibles más eficientes.

El diseño técnico para la conversión de calderas y la caracterización de las adaptaciones necesarias para los quemadores, establecen un modelo replicable para hospitales de similar complejidad. La documentación detallada del proceso, incluyendo especificaciones técnicas y requerimientos operativos, es un modelo base para instituciones sanitarias e instituciones de diferentes giros de negocio que cuentan con fuentes fijas de combustión y que busquen optimizar sus sistemas de generación de vapor.

Luego del análisis de la evaluación de los impactos ambientales potenciales de las

operaciones de las calderas y el almacenamiento del combustible, podemos recomendar la importancia de considerar todos los componentes y recursos posiblemente afectados y han sido identificados los impactos ambientales y aspectos de estos en el Estudio de Impacto Ambiental del Hospital.

En el estudio realizado se evidenció que el GLP Industrial es significativamente más económico en términos de costo por unidad de masa o volumen, lo que representa un ahorro importante. Además, el GLP tiene menores costos de comercialización, lo que podría reducir el costo operativo total. También, se pudo verificar que el GLP industrial tiene un poder calorífico superior al del Diésel Tipo II, lo que indica que produce más energía por unidad de masa, esto puede considerarse como un combustible con mayor eficiencia energética.

Por lo anteriormente mencionado recomendamos que dado a que el Hospital está dentro de un área urbana, así como, administrativamente se prioriza el ahorro de costos y la eficiencia energética en la operación se considere la transición del Diésel Tipo II al GLP Industrial, ya que esta es la mejor opción gracias a su menor costo de adquisición, mayor poder calorífico, y beneficios adicionales en la modalidad de Comodato.

## Referencias

Acosta A. (octubre de 2017). *Desulfuración y desnitrogenación de un diésel modelo mediante carbón activado modificado con (oxi)hidróxidos de Fe y Mn*. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnología.

<https://repositorio.ipicyt.edu.mx//handle/11627/3126>

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, EPA (julio de 2021). *Transición a combustibles alternativos*. <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/alternative-fuels>

Agencia Internacional de Energía (IEA). (2024). *Energy Technology Perspectives*. <https://www.iea.org/events/clean-technology-manufacturing-and-trade-webinar>

Arly Dario Rincon-Quintero, L. A.-V.-P. (13 de ENERO de 2022). sobre tecnologías empleadas en quemadores de biomasa tipo pellets. <https://www.redalyc.org/journal/614/61472342009/>

Astudillo A., Morales M., Moscoso D. (2018). *Inventario de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes fijas de combustión del Parque Industrial del cantón Cuenca-Ecuador*. Universidad de Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/2f5c6796-1227-4034-908c-4b936a05fbb9>

Energía, R. a. (24 de Julio de 2024). *Revistas académicas sobre transporte y energía*. Obtenido de <https://www.energy.gov/eere/vehicles/energy-use-and-fuel-consumption-freight-transport>

Forster, P., T. Storelvmo, K. Armour, W. Collins, J.-L. Dufresne, D. Frame, DJ Lunt, T. Mauritsen, MD Palmer, M. Watanabe, M. Wild y H. Zhang. (29 de junio de 2023). *The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks and Climate Sensitivity*. Cambridge University <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-7/>

González-Cortés, M., & Soto del Valle, L. D. (Marzo de 2017). Análisis de cogeneración. <https://corporate.enelx.com/es/question-and-answers/what-are-cogeneration-systems>

GONZÁLE, E. M. (Julio de 2000). INSTRUMENTACIÓN DE CALDERAS DE VAPOR" . Quito , Pichincha , Ecuador Ciudad Quito. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/1500/10466/3/T1609.pdf>.

Hospital Vozandes Quito. (30 de noviembre de 2024). *Memoria Interna de Gestión Ambiental*.

*Industriekessel, B. (2024). Análisis de costes de operación. <https://www.boiler-planning.com/es/eficiencia/basicos/analisis-de-costes-de-operacion.html>*

Ingurumen Hobekuntza (junio de 2012). *Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero en organizaciones. <https://www.ihobe.eus/publicaciones/guia-metodologica-para-aplicacion-norma-une-iso4064-2006-2>*

IPCC (12 mayo de 2019c). *2019 REFINEMENT TO THE 2006 IPCC GUIDELINES FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES; Stationary Combustion*. Recuperado de [https://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/2\\_Volume2/19R\\_V2\\_2\\_Ch02\\_Stationary\\_Combustion.pdf](https://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/2_Volume2/19R_V2_2_Ch02_Stationary_Combustion.pdf)

Knecht, M. J. (2019). Energy consumption and efficiency in freight transport: A case study of fuel transport in the U.S. *Journal of Energy and Transportation*. <http://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/61844e92-feba-4af4-b5fd-c3ea6801943f/content>

Linares P. (diciembre de 2018). *La transición energética*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA).

[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_AM%2FPDF\\_AM\\_Ambienta\\_2018\\_125\\_20\\_31.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_AM%2FPDF_AM_Ambienta_2018_125_20_31.pdf)

(MAE.), M. d. (2016). Reporte del inventario Nacional gases de efecto invernadero.

[https://singei.ambiente.gob.ec/singei/?page\\_id=1317](https://singei.ambiente.gob.ec/singei/?page_id=1317)

Mendoza, R. E. (codigo de busqueda 47262559). Que es el control de biomasa.

<http://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://core.ac.uk/download/47262559.pdf>

Morillo G. (octubre de 2020). *Estudio de Impacto Ambiental Expost Hospital Vozandes Quito*.

Organización Latinoamericana de Energía. (septiembre de 2024). *Movilidad Eléctrica en América Latina y el Caribe Monitoreando la Electromovilidad*.

<https://www.olade.org/wp-content/uploads/2024/09/Nota-Tecnica-Movilidad-electrica-en-America-Latina-y-el-Caribe-DEFINITIVA.pdf>

Rodríguez M. (1 de junio de 2024). *Optimización de la eficiencia energética en calderas industriales*. <https://inspenet.com/articulo/eficiencia-energetica-calderas-industriales/>

Rentería Y., Sánchez M. (2023). *Estimación De Huella De Carbono Para La E.S.E Hospital Departamental Tomas Uribe Uribe De Tuluá*. Unidad Central del Valle del Cauca.

<https://repositorio.uceva.edu.co/handle/20.500.12993/4294>

Sadeghi, M. T. (2018). Sadeghi, M. T., KhajehEnergy consumption in oil refineries and its impact on the environment. *Environmental Science & Technology*.

<https://pubs.acs.org/journal/esthag>

SUNER. (s.f.). *Fallas en calderas industriales y sus soluciones más efectivas.*

<https://blog.suner.es/fallas-en-calderas-industriales>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, E. (2023). Plan de mantenimiento para una caldera de generación a vapor en la refinería de aceites vegetales Oleana S.A. pág. <https://tech.iberojournals.com/index.php/IBEROTECS/article/view/611>.

EUROFIN. (MARZO de 2024). *ANALISIS DEL CICLO DE VIDA PARA QUE ES Y PARA QUE SIRVE.*

Obtenido de <https://www.eurofins-environment.es/es/analisis-de-ciclo-de-vida-que-es/>

Quailtrix. (s.f.). *Gestion de la experiencia* . Obtenido de <https://www.qualtrics.com/es/gestion-de-la-experiencia/product/ciclo-de-vida-del-producto/>

VOZANDES, h. (2024). *HOSPITAL VOZANDES* . Obtenido de <https://hospitalvozandes.com/sostenibilidad/>

## ANEXOS

**Nota sobre derechos de autor:** Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

## Anexo 1. Licencia Ambiental del Hospital



RESOLUCIÓN N° SA-GCA-LIC-2021-009

**LICENCIA AMBIENTAL CATEGORÍA III, PARA EL PROYECTO "REGULARIZACION DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL HOSPITAL VOZANDES QUITO" PARA LAS FASES DE OPERACIÓN, CIERRE Y ABANDONO**

Av. Villalengua Oe2-37 y Av.10 de agosto Cantón Distrito Metropolitano de Quito, Parroquia Rumipamba, Distrito Metropolitano de Quito

La Secretaría de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito en su calidad de Autoridad Ambiental de Aplicación responsable, en cumplimiento de las disposiciones contenidas en la Constitución de la República del Ecuador, el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización COOTAD, la Ley de Gestión Ambiental vigente a la fecha de inicio del trámite; Ordenanza Metropolitana No. 001 que expide el Código Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito; sancionada el 29 de marzo de 2019, en el que se establece el Sistema de Manejo Ambiental del Distrito Metropolitano de Quito; la Resolución Ministerial No. 168 de 23 de mayo de 2017 emitida por el Ministerio de Ambiente, Resolución No. A-013-2019 de 27 de junio de 2019 emitida por la Alcaldía del Distrito Metropolitano de Quito, confiere la presente Licencia Ambiental al proyecto "REGULARIZACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL HOSPITAL VOZANDES QUITO", PARA LAS FASES DE OPERACIÓN, CIERRE Y ABANDONO, ubicado en Av. Villalengua Oe2-37 y Av.10 de agosto Cantón Distrito Metropolitano de Quito, Parroquia Rumipamba, para que en sujeción al Estudio de Impacto Ambiental Expost y Plan de Manejo Ambiental aprobados proceda a la ejecución del proyecto, en los períodos establecidos.

En virtud de la presente Licencia Ambiental HOSPITAL VOZANDES QUITO HVQ S.A., está obligado a:

1. Cumplir con lo establecido en la normativa ambiental y constitucional vigente.
2. Cumplir estrictamente con las actividades descritas en el Estudio de Impacto Ambiental Expost y Plan de Manejo Ambiental, según los términos aprobados por la Secretaría de Ambiente.
3. Presentar las Auditorías Ambientales, de conformidad con la normativa ambiental aplicable.
4. Mantener vigente la Garantía de Fiel Cumplimiento al Plan de Manejo Ambiental, para la ejecución del proyecto durante su vida útil.
5. Proporcionar al personal técnico de la Secretaría de Ambiente, designado para el efecto, todas las facilidades para el seguimiento ambiental y verificación de cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental aprobado.
6. Responder por eventuales daños al ambiente o a terceros generados durante el tiempo de vida útil del proyecto.

La Licencia Ambiental está sujeta al tiempo de duración o vida útil del proyecto desde la fecha de su expedición y a las disposiciones legales que rigen la materia, y se la concede a costo y riesgo del interesado, dejando a salvo derechos de terceros.

📍 @ambientequito - #QuitoVerdeOtraVez

Av. Río Coca E6-85 e Isla Genovesa 02 3952300 [www.quitoambiente.gob.ec](http://www.quitoambiente.gob.ec)

Página 16 de IX

Secretaría de  
**AMBIENTE**  
quitoambiente.gob.ec

## ANEXO 2: HOJA DE CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO PERIODO ENERO -DICIEMBRE 2023

Fuente / Actividad	Emisión	Categoría	Subcategoría	Relación biogénica	Tipo de datos	Dato en bruto	Unidad es dato en bruto	Conversión	Unidad es conversión	Categoría de combustión	Nombre del combustible	Unidad	Factor de Emisión Unidad CO2/Unidad	Factor de Emisión Unidad CH4/Unidad	Factor de Emisión Unidad N2O/Unidad	Unidades Factor de emisión	Fuente del dato	Poder calorífico Tj/Gg	Fuente del dato	Potencial de Calentamiento Global PCG CO2	Potencial de Calentamiento Global PCG CH4	Potencial de Calentamiento Global PCG N2O	Fuente del dato	CO2 kg CO2 eq	CH4 kg CO2 eq	N2O kg CO2 eq	Resultado Ton CO2 eq
El Hospital Vozandes cuenta con 2 calderas de vapor industriales de gran utilidad especialmente para las áreas de lavandería, de autoclave y en el centro quirúrgico para la esterilización de materiales. Las calderas funcionan con combustible diésel a través de un sistema centralizado.	Emisiones directas	Emisiones y remociones directas de GEI	Emisiones causadas por Combustión estacionaria	Emisiones y remociones antropogénicas	Datos Específicos del Lugar/ Datos Primarios	36000,00	Gal	3,27	kg/gal	COMBUSTIÓN ESTACIONARIA EN LA CATEGORÍA COMERCIAL/INSTITUCIONAL	Gasóleo /Diesel-B	TJ	74100	3,9	3,9	kg	IPCC, 2019	43	IPCC, 2019	1	29,8	273	IPCC, 2019	375091,24	588,30	5.389,47	381,07
El Hospital hace el uso de GLP en las cocinas del área de alimentación, los mecheros en el área del laboratorio y los termostatos para el calentamiento de agua, al igual que el Diésel este se encuentra centralizado en la terraza del hospital, a través de dos tanques de 240 kilos cada uno.	Emisiones directas	Emisiones y remociones directas de GEI	Emisiones causadas por Combustión estacionaria	Emisiones y remociones antropogénicas	Datos Específicos del Lugar/ Datos Primarios	5022,00	Kg	-	-	COMBUSTIÓN ESTACIONARIA EN LA CATEGORÍA COMERCIAL/INSTITUCIONAL	Gases licuados del petróleo-B	TJ	63100	5	0,1	kg	IPCC, 2019	47,3	IPCC, 2019	1	30	265	IPCC, 2019	14988,81	35,63	6	15,03

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

Fuente / Actividad	Emisión	Categoría	Subcategoría	Relación biogénica	Tipo de datos	Fuente del dato	Dato en bruto	Unidad es dato en bruto	Datos de actividad	Unidades Datos de actividad	Categoría de combustión	Nombre del combustible	Unidad	Factor de Emisión CO2/Unidad	Factor de Emisión CH4/Unidad	Factor de Emisión N2O/Unidad	Unidades Factor de emisión	Fuente del dato	Poder calorífico TJ/Gg	Fuente del dato	Potencial de Calentamiento Global PCG CO2	Potencial de Calentamiento Global PCG CH4	Potencial de Calentamiento Global PCG N2C	Fuente del dato	CO2 kg CO2 eq	CH4 kg CO2 eq	N2O kg CO2 eq	Resultado Ton CO2 eq
El Hospital hace el uso de GLP en las cocinas del área de alimentación, los mecheros en el área del laboratorio y los termostatos para el calentamiento de agua, al igual que el Diésel este se encuentra centralizado en la terraza del hospital, a través de dos tanques de 240 kilos cada uno.	Emisiones directas	Emisiones y remociones directas de GEI	Emisiones causadas por Combustión estacionaria	Emisiones y remociones antropogénicas	Datos Especificos del Lugar/ Datos Primarios	Anexo 2	78000,00	Kg	0,078	Gg	COMBUSTIÓN ESTACIONARIA EN LA CATEGORÍA COMERCIAL/ INSTITUCIONAL	Gases licuados del petróleo o-B	TJ	63100	5	0,1	kg	IPCC, 2019	47,3	IPCC, 2019	1	30	265	IPCC, 2019	232801,14	553,41	98	233,45

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

**ANEXO 3: EJEMPLO DE FACTURA DE COMBUSTIBLE DIESEL INDUSTRIAL**



contabilidad@comindsa.in/comindsa@hotmail.com  
Telef: 022698-195 Cel: 0985163722/ 0994861504

**COMBUSTIBLES INDUSTRIALES COMIND SA**

Dir Matriz: N59-806 Y 560 PARQUE INDUSTRIAL DEL SUR  
Dir Sucursal: N59-806 Y 560 PARQUE INDUSTRIAL DEL SUR  
Contribuyente Especial Nro  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI

R.U.C.: 179182068901

**FACTURA**

No. 001-003-000005627

Numero Autorización:  
20122223011791820689012001002000000627123456789

Fecha y Hora De Autorización: 20/12/2023 4:17:25 PM

Ambiente: PRODUCCION

Emision: NORMAL

CLAVE DE ACCESO



20122223011791820689012001002000000627123456789

---

Razón Social Nombres y Apellidos: CORPORACION HVQ SA R.U.C.I.C.E: 1792756270001

Fecha Emisión: 20/12/2023

Código Principal	Cant.	Descripción	Personalizado 1	Personalizado 2	Precio Unitario	Desccto	Precto
00133		4000 DIESEL 2 INDUSTRIAL			3.11	0.00	12

**Información Adicional**

Dirección: VILALENGUA 082 37 Y 10 DE AGOSTO

Teléfono: 4007100

Email: octoper@hospitalvoladores.com

Personalizado 1

Personalizado 2

Personalizado 3

Personalizado 4

SUBTOTAL 12%	12
SUBTOTAL 14%	
SUBTOTAL 9%	
SUBTOTAL No sujeto de IVA	
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	12
DESCUENTO	
ICE	
IVA 12%	1
IVA 14%	
PROPINA	
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>12</b>

Forma De Pago	Valor	Plazo	Tiempo
OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO	12,946.52	18	18d

*Dr. Ignacio*

*\$ 13 946.52*



Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.

**ANEXO 4: EJEMPLO DE FACTURA DE GLP INDUSTRIAL**



RUC : 1790540626001  
**FACTURA ELECTRÓNICA**  
 No. : 011-003-012129741  
 Número de Autorización  
 1102002301179054062600120110030121297411234567810  
 Ambiente : Producción  
 Emisión : Normal  
 Clave de Acceso :  
  
 1102002301179054062600120110030121297411234567810

ENI ECUADOR S.A.  
 Dir. Matriz :  
 QUITO - AV. PATRIA E4-69 AV AMAZONAS  
 Dir. Sucursal :  
 QUITO - AV. PATRIA E4-69 AV AMAZONAS  
 Obligado a llevar Contabilidad : Si  
 Contribuyente Especial Nro. : 5388

Razon Social : HOSPITAL VOZANDES QUITO HVQ S.A. RUC: 1782758270001  
 Fecha Emisión : 11/02/2023 Guía Remisión :

Page 1 of 1

Código	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio sin Subsidio	Subsidio	Descuento	Precio Total
GLP INDUS	381.08	GLP INDUSTRIAL GRANEL	0.602962		0	0.00	229.98
SERV. IND	1.00	SERVICIO INDUSTRIAL GRANEL	28.990000		0	0.00	28.99

Forma de Pago	Total	Plazo	Tiempo
OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO	262.27		

Subtotal 12%:	234.17
SubTotal 0%:	0.00
SubTotal No Objeto de IVA:	0.00
SubTotal Exento de IVA:	0.00
SubTotal sin impuesto:	234.17
Total Descuento:	0.00
Valor ICE:	0.00
IVA 12 %:	28.10
IRBPNR:	0.00
Propina:	0.00
Valor Total:	262.27

**Información Adicional:**  
 DIRECCION: VIALBALENGA DEZ-UP Y AV 10 DE AGOSTO  
 CIUDAD: 1701 - QUITO  
 TELEFONO: 02811900  
 CORREO: @hospitalvozanades.com/educacion@hospitalvozanades.com  
 VENDEDOR: JORGE ESCOBAR  
 FECHA DE VENCIMIENTO: 30/02/2023  
 COMENTARIOS: SGC 4426 LG 1011 10/02/2023  
 DIAS DE CREDITO: CL-15 DIAS

VALOR TOTAL SIN SUBSIDIO: 0  
 AHORRO POR SUBSIDIO: 0  
 (Incluye IVA cuando aplique)

## ANEXO 5: FICHA DE SEGURIDAD DEL DIESEL 2

<b>HOJA DE SEGURIDAD DE MATERIALES PELIGROSOS</b>		
Producto: DIESEL 2	MSD No.:	
EP PETROEcuador		
PROCESO: REFINACIÓN		

### 1. IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL Y DEL PROVEEDOR

<b>Nombre comercial:</b>	Combustible Diesel 2
<b>Nombre químico:</b>	Diesel No. 2
<b>Sinónimos:</b>	Combustible para motor, aceite diesel,
<b>Uso recomendado del producto químico y restricciones de uso:</b>	Combustible para maquinas y calderos con motor a diese, y para usos de proceso de ingeniería, quemadores y otros.
<b>Nombre distribuidor:</b>	EP PETROEcuador – REFINERÍA ESMERALDAS
<b>Dirección distribuidor:</b>	Km 7 Vía a Atacames
<b>Teléfonos distribuidor:</b>	062700 171
<b>Fórmula química:</b>	Mezcla compleja de hidrocarburos del petróleo que van desde el C12H26 al C20H42
<b>Número CAS:</b>	68476-34-6
<b>Número NU:</b>	1202

#### Teléfono de emergencia:

062700 171/ 2/ 3/ 4/ 5/ ext. 3333 Unidad Contraincendios

### 2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

#### 2.1. Clasificación de la sustancia / mezcla (de acuerdo al SGA):

<b>Clase / categorías del peligro:</b>	Líquidos y vapores inflamables, categoría 3
<b>Indicaciones de peligro:</b>	H226: Líquidos y vapores inflamables
	H304: Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.
	H315: Provoca irritación cutánea
	H332 Nocivo en caso de inhalación
	H351: Se sospecha que provoca cáncer
	H373: Puede perjudicar a determinados órganos por exposición prolongada o repetida.
	H411: Tóxico para la vida acuática con efectos de larga duración

#### 2.2. Elementos de la etiqueta (clasificación SGA)

<b>Palabra advertencia:</b>	Peligro
<b>Pictograma:</b>	



<b>Consejos de prudencia:</b>	
<b>Prevención:</b>	P210: Mantener alejado del calor, superficies calientes.

## ANEXO 6: FICHA DE SEGURIDAD DEL GLP INDUSTRIAL

	<b>Documento Relacionado: Hoja de Seguridad de Gas Licuado de Petróleo</b>	Código:
		SSA.05.01.DR.10
		Fecha del versionamiento:
		18/10/2019
		Versión:01

### HOJA DE SEGURIDAD DE MATERIALES PELIGROSOS

#### PRODUCTO: GAS LICUADO DE PETRÓLEO

**IMPORTANTE:** Lea esta Hoja de Seguridad antes de manejar y desechar este producto y haga llegar esta información a sus empleados y usuarios.

#### 1. IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL Y DEL PROVEEDOR

<b>Nombre comercial:</b>	GAS LICUADO DE PETRÓLEO
<b>Nombre químico:</b>	MEZCLA HIDROCARBUROS (PROPANOS Y BUTANOS)
<b>Sinónimos:</b>	GLP, LPG, GAS ENVASADO, GAS DOMÉSTICO.
<b>Uso recomendado del producto químico y restricciones de uso:</b>	Obtención de olefinas, utilizadas para la producción de numerosos productos, entre ellos, la mayoría de los plásticos, combustible para automóviles, una de cuyas variantes es el autogás, combustible de refinería, combustible doméstico (mediante cilindros o redes de distribución).
<b>Nombre fabricante:</b>	EP PETROECUADOR – GERENCIA DE REFINACIÓN: Provincia Esmeraldas, Cantón Esmeraldas, Km 7 Vía a Atacames/ Provincia Santa Elena, Cantón La Libertad Ciudadela Las Acacias, Av. 27 E / Sucumbios, Cantón Shushufindi, Km 1 vía Limoncocha; 062994100 Ext 85014/3803000 Ext 42002 / 062994301 Ext 80000 EP PETROECUADOR – GERENCIA DE TRANSPORTE: Provincia de Santa Elena, Cantón Santa Elena, Ruta del Espondylus Km 26 antes de la Comuna Monteverde.
<b>Nombre de Distribuidor</b> <b>Dirección distribuidor:</b>	GERENCIA DE TRANSPORTE Provincia Esmeraldas, Cantón Esmeraldas, Km 7 Vía a Atacames, Planta de GLP/ Sucumbios, Cantón Shushufindi, Km 1 vía Limoncocha, planta de envasado de GLP/ Provincia de Santa Elena, Cantón Santa Elena, Ruta del Espondylus Km 26 antes de la Comuna Monteverde / Provincia de Guayas, Cantón Guayaquil vía Daule Km 23
<b>Teléfonos distribuidor:</b>	3942000 Ext / 20600
<b>Nombre de Comercializador</b>	EP PETROECUADOR GERENCIA DE COMERCIALIZACIÓN NACIONAL

CLASIFICACIÓN DEL PRODUCTO  
 "Este documento es de propiedad exclusiva de EP PETROECUADOR. Se prohíbe su uso no autorizado."  
 SEGURIDAD, SALUD, AMBIENTE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL - Página 2 de 15  
 Formato: PCA.10.04.FO.03 (V02) Acta de aprobación N° 08213 20/09/2019

Nota sobre derechos de autor: Este trabajo y lo que a continuación se expone solo tiene una validez académica, quedando copia de éste en la biblioteca digital de UIDE y EIG. La distribución y uso de este trabajo por parte de alguno de sus autores con otros fines deberá ser informada a ambas Instituciones, a los directores del Máster y resto de autores, siendo responsable aquel que se atribuya dicha distribución.