



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

Evaluación de la eficiencia operativa y cuantificación de huella de carbono en la refinación de aceite de palma en Oliojoya.

**Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Industrial**

**Autores:**

Grefa Toledo, Fernando Paul  
Ordoñez Torres, Cristopher Alejandro

**Tutor:**

Ing. Fidel Vallejo Gallardo, Ph.D.

**Riobamba, Ecuador. 2026**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA

Nosotros, **Fernando Paul Grefa Toledo**, con cedula de ciudadanía **1500837222** y **Cristopher Alejandro Ordoñez Torres**, con cedula de ciudadanía **1005000029**, autores del trabajo de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERATIVA Y CUANTIFICACIÓN DE HUELLA DE CARBONO EN LA REFINACIÓN DE ACEITE DE PALMA EN OLIJOYA”**, certificamos que la producción de ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedemos a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta ocasión se entiende que los cesionarios no podrán obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor(a) de la obra referida, será de nuestra entera responsabilidad; liberando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 23 de junio de 2026.

\_\_\_\_\_  
Fernando Paul Grefa Toledo  
C.I. 1500837222

\_\_\_\_\_  
Christopher Alejandro Ordoñez Torres  
C.I. 1005000029

## DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, **FIDEL VALLEJO GALLARDO**, catedrático adscrito a la Facultad de INGENIERIA, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación “**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERATIVA Y CUANTIFICACIÓN DE HUELLA DE CARBONO EN LA REFINACIÓN DE ACEITE DE PALMA EN OLIJOYA**”, bajo la autoría de **Fernando Paul Grefa Toledo** y **Cristopher Alejandro Ordoñez Torres**; por lo que se autoriza ejecutar los tramites legales para su sustentación.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 23 dias del mes de junio de 2026.



---

Ing. Fidel Vallejo Gallardo, Ph.D.  
**TUTOR**

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA OPERATIVA Y CUANTIFICACIÓN DE HUELLA DE CARBONO EN LA REFINACIÓN DE ACEITE DE PALMA EN OLIJOYA**”, presentado por Fernando Paul Grefa Toledo, con cedula de identidad número 1500837222 y Christopher Alejandro Ordoñez Torres, con cedula de identidad número 1005000029, bajo la tutoría de **Ing. Fidel Vallejo Gallardo, Ph.D.**; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de sus autores; no teniendo nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 23 de junio de 2026.

Ing. Luis Stalin López Telenchana, Mgs.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**

FIRMA

Biof. Rosa Maricela Ormaza Hugo, Msc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**

FIRMA

Econ. Juan Carlos Ricaurte Mancheno, Mgs.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**

FIRMA



# CERTIFICACIÓN

Que, **Grefa Toledo Fernando Paul** con CC : **1500837222** y **Ordoñez Torres Christopher Alejandro** con CC: **1005000029**, estudiante de la Carrera **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **Evaluación de la eficiencia operativa y cuantificación de huella de carbono en la refinación de aceite de palma en Olojoya** ", cumple con el 10% de IA y 1% de similitudes, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COMPILATIO MAGISTER** , porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 10 de Junio de 2026



Validar únicamente en FirmaEC.  
Firmado electrónicamente por:  
**FIDEL ERNESTO  
VALLEJO GALLARDO**

---

Ing. Fidel Vallejo Gallardo, Ph.D.  
**TUTOR(A)**

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por acompañarme durante todo este proceso de formación académica. Su presencia me ha dado fortaleza en los momentos más difíciles, me ha bendecido con salud y me ha permitido contar con personas que me han brindado su apoyo a lo largo de este camino. Esta meta alcanzada no habría sido posible sin la fe que me sostuvo en todo momento.

Agradezco profundamente a mis padres, Olga Toledo y Andrés Grefa, por su apoyo incondicional y por acompañarme en cada paso de este camino. Este logro es mío, pero el triunfo también les pertenece a ustedes, porque sin su esfuerzo y apoyo nada de esto habría sido posible, a mis hermanos Adriana, Sebastián y Lizbeth, por su apoyo, comprensión y palabras de aliento durante este proceso académico. Gracias por motivarme a seguir adelante y por celebrar conmigo cada avance y cada meta alcanzada.

Agradezco a mi compañero de tesis, Christopher Ordoñez, por su compromiso, responsabilidad y apoyo durante el desarrollo de este trabajo. Su contribución fue fundamental para alcanzar esta meta académica.

Mi agradecimiento a mi tutor, Ing. Fidel Vallejo Gallardo, Ph.D., por su orientación, apoyo y valiosos conocimientos brindados durante el desarrollo de esta investigación.

A mis amigos, por su apoyo y acompañamiento durante esta etapa académica. Gracias por compartir experiencias y contribuir de manera positiva a este proceso.

A todas las personas que formaron parte de este camino, mi agradecimiento por su colaboración y apoyo.

Finalmente, expreso mi agradecimiento a Oliojoya Industria Aceitera y a su personal por la apertura, colaboración y facilidades brindadas durante el desarrollo de esta investigación. Su apoyo fue fundamental para la realización de este trabajo.

**Este logro no es solo mío. Es de cada una de las personas que estuvieron aquí, de las que ya no están y de las que nunca dejaron de creer en mí.**

**Fernando Paul Grefa Toledo**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por brindarme la fortaleza, la salud y la sabiduría necesarias para culminar esta importante etapa de mi vida académica y permitirme alcanzar una meta que representa años de esfuerzo, dedicación y aprendizaje.

A mi familia, por ser el pilar fundamental de mi vida, por su amor incondicional, apoyo constante y confianza en cada etapa de mi formación. Gracias por acompañarme en los momentos más difíciles y celebrar conmigo cada logro alcanzado. Este éxito también les pertenece, porque sin ustedes nada de esto habría sido posible.

A mi compañero de tesis, Fernando, por su compromiso, dedicación y trabajo durante el desarrollo de esta investigación. Gracias por compartir este reto académico, por el esfuerzo conjunto y por todas las experiencias y aprendizajes adquiridos a lo largo de este proceso.

Al Ing. Fidel Vallejo, tutor de esta investigación, por su guía, paciencia, conocimientos y valiosa orientación durante el desarrollo de este trabajo. Gracias por compartir su experiencia profesional y académica, así como por el apoyo brindado para la culminación de esta tesis.

A la empresa Oliojoya Industria Aceitera Cía. Ltda., por abrirnos sus puertas y permitir el desarrollo de esta investigación, facilitando el acceso a la información y a los recursos necesarios para el cumplimiento de los objetivos planteados.

A los docentes de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Chimborazo, quienes a través de sus enseñanzas, experiencias y consejos contribuyeron significativamente a mi formación profesional y personal.

Finalmente, agradezco a todas las personas que de una u otra manera formaron parte de este proceso y aportaron con su apoyo, conocimientos, consejos y palabras de aliento para hacer posible la culminación de este importante logro académico.

A todos ustedes, mi más sincera gratitud.

**Cristopher Alejandro Ordoñez Torres**

## **DEDICATORIA**

A dios, por guiarme en cada paso de este viaje académico, por ser mi fuente de fortaleza y entendimiento para alcanzar esta meta.

A mis padres, con todo mi amor y gratitud.

A mi padre, gracias por tu apoyo y por siempre estar presente. Este logro también es parte de ti.

A mi madre que, a través de tus enseñanzas y cariño, has dejado una huella imborrable en mi vida.

A mis 3 hermanos, por ser mi compañía constante, por su cariño y por compartir conmigo cada paso de este camino. Su presencia en mi vida es un regalo que valoro profundamente.

A mi compañero de tesis, por su colaboración y compromiso durante este proceso. Gracias por ser parte de este logro académico.

A mis amigos, por estar presente en las buenas y en las malas, por las desveladas compartidas y por hacer este proceso una experiencia inolvidable.

Dedico este trabajo a todas las personas que formaron parte de este logro y que, de una u otra manera, contribuyeron a hacerlo posible.

**Fernando Paul Grefa Toledo**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por darme fortaleza en los momentos difíciles y permitirme alcanzar una de las metas más importantes de mi vida.

A mis abuelitos, quienes hoy descansan en el cielo. Aunque ya no pueden acompañarme físicamente, su amor, sus enseñanzas y los valores que sembraron en mí siguen presentes cada día. Este logro lleva también su nombre, porque gran parte de quien soy se lo debo a ustedes.

A mi hermano David, por compartir conmigo este camino llamado vida, por su compañía, apoyo y por estar siempre presente en los momentos más importantes.

A mis dos madres, Nancy y María, quienes han sido mi mayor inspiración y el motor que me ha impulsado a seguir adelante aun cuando las circunstancias parecían difíciles. Gracias por cada sacrificio silencioso, por cada palabra de aliento, por creer en mí cuando ni siquiera yo estaba seguro de poder lograrlo. Todo lo que soy hoy tiene una parte de ustedes.

A mi tío Jorge, a quien considero una de las personas más importantes de mi vida. Gracias por ser mucho más que un tío; gracias por convertirse en una figura paterna, por guiarme, apoyarme y enseñarme con su ejemplo el verdadero significado de la responsabilidad, el esfuerzo y la honestidad. Si hoy puedo cumplir este sueño, es en gran medida gracias a ti. Este logro también te pertenece.

A todos los amigos que he tenido la fortuna de conocer en esta hermosa ciudad de Riobamba, quienes hicieron que la distancia de mi hogar se sintiera mucho más corta. Gracias por cada momento compartido, por las risas, por el apoyo y por convertirse en una segunda familia durante esta etapa de mi vida.

Y de manera especial, a Nadia, por su amistad sincera, por su compañía en los momentos buenos y difíciles, y por formar parte de los recuerdos más valiosos que me llevo de esta ciudad. Gracias por hacer que Riobamba se sintiera como un hogar.

Finalmente, dedico este trabajo a toda mi familia, porque cada esfuerzo realizado durante estos años tuvo siempre un propósito: hacerlos sentir orgullosos y retribuir, aunque sea en una pequeña parte, todo el amor que me han brindado.

Con todo mi cariño, este logro es para ustedes

**Cristopher Alejandro Ordoñez Torres**

## ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
AGRADECIMIENTO	
DEDICATORIA	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1. Antecedentes.....	17
1.2. Planteamiento del Problema .....	18
1.3. Justificación .....	21
1.4. Objetivos.....	22
1.4.1. Objetivo General .....	22
1.4.2. Objetivos Específicos.....	23
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	24
2.1. Conceptos Generales.....	24
2.2. Antecedentes de Investigación. ....	24
2.2.2. El Caso Colombiano: Referente en Producción Sostenible .....	25
2.2.4. Certificación y Estándares Internacionales .....	33
2.2.5. Relevancia Estratégica para Ecuador y América Latina .....	36
2.2.6. Transferencia de Tecnologías de Eficiencia Energética .....	40
2.3. Fundamentación Teórica.....	42
2.3.1. Eficiencia Operativa en Procesos Industriales de Refinación de Aceite de Palma.....	42
2.3.2. Impacto en la Sostenibilidad Ambiental .....	44
2.3.3. Proceso de Refinación de Aceite de Palma.....	45
2.3.4. Metodologías para la Cuantificación y Análisis de Datos Operativos.....	49
2.3.5. Herramientas y Métodos para la Cuantificación de la Huella de Carbono ...	50
2.3.6. Simulación y evaluación de estrategias de mejora .....	50
2.4. Normativa Relacionada.....	51
2.4.1. ISO 9001:2015 – Sistemas de Gestión de la Calidad.....	51
2.4.2. ISO 14001:2015 – Sistemas de Gestión Ambiental .....	52

2.4.3. ISO 14064-1:2019 – Cuantificación y reporte de gases de efecto invernadero .....	52
2.4.4. GHG Protocol (2020) – Protocolo para contabilización y reporte de emisiones GEI .....	53
2.4.5. Normativa ambiental ecuatoriana vigente .....	54
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	56
3.1. Enfoque de Investigación.....	56
3.2. Tipo de Estudio .....	56
3.3. Población y Muestra .....	57
3.3.1. Población de Estudio .....	57
3.3.2. Muestra y Criterios de Selección .....	58
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	59
3.4.1. Estrategias de Recolección.....	59
3.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos .....	60
3.5. Hipótesis de Investigación .....	62
3.6.Operacionalización de Variables .....	63
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	65
4.1. Balance de Masa: Etapa de Recepción y Almacenamiento .....	65
4.1.1. Extracción de Datos Técnicos .....	65
4.1.2. Procedimiento de Cálculo del Balance de Masa .....	66
4.1.3. Resultados del Balance: Etapa 1 .....	66
4.2. Balance de Masa y Energía: Etapa de Refinación .....	67
4.2.1. Extracción de Datos Técnicos y Parámetros Operativos .....	67
4.2.2. Procedimiento de Cálculo .....	67
4.2.3. Balance de Energía.....	68
4.3. Balance de Masa: Etapa de Fraccionamiento .....	69
4.3.1. Extracción de Datos y Parámetros de Operación.....	69
4.4. Balance de Masa: Etapa de Envasado.....	70
4.4.1. Extracción de Datos y Parámetros de Envasado .....	70
4.5. Balances de Energía del Proceso .....	72
4.5.1. Balance Térmico en el Sistema de Generación de Vapor (Calderas) .....	72
4.5.2. Balance Energético en el Chiller .....	73
4.5.3. Balance de Potencia Eléctrica.....	73
4.6. Cuantificación de la Huella de Carbono.....	74

4.6.1. Extracción de Datos y Factores de Emisión.....	74
4.7. Diagnóstico de la Eficiencia Operativa (OEE).....	76
4.7.1. Cálculo del Índice de Eficiencia Global (OEE) .....	76
4.7.2. Análisis del Consumo Energético Específico .....	79
4.8. Cuantificación de la Huella de Carbono .....	81
4.8.1. Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).....	81
4.9. Identificación de Causas Raíz y Oportunidades de Optimización.....	83
4.10. Conclusiones Parciales y Discusión .....	86
4.10.1. Discusión de la Situación en Oliojoya .....	86
4.10.2. Verificación de la Hipótesis .....	88
4.11. Propuesta de Estrategias de Mejora y Viabilidad .....	90
4.11.1. Estrategias de Optimización y Viabilidad Técnica .....	90
4.11.2. Análisis de Viabilidad Económica .....	92
4.12. Cuantificación de la Reducción Potencial de Huella de Carbono .....	93
4.12.1. Proyecciones de Mitigación de Emisiones por Alcance .....	94
4.12.2. Resultado Final de Huella de Carbono Específica .....	94
4.12.3. Discusión de los Hallazgos y Estrategias .....	95
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	105
5.1. Conclusiones. ....	105
5.2. Recomendaciones. ....	107
BIBLIOGRAFÍA .....	108

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Producción de Aceite de Palma en Colombia (2024-2025) .....	25
<b>Tabla 2</b>	Ventas de Aceite de Palma Colombiano por Destino y Segmento (2025).....	28
<b>Tabla 3</b>	Impacto de la Certificación RSPO en América Latina.....	37
<b>Tabla 4</b>	Comparativa entre los Procesos de Refinación Química y Física .....	46
<b>Tabla 5</b>	Parámetros Críticos de Control de Calidad en el Aceite de Palma .....	48
<b>Tabla 6</b>	Operacionalización de variables de investigación.....	63
<b>Tabla 7</b>	Balance de Masa Consolidado - Patio de Tanques.....	66
<b>Tabla 8</b>	Resumen del Balance de Masa y Energía - Refinería .....	68
<b>Tabla 9</b>	Balance de Masa Consolidado - Fraccionamiento .....	70
<b>Tabla 10</b>	Balance de Masa Consolidado - Envasado de Oleína .....	71
<b>Tabla 11</b>	Consolidado de requerimientos energéticos por proceso .....	74
<b>Tabla 12</b>	Resultados del Índice de Eficiencia Global de los Equipos (OEE) por Proceso .....	76
<b>Tabla 13</b>	Comparación del Consumo Específico de Recursos (Agosto 2024 - Julio 2025).....	79
<b>Tabla 14</b>	Inventario de Emisiones de CO2 por Alcance (Ciclo Anual) .....	82
<b>Tabla 15</b>	Estrategias para la Mejora del OEE.....	90
<b>Tabla 16</b>	Estrategias para la Mejora Ambiental/Energética .....	91
<b>Tabla 17</b>	Resumen de Viabilidad Económica de Estrategias Clave .....	92
<b>Tabla 18</b>	Proyección de Reducción de Huella de Carbono Específica.....	94

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Árbol del Problema .....	20
<b>Figura 2</b>	Cultivo de palma en Colombia .....	27
<b>Figura 3</b>	Comercialización de palma africana .....	28
<b>Figura 4</b>	Biocombustibles.....	29
<b>Figura 5</b>	Huella de carbono .....	30
<b>Figura 6</b>	Certificación RSPO.....	33
<b>Figura 7</b>	Mapeo de forestación en Colombia .....	35
<b>Figura 8</b>	Producción de palma en Ecuador.....	36
<b>Figura 9</b>	Innovación en la producción de aceite de palma .....	39
<b>Figura 10</b>	Planta de producción de OLIOJOYA .....	40
<b>Figura 11</b>	Enfoque de reducción de contaminación .....	41
<b>Figura 12</b>	Ley de Palma Aceitera en Ecuador .....	44
<b>Figura 13</b>	Lean Six Sigma .....	45
<b>Figura 14</b>	Sostenibilidad ambiental en palmicultura .....	49
<b>Figura 15</b>	Certificación ISO 9001-2015 .....	51
<b>Figura 16</b>	Certificación ISO 14001-2015 .....	52
<b>Figura 17</b>	Certificación ISO 14064-2019 .....	53
<b>Figura 18</b>	GHG Protocol .....	54
<b>Figura 19</b>	Normativas ambientales de Ecuador.....	55
<b>Figura 20</b>	Metodología de la investigación .....	60

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la eficiencia operativa y cuantificar la huella de carbono en el proceso de refinación de aceite de palma de la empresa Oliojoya, con el fin de proponer estrategias viables de optimización productiva y ambiental. Mediante un enfoque metodológico cuantitativo y diagnóstico, se analizaron los balances de masa y energía, se calculó el Índice de Eficiencia Global de los Equipos (OEE) y se aplicaron los estándares ISO 14064-1 y el GHG Protocol para elaborar el inventario de emisiones. Los resultados evidencian un OEE global de la planta del 81,0%, identificando a la etapa de refinación como el principal cuello de botella con un OEE del 73,2%, originado por fallas mecánicas en el sistema de vacío e incrustaciones térmicas en los intercambiadores de calor. Estas ineficiencias causan un consumo excesivo de vapor (+28%) y electricidad (+25%), lo que resulta en una elevada huella de carbono específica de 215 kg CO<sub>2e</sub> por tonelada de aceite refinado, cifra que supera el promedio regional en un 18% y donde las emisiones directas (Alcance 1) representan el 56,0% del impacto total. Para mitigar esta problemática, se proponen intervenciones de alta viabilidad económica, tales como un programa de limpieza cíclica (CIP) mejorado, la instalación de sistemas de recuperación de calor residual y el uso de digestores anaeróbicos. La simulación de estas estrategias proyecta una reducción del 39,6% en la intensidad de las emisiones, alcanzando los 130 kg CO<sub>2e</sub>/ton, lo que demuestra que la excelencia operativa es el pilar fundamental para asegurar la competitividad y sostenibilidad a largo plazo de la organización.

**Palabras clave:** Eficiencia operativa, Huella de carbono, Aceite de palma, OEE, Sostenibilidad industrial.

## ABSTRACT

The primary objective of this study is to evaluate the operational efficiency and quantify the carbon footprint of the palm oil refining process at “Oliojoya”, a company located in Esmeraldas, Ecuador. Using a quantitative and diagnostic methodological approach, mass and energy balances were analyzed, the Overall Equipment Effectiveness (OEE) was determined, and international standards such as ISO 14064-1 and the GHG Protocol were applied to develop the emissions inventory.

The results reveal an overall plant OEE of 81.0%, identifying the refining stage as the critical bottleneck, with an OEE of only 73.2%. This inefficiency is primarily attributed to mechanical failures in the vacuum system and the accumulation of thermal scale in the heat exchangers, factors that cause steam consumption to be 28% higher and electricity consumption to be 25% higher than industry standards. Consequently, a high specific carbon footprint of 215 kg CO<sub>2</sub>e per ton of refined oil was recorded, a figure that exceeds the regional average by 18%.

To mitigate this impact, the study proposes economically viable strategies such as waste heat recovery, the implementation of anaerobic digesters, and improved cleaning programs. Simulation of these interventions projects a 39.6% reduction in emissions intensity, reaching 130 kg CO<sub>2</sub>e/ton, demonstrating that operational excellence is essential for ensuring the organization’s long-term sustainability and competitiveness.

**Keywords:** Operational efficiency, Carbon footprint, Palm oil, OEE (Overall Equipment Effectiveness), Industrial sustainability.



**Mario Nicolas  
Salazar Ramos**



---

Revised by  
Mario N. Salazar  
0604069781

# CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Antecedentes

La industria del aceite de palma constituye un sector estratégico dentro de la agroindustria ecuatoriana, caracterizado por su significativa contribución económica y los complejos desafíos ambientales asociados a sus procesos de producción y refinación. En los últimos años, este sector ha enfrentado una creciente presión para equilibrar su rentabilidad económica con la sostenibilidad ambiental, especialmente en mercados internacionales cada vez más exigentes con los estándares de producción [1]. Esta dualidad representa un desafío particular para empresas ecuatorianas como Oliojoya Industria Aceitera Cía. Ltda., ubicada en la provincia de Esmeraldas, que debe compatibilizar su competitividad operativa con las demandas ambientales globales.

En el ámbito operativo, la industria palmicultora ha experimentado transformaciones tecnológicas significativas que han permitido mejoras sustanciales en la eficiencia energética. Según Pramudita y Lee [2], la implementación de sistemas de recuperación de calor y tecnologías de evaporación al vacío puede reducir el consumo energético entre un 15% y 25% en las plantas de refinación. Estas innovaciones son particularmente relevantes para el contexto ecuatoriano, donde la optimización de procesos puede traducirse en importantes ventajas competitivas. Adicionalmente, la transición hacia operaciones circulares ha demostrado ser prometedora, ya que la integración de biorrefinerías en la producción de aceite de palma puede aumentar la eficiencia general del proceso hasta en un 40%, transformando residuos en subproductos de valor agregado [3].

Desde la perspectiva ambiental, la huella de carbono asociada a la producción de aceite de palma sigue siendo objeto de intenso escrutinio científico. Investigaciones recientes desarrolladas en el contexto ecuatoriano indican que la huella de carbono del aceite de palma varía entre 2,8 y 3,6 toneladas de CO<sub>2</sub>eq por tonelada de aceite refinado, dependiendo de las prácticas de gestión y la eficiencia de las plantas de procesamiento [4]. Estas emisiones derivan principalmente del consumo de energía fósil en las operaciones de refinación, el tratamiento de efluentes y el transporte de materias primas, constituyendo un área crítica para la intervención técnica y gerencial.

Un factor determinante en el perfil ambiental del sector lo constituye el uso del suelo. Estudios comparativos recientes revelan que las plantaciones establecidas en áreas previamente degradadas pueden reducir las emisiones por deforestación hasta en un 60%

comparado con la expansión en bosques primarios [1]. Este hallazgo subraya la importancia de una planificación territorial adecuada y la adopción de prácticas de cultivo que minimicen la pérdida de almacenamiento de carbono en la biomasa y los suelos. En este sentido, los sistemas de certificación han emergido como herramientas efectivas para promover prácticas más sostenibles, observándose que las plantaciones certificadas por la Mesa Redonda de Aceite de Palma Sostenible (RSPO) muestran una reducción promedio del 35% en emisiones de GEI y un 20% menor consumo de agua por tonelada de aceite producido [1].

La innovación tecnológica aplicada a la gestión de residuos ofrece oportunidades adicionales para mejorar el desempeño ambiental del sector. Investigaciones técnicas demuestran que la digestión anaeróbica de efluentes de palma aceitera puede capturar hasta el 80% del metano generado, transformándolo en biogás para autoabastecimiento energético [2]. Estas soluciones, combinadas con modelos de negocio circulares, permiten a las empresas reducir simultáneamente su impacto ambiental y sus costos operativos, representando una vía prometedora para la sostenibilidad integral de la industria.

En consecuencia, el camino hacia la sostenibilidad en la industria ecuatoriana de aceite de palma requiere la implementación de estrategias multifacéticas que equilibren los objetivos económicos con la responsabilidad ambiental. Las evidencias más recientes sugieren que la combinación de eficiencia energética, gestión circular de residuos y conservación de ecosistemas naturales puede reducir la huella de carbono del aceite de palma hasta en un 50% [3]. Para empresas específicas como Oliojoya, esta transición representa no solo un imperativo ambiental, sino también una oportunidad estratégica para fortalecer su posición competitiva en mercados globales cada vez más sensibles a los criterios de sostenibilidad.

## **1.2.Planteamiento del Problema**

Oliojoya Industria Aceitera Cía. Ltda., fundada en 2009 y operando en la provincia de Esmeraldas, se ha consolidado como un actor clave en el sector agroindustrial ecuatoriano. La empresa, dedicada a la refinación, fraccionamiento y envasado de aceite de palma, ha logrado una posición destacada en el mercado nacional y ha demostrado su capacidad de inserción internacional, con exportaciones a mercados exigentes como los Países Bajos, Alemania y Reino Unido [5]. Sin embargo, en el contexto actual de crecientes exigencias ambientales globales, la compañía enfrenta el

desafío estratégico de optimizar sus procesos productivos para no perder esta ventaja competitiva.

El sector oleaginoso mundial experimenta una transformación profunda hacia modelos de producción sostenible. En Ecuador, este movimiento se ve reflejado en iniciativas como el piloto de Certificación Jurisdiccional de la Mesa Redonda de Aceite de Palma Sostenible (RSPO), que posiciona al país como un referente global junto a Sabah (Malasia) y Seruyan (Indonesia) [6]. Este enfoque busca crear geografías sostenibles mediante la planificación y gestión colectiva de la producción, involucrando a gobiernos, industria y comunidades [6]. Adicionalmente, la entrada en vigor de regulaciones como la Normativa de la Unión Europea sobre Productos Libres de Deforestación (EUDR) presiona a las empresas exportadoras a demostrar la sostenibilidad y trazabilidad de sus cadenas de suministro [7]. Para Ecuador, donde el sector agrícola depende en gran medida de pequeños productores, el cumplimiento de estas normativas se convierte en una condición para mantener el acceso a los mercados internacionales [7].

En este escenario, el proceso de refinación de aceite de palma emerge como una etapa crítica. Es un proceso intensivo en energía y generador de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Estudios del sector indican que el consumo energético puede representar hasta el 30% de los costos operativos totales, con una huella de carbono de aproximadamente 182 kg de CO<sub>2</sub> equivalente por tonelada producida [8]. Para Oliojoya, la carencia de una evaluación integral que cuantifique simultáneamente el desempeño operativo y ambiental de su proceso de refinación se convierte en una limitante fundamental.

Esta brecha se manifiesta en la ausencia de indicadores estandarizados para medir la eficiencia energética, el consumo de insumos críticos (vapor, electricidad, agua) y la huella de carbono generada. Además, la no implementación de herramientas de gestión como el Índice de Eficiencia Global de los Equipos (OEE) impide una evaluación sistemática de la disponibilidad, el rendimiento y la calidad de los procesos industriales. La falta de estos diagnósticos limita la identificación precisa de cuellos de botella, la optimización de recursos y el desarrollo de estrategias efectivas para reducir costos operativos y emisiones contaminantes.

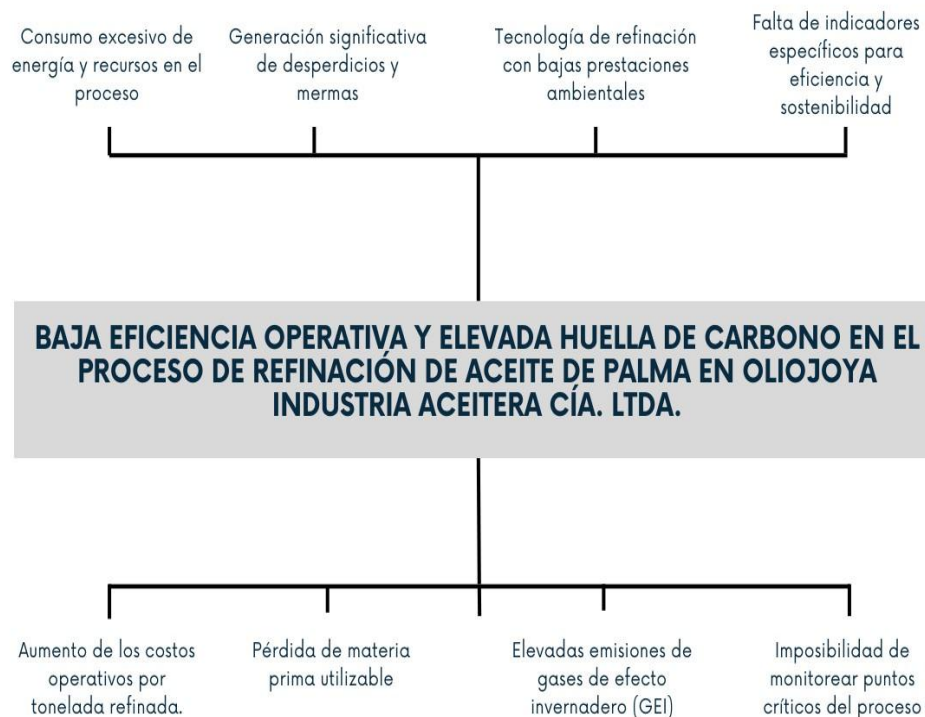
Como consecuencia, Oliojoya se expone a ineficiencias productivas, riesgos de incumplimiento normativo y una creciente desventaja competitiva frente a empresas que ya se alinean con los estándares internacionales de sostenibilidad [1]. El problema central,

por lo tanto, radica en la inexistencia de una evaluación sistemática que integre la eficiencia operativa con la cuantificación de la huella de carbono, lo que limita la toma de decisiones basada en evidencia técnica para la mejora continua.

En este contexto, la pregunta de investigación que guía este estudio es: ¿Cómo evaluar y mejorar la eficiencia operativa y la huella de carbono en el proceso de refinación de aceite de palma en Oliojoya para optimizar recursos, reducir costos y minimizar el impacto ambiental?

La investigación se propone realizar un diagnóstico integral del proceso de refinación mediante la aplicación de indicadores como el OEE y análisis detallados de consumo energético, junto con la cuantificación de la huella de carbono. Los resultados permitirán establecer una línea base técnica para identificar fuentes de ineficiencia y emisiones, fundamentando el desarrollo de estrategias de mejora alineadas con los principios de producción más limpia y el desarrollo sostenible, asegurando así la competitividad futura de la empresa.

**Figura 1**  
*Árbol del Problema*



**Fuente:** Elaboración Propia

### **1.3. Justificación**

La presente investigación se justifica en múltiples dimensiones que evidencian su pertinencia y potencial contribución al sector palmicultor ecuatoriano, particularmente para empresas como Oliojoya Industria Aceitera Cía. Ltda. La relevancia del estudio trasciende el ámbito meramente académico, posicionándose como un instrumento de gestión para la transformación hacia modelos operativos más eficientes y ambientalmente responsables.

Desde la perspectiva económico-empresarial, el estudio adquiere relevancia ante la necesidad de optimizar los costos operativos en un contexto de incremento sostenido en los precios de la energía y los insumos industriales. La implementación de sistemas de medición de eficiencia, como el Índice de Eficiencia Global de los Equipos (OEE), permitirá a la empresa identificar pérdidas operativas y establecer líneas base para mejorar la productividad. Según estudios sectoriales, las empresas que implementan sistemas de monitorización de eficiencia energética logran reducciones de costos entre 15% y 25% en sus procesos de refinación [2]. Esta optimización resulta crucial para mantener la competitividad en mercados caracterizados por crecientes presiones sobre los márgenes de ganancia.

En el ámbito ambiental, la investigación responde a la urgente necesidad de transitar hacia modelos productivos bajos en carbono. La cuantificación de la huella de carbono del proceso de refinación constituye el primer paso para implementar estrategias efectivas de reducción de emisiones. Como señala Torres-Rojas et al. [4], las empresas del sector palmicultor que miden y gestionan sistemáticamente sus emisiones logran reducciones promedio del 20% en su intensidad de carbono durante los primeros dos años de implementación. Este aspecto adquiere especial relevancia considerando los compromisos internacionales adquiridos por Ecuador en el marco del Acuerdo de París y las crecientes exigencias de mercados internacionales respecto a la sostenibilidad ambiental de los productos importados.

La dimensión social justifica la investigación por su potencial contribución al desarrollo territorial de la provincia de Esmeraldas. La implementación de prácticas más eficientes y sostenibles puede fortalecer la viabilidad a largo plazo de la empresa, garantizando la preservación de empleos directos e indirectos en una región con significativas necesidades de desarrollo económico. Además, la reducción del impacto ambiental de las operaciones industriales representa un beneficio tangible para las

comunidades aledañas, particularmente en lo relacionado con la calidad del aire y los recursos hídricos.

Desde el punto de vista metodológico, la investigación introduce un enfoque integrado que combina herramientas de evaluación de eficiencia operativa con métricas ambientales estandarizadas. Este abordaje holístico representa una contribución significativa al estado del arte, ya que, como señalan Gómez-Sánchez y Rodríguez [3], la mayoría de los estudios en el sector tienden a abordar estas dimensiones de manera fragmentada. El desarrollo de un modelo de evaluación integral puede ser replicado en otras empresas del sector, amplificando así el impacto del conocimiento generado.

La investigación también se justifica por su alineamiento con las políticas públicas y tendencias globales en materia de sostenibilidad. Tanto el Plan Nacional de Desarrollo del Ecuador como los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas enfatizan la importancia de promover una industrialización inclusiva y sostenible. Al generar evidencia técnica para la transición hacia operaciones más eficientes y bajas en carbono, este estudio contribuye directamente a estos objetivos nacionales y globales.

Finalmente, la investigación responde a las necesidades específicas de Oliojoya en su proceso de modernización y adaptación a las nuevas exigencias del mercado. Los hallazgos del estudio proporcionarán a la empresa una base técnica sólida para priorizar inversiones en tecnologías más eficientes, optar por certificaciones de sostenibilidad y fortalecer su posicionamiento en mercados que valoran el desempeño ambiental. Como advierte la RSPO [1], las empresas que no adapten sus operaciones a los estándares de sostenibilidad enfrentarán crecientes barreras de acceso a mercados internacionales, particularmente en Europa y Norteamérica.

En síntesis, esta investigación se justifica por su potencial para generar impactos positivos simultáneos en la competitividad empresarial, la protección ambiental y el desarrollo territorial, constituyéndose en un referente para la transición del sector palmicultor ecuatoriano hacia modelos de producción más sostenibles y resilientes.

## **1.4.Objetivos**

### ***1.4.1.Objetivo General***

- Analizar la huella de carbono y los indicadores de eficiencia operativa del proceso de refinación de aceite de palma en Oliojoya, en las etapas de recepción de materia prima,

refinación, fraccionamiento y envasado, para proponer acciones de optimización ambiental y productiva.

#### ***1.4.2. Objetivos Específicos***

- Evaluar la eficiencia operativa del proceso de refinación del aceite crudo de palma en Oliojoya, mediante el levantamiento y análisis cuantitativo de datos en cada etapa, para identificar oportunidades de optimización en el uso de recursos.
- Cuantificar la huella de carbono generada durante el proceso de refinación en Oliojoya, aplicando metodologías ISO 14064, factores de emisión IPCC y mediante planillas de cálculo, para determinar el impacto ambiental de las operaciones.
- Proponer estrategias de mejora basadas en los resultados de eficiencia operativa y cuantificación de la huella de carbono, aplicando criterios técnico-económicos y ambientales; evaluar su viabilidad mediante simulaciones de proceso y análisis costo-beneficio, con el fin de optimizar el proceso y asegurar su implementación efectiva en Oliojoya.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.**

### **2.1. Conceptos Generales**

La evaluación integral de la eficiencia operativa y la cuantificación sistemática de la huella de carbono constituyen ejes fundamentales para la transición hacia procesos sostenibles en la industria oleaginosa contemporánea. En el contexto específico de Oliojoya Industria Aceitera Cía. Ltda., el análisis del desempeño energético y ambiental del proceso de refinación se erige como un requisito indispensable para identificar oportunidades de optimización que permitan simultáneamente reducir costos operativos y minimizar los impactos ambientales derivados de la actividad productiva.

La medición precisa de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al proceso de refinación representa el sustento técnico-científico para establecer estrategias de mitigación efectivas, alineadas con los estándares internacionales de sostenibilidad [1]. Este abordaje metodológico integral no solo favorece el fortalecimiento de la responsabilidad ambiental corporativa, sino que también potencia la competitividad empresarial en mercados globales cada vez más exigentes con los criterios de sostenibilidad.

La implementación de este marco evaluativo impulsa la adopción de tecnologías limpias y prácticas operativas eficientes, fundamentadas en indicadores de desempeño estandarizados como el Índice de Eficiencia Global de los Equipos (OEE) y metodologías reconocidas para el cálculo de huella de carbono [2]. De esta manera, se consolida el compromiso estratégico de la empresa con la sostenibilidad ambiental y la protección del entorno, estableciendo las bases técnicas para la mejora continua de sus procesos productivos en armonía con los principios del desarrollo sostenible.

### **2.2. Antecedentes de Investigación.**

#### **2.2.1. Experiencias en Eficiencia Operativa y Sostenibilidad en Centroamérica**

El sector palmicultor centroamericano ha demostrado avances significativos en la implementación de tecnologías de vanguardia para optimizar los procesos de refinación. Un caso emblemático es el de la empresa guatemalteca NaturAceites, que implementó una refinería de última generación con tecnología Alfa Laval. Según los reportes técnicos de la empresa, la implementación de esta tecnología permitió reducir los costos operativos de 45 a 18 dólares por tonelada de aceite procesado, representando una disminución

superior al 50% [9]. Esta optimización se logró mediante sistemas integrados de recuperación de calor y tratamiento de efluentes que, adicionalmente, redujeron significativamente la carga contaminante de los residuos industriales.

El diseño de esta planta incorpora principios de economía circular, donde los subproductos del proceso de refinación son aprovechados para generar energía térmica, creando un ciclo virtuoso que minimiza el consumo de combustibles externos [9]. Esta experiencia resulta particularmente relevante para el caso de Oliojoya, ya que demuestra la viabilidad técnica y económica de modernizar las operaciones de refinación, incluso en contextos con características similares al ecuatoriano.

### **2.2.2. El Caso Colombiano: Referente en Producción Sostenible**

Colombia se ha consolidado como el cuarto productor mundial de aceite de palma y el primero en América Latina, con una producción que alcanzó las 1,77 millones de toneladas en 2022 según los últimos datos sectoriales disponibles . Este desempeño refleja una tendencia de crecimiento sostenido, evidenciada por el incremento del 11% registrado en los primeros nueve meses de 2025 respecto al mismo período de 2024, pasando de 1,34 millones a 1,49 millones de toneladas . La recuperación de los regímenes de lluvia tras el fenómeno de El Niño y la implementación de materiales híbridos más eficientes han sido factores determinantes en este crecimiento, particularmente en regiones como la Zona Central, que experimentó un incremento del 21,5% .

La estructura productiva colombiana se caracteriza por una significativa participación de pequeños productores, quienes representan aproximadamente el 75% del total de palmicultores del país . Este predominio de pequeña escala constituye un diferenciador importante frente a otros países productores y ha requerido el desarrollo de estrategias específicas de inclusión y asistencia técnica para garantizar la adopción de prácticas sostenibles en toda la cadena de valor.

**Tabla 1**

*Producción de Aceite de Palma en Colombia (2024-2025)*

<b>Período</b>	<b>Producción (miles de toneladas)</b>	<b>Variación</b>	<b>Comentarios</b>
Septiembre 2024	120,3	-	Línea base
Septiembre 2025	144,0	+19,7%	Mejor distribución de lluvias

Período	Producción (miles de toneladas)	Variación	Comentarios
Acumulado ene-sept 2024	1.338,0	-	Base comparativa
Acumulado ene-sept 2025	1.486,3	+11,1%	Crecimiento sostenido
Últimos 12 meses (oct 2023-sept 2024)	1.730,1	-	Referencia anual
Últimos 12 meses (oct 2024-sept 2025)	1.868,2	+8,0%	Tendencias consolidadas

**Fuente:** Elaboración Propia. Adaptado de Informe de Palmicultura Colombia 2025.

### 2.2.2.1. Huella de Carbono y Compromiso Cero Deforestación

Colombia ha establecido parámetros cuantificables para evaluar el desempeño ambiental del sector, con una huella de carbono referencia de 182 kg de CO<sub>2</sub> equivalente por tonelada de aceite crudo producido . Este indicador, calculado considerando las emisiones producidas en toda la cadena productiva, constituye una métrica fundamental para la evaluación comparativa con otros orígenes y para el establecimiento de metas de reducción progresiva [10].

Un pilar fundamental de la sostenibilidad en el sector palmicultor colombiano es su compromiso con la cero deforestación, respaldado por sistemas de monitoreo satelital en tiempo real que cubren más de 18,5 millones de hectáreas . Este esfuerzo colectivo ha permitido demostrar que el 99% del área cultivada con palma de aceite en Colombia está libre de deforestación, posicionando al país como referente regional en la producción responsable [11]. La palmicultura colombiana contribuye con no más del 5% de la deforestación total en Latinoamérica, un diferencial significativo frente a otras regiones productoras .

### 2.2.2.2. Sistemas de Certificación y Verificación

Colombia ha desarrollado esquemas de certificación adaptados a sus condiciones específicas, destacándose el programa APSColombia (Aceite de Palma Sostenible de Colombia), que verifica el cumplimiento de principios de sostenibilidad ambiental, social y de gobernanza [12]. Empresas como Poligrow Colombia S.A.S. han sido pioneras en obtener esta verificación, demostrando el compromiso del sector con estándares robustos y aplicables .

A nivel de certificaciones internacionales, aproximadamente el 28%-30% de la producción total de aceite de palma colombiana cuenta con certificación de sostenibilidad

bajo estándares como RSPO, ISCC y Rainforest Alliance . El Grupo Daabon ha destacado particularmente en este ámbito, siendo reconocido por la plataforma SPOTT como el productor más sostenible a nivel global tras alcanzar una puntuación de 95,6% en criterios ESG (ambiental, social y gobernanza) [13].

Un hito significativo fue el logro de productores latinoamericanos de alcanzar dos millones de toneladas de Aceite de Palma Sostenible Certificado (CSPO) en 2023, lo que representa aproximadamente un tercio de la producción total de la región . Colombia jugó un papel protagónico, consolidando a Latinoamérica como la región de más rápido crecimiento en términos de certificación a nivel global .

**Figura 2**  
*Cultivo de palma en Colombia*



**Fuente:** Instituto Colombiano Agropecuario. (2024)

### *2.2.2.3. Dinámicas de Mercado y Comercialización*

El mercado de aceite de palma colombiano presenta una distribución equilibrada entre el consumo interno y las exportaciones. Durante el período enero-septiembre de 2025, las exportaciones de aceite de palma crudo crecieron un notable 45,5%, pasando de 314 mil a 457 mil toneladas, mientras que las ventas en el mercado local mostraron una leve contracción del 1,1% . Este dinamismo exportador refleja la creciente competitividad del aceite de palma colombiano en mercados internacionales.

En términos de segmentación de mercado, los aceites y grasas comestibles continúan liderando la demanda con una participación del 51%, seguidos por el biodiesel con un 43%, mientras que los alimentos concentrados y otros usos industriales mantienen participaciones menores pero estables . Esta diversificación de aplicaciones contribuye a la resiliencia del sector frente a fluctuaciones de demanda en mercados específicos.

**Figura 3**  
*Comercialización de palma africana*



Fuente: Mongabay Latam. (2025)

**Tabla 2**  
*Ventas de Aceite de Palma Colombiano por Destino y Segmento (2025)*

Categoría	Volumen (miles de toneladas)	Participación	Crecimiento vs. 2024
<b>VENTAS TOTALES</b>	<b>1.469,0</b>	<b>100%</b>	<b>+9,9%</b>
<i>Por destino</i>			
Mercado local	1.012,0	69%	-1,1%
Exportación	457,0	31%	+45,5%
<i>Por segmento (mercado local)</i>			
Aceites y grasas comestibles	-	51%	-
Biodiesel	-	43%	-
Otros usos industriales	-	6%	-

Fuente: Elaboración Propia

#### 2.2.2.4. Integración con Biocombustibles y Tendencias Emergentes

Un factor clave en la dinámica del sector palmicultor colombiano es su creciente integración con la industria de biocombustibles. Países como Colombia y Brasil han establecido mandatos de mezcla que impulsan la demanda de aceite de palma como materia prima para biodiesel [14]. Esta tendencia se refleja en las ventas al mercado local, donde el segmento de biodiesel absorbió 43.000 toneladas solo en enero de

2025 resaltando la gran importancia en el sector a la adopción de un enfoque integral hacia la sostenibilidad ambiental.

Los pequeños productores han jugado un rol fundamental en la transformación sostenible del sector. El grupo de pequeños productores independientes se convirtió en el primero en Colombia en obtener la Certificación RSPO, demostrando que la sostenibilidad es alcanzable independientemente de la escala de operación. Este logro es particularmente relevante considerando que los pequeños productores representan una proporción significativa del sector en Latinoamérica, superando el 90% en países como Perú, México y Honduras [15].

**Figura 4**  
*Biocombustibles*



**Fuente:** Innovación Industrial. (2025)

#### *2.2.2.5. Lecciones Aplicables al Contexto Ecuatoriano*

El caso colombiano ofrece valiosas lecciones para Ecuador en su transición hacia modelos de producción más sostenibles:

1. **Sistemas de monitoreo y trazabilidad:** La implementación de tecnologías de monitoreo satelital en Colombia ha sido fundamental para verificar el cumplimiento de compromisos de cero deforestación. Esta experiencia es técnicamente replicable en Ecuador, adaptándola a las características específicas de su sector palmicultor.
2. **Esquemas de certificación adaptados:** El desarrollo del programa APSColombia demuestra la importancia de crear estándares nacionales que respondan a las condiciones locales.
3. **Inclusión de pequeños productores:** Las estrategias colombianas para apoyar a los pequeños productores en procesos de certificación ofrecen modelos

replicables para Ecuador, donde la pequeña escala también representa un componente significativo del sector.

4. **Integración con biocombustibles:** La experiencia colombiana en el desarrollo de mercados para el aceite de palma en la producción de biodiesel representa una oportunidad de diversificación para el sector ecuatoriano.

La combinación de eficiencia operativa, sostenibilidad ambiental y diversificación de mercados posiciona a Colombia como un referente regional cuyo modelo de desarrollo sectorial ofrece valiosos para la industria palmicultora ecuatoriana, particularmente para empresas como Oliojoya que buscan equilibrar competitividad con responsabilidad ambiental.

### 2.2.3. Herramientas de Medición y Gestión de Huella de Carbono

El desarrollo de la Calculadora App Ecopalma constituye un avance tecnológico significativo en la cuantificación y gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector palmicultor colombiano. Según Munar-Flórez, Ramírez-Contreras y García-Núñez [16], "esta herramienta surge de un proceso de investigación y desarrollo tecnológico iniciado en 2019, adaptada a las características específicas del cultivo de palma aceitera en Colombia". La aplicación representa la evolución de un sistema que inicialmente se basaba en hojas de cálculo complejas hacia una plataforma digital accesible que integra múltiples variables del proceso productivo.

La herramienta fue desarrollada mediante un proceso colaborativo que involucró a Cenipalma, el Fondo de Fomento Palmero y diversos actores de la cadena productiva, lo que permitió incorporar las particularidades técnicas y operativas del sector palmicultor colombiano. El diseño de la aplicación considera las emisiones de GEI en toda la cadena de valor, desde las actividades agrícolas en campo hasta el procesamiento en plantas de beneficio, incluyendo el transporte de materias primas y productos terminados [17].

**Figura 5**  
*Huella de carbono*



Fuente: CECODES. (2023)

### 2.2.3.1. Características Técnicas y Metodológicas

La Calculadora App Ecopalma se sustenta en una base metodológica robusta que incorpora los principios establecidos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) y los estándares internacionales de contabilidad de carbono [18]. La herramienta permite calcular las emisiones mediante factores de emisión específicos para las condiciones tropicales y las prácticas agrícolas características de la palmicultura latinoamericana.

Entre sus funcionalidades técnicas destacadas se incluyen:

- **Cálculo de emisiones por fuente:** La aplicación distingue entre emisiones directas (por ejemplo, consumo de combustibles fósiles en maquinaria agrícola) e indirectas (como las asociadas a la fabricación de fertilizantes sintéticos)
- **Módulos especializados:** Desarrolla cálculos específicos para diferentes etapas del proceso productivo, incluyendo vivero, establecimiento de plantaciones, mantenimiento, cosecha y procesamiento industrial
- **Parámetros ajustables:** Permite la adaptación de factores de emisión según las condiciones locales y la disponibilidad de información específica de cada predio o planta de beneficio

### 2.2.3.2. Implementación y Estrategia de Adopción

La implementación de esta herramienta ha demostrado ser efectiva para "fortalecer capacidades en la adopción de buenas prácticas bajas en carbono dentro de la cadena productiva" [16]. El proceso de adopción se ha apoyado en una estrategia integral que combina:

1. **Capacitación técnica:** Desarrollo de talleres y materiales educativos dirigidos a técnicos, productores y profesionales del sector
2. **Validación en campo:** Pruebas piloto en diferentes regiones palmicultoras para ajustar la herramienta a las variaciones regionales
3. **Articulación institucional:** Coordinación con gremios, autoridades ambientales y centros de investigación para asegurar la legitimidad y aceptación de los resultados

Los usuarios pueden identificar mediante esta herramienta los puntos críticos de generación de emisiones y priorizar las intervenciones más eficaces para reducir la huella de carbono, estableciendo planes de acción basados en datos técnicos. La aplicación

genera reportes detallados que permiten comparar el desempeño ambiental entre diferentes unidades productivas y establecer líneas base para monitorear el progreso en la reducción de emisiones a lo largo del tiempo.

#### *2.2.3.3. Impacto y Aplicaciones en la Toma de Decisiones*

La utilización sistemática de la Calculadora App Ecopalma ha permitido al sector palmicultor colombiano:

- Establecer una metodología estandarizada para el cálculo de huella de carbono, facilitando la comparabilidad y agregación de resultados a nivel sectorial
- Identificar que las principales fuentes de emisión se concentran en el uso de fertilizantes nitrogenados (aproximadamente 35-40% del total), seguido por el consumo de diésel en labores agrícolas y transporte (25-30%)
- Desarrollar estrategias específicas de mitigación basadas en evidencia técnica, como programas de optimización en el uso de fertilizantes, transición hacia fuentes de energía renovable y mejora en la eficiencia logística
- Fortalecer la posición competitiva en mercados internacionales mediante la demostración cuantificada del compromiso ambiental del sector

#### *2.2.3.4. Lecciones para el Contexto Ecuatoriano*

La experiencia colombiana con la Calculadora App Ecopalma ofrece valiosas lecciones para el desarrollo de herramientas similares en Ecuador:

1. **Importancia de la adaptación local:** La efectividad de la herramienta depende críticamente de su ajuste a las condiciones específicas de cada país, incluyendo prácticas agrícolas, fuentes de energía y características de los suelos
2. **Enfoque participativo:** La involucración temprana de los actores de la cadena productiva facilita la adopción y utilidad práctica de la herramienta
3. **Articulación con estándares internacionales:** El diseño debe permitir la compatibilidad con sistemas de certificación y reporte reconocidos globalmente
4. **Evolución continua:** La herramienta debe concebirse como una plataforma en constante mejora, incorporando nuevos conocimientos científicos y experiencias prácticas

La implementación de un sistema similar en Ecuador, adaptado a las particularidades de la palmicultura en provincias como Esmeraldas, representaría un avance significativo en la gestión ambiental del sector y constituiría una base sólida para el desarrollo de estrategias de mitigación del cambio climático específicas y efectivas.

#### ***2.2.4. Certificación y Estándares Internacionales***

La Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible (RSPO) se ha consolidado como el sistema de certificación más robusto a nivel global, con una creciente adopción que refleja la transformación del sector hacia prácticas más responsables. La certificación RSPO se ha extendido a 24 países, abarcando 5.1 millones de hectáreas certificadas de palma aceitera, con incorporaciones recientes en Santo Tomé y Príncipe y Sri Lanka . Según el último reporte de la organización, aproximadamente el 20.1% de la producción global de aceite de palma fue certificada como sostenible en 2023, mostrando un crecimiento constante en la adopción de estos estándares . Esta tendencia responde a la creciente demanda de mercados internacionales, especialmente europeos y norteamericanos, por productos que cumplan con criterios de sostenibilidad verificables, particularmente tras la implementación del Reglamento de la Unión Europea sobre Deforestación (EUDR) .

El valor de la certificación no se limita al acceso a mercados, sino que se extiende a beneficios ambientales cuantificables. Un estudio integral demostró que el aceite de palma sostenible certificado por RSPO tiene un impacto en el cambio climático un 35% menor en comparación con el aceite de palma no certificado . Este desempeño ambiental mejorado posiciona favorablemente a los productores certificados frente a las crecientes exigencias regulatorias globales.

**Figura 6**  
*Certificación RSPO*



**Fuente:** CECODES. (2023)

##### ***2.2.4.1. Impacto Ambiental y Conservación***

Bajo el sistema de certificación RSPO, se han conservado más de 425,000 hectáreas de bosques en 21 países, áreas que ahora se gestionan activamente para su protección . Este compromiso se extiende más allá de la conservación terrestre,

incluyendo la protección de 29,469 hectáreas de reservas ribereñas, ecosistemas críticos para la biodiversidad acuática y terrestre .

Los estándares RSPO exigen específicamente la protección de bosques con Alto Valor de Conservación (AVC) y Altas Reservas de Carbono (ARC), estableciendo un marco técnico para identificar y preservar ecosistemas críticos . En América Latina, este enfoque ha demostrado resultados significativos, con Brasil emergiendo como el tercer país con mayor superficie conservada bajo certificación RSPO, donde los productores certificados han salvaguardado más de 80,000 hectáreas .

#### *2.2.4.2. Evidencia Científica y Beneficios Climáticos*

El enfoque de RSPO trasciende la certificación de procesos para priorizar resultados medibles e impacto basado en evidencia . Los sistemas de certificación proporcionan marcos para ayudar a los gobiernos a desarrollar herramientas probadas para monitorear y gestionar ecosistemas efectivamente . Este enfoque en la medición del impacto ha permitido documentar científicamente los beneficios ambientales de la producción certificada, proporcionando argumentos técnicos sólidos para su adopción.

#### *2.2.4.3. Dimensión Social e Inclusividad*

A pesar de representar aproximadamente el 40% de la superficie total de plantaciones de palma aceitera a nivel global, los pequeños productores siguen marginados de los mercados nacionales, regionales y mundiales . Se enfrentan a desafíos crecientes, incluida la disminución de la demanda de créditos de sostenibilidad, recortes en los presupuestos gubernamentales destinados al financiamiento del desarrollo y la interrupción de las relaciones comerciales debido a cambios en las políticas arancelarias .

En 2024, la situación alcanzó un punto crítico cuando representantes del Foro para el Aceite de Palma Sostenible (FONAP) y la Unión de Pequeños Productores de Palma Aceitera (SPKS) alertaron que el mercado de créditos para pequeños productores certificados RSPO prácticamente ha dejado de funcionar . Muchos miembros que cumplieron con los estándares de sostenibilidad ya no pueden vender sus productos como certificados, lo que plantea dudas sobre el valor tangible de la certificación para este grupo vulnerable .

**Figura 7**  
*Mapeo de forestación en Colombia*



**Fuente:** Cero Deforestación. (2024)

#### *2.2.4.4. Eficiencia Operativa y Consideraciones Críticas*

Un estudio académico de 2025 de la Universidad de St. Gallen (Suiza) sugiere que el cumplimiento de RSPO podría reducir la eficiencia de las plantaciones, tanto antes como después de obtener la certificación. La investigación, que analizó 144 plantaciones en Sabah, Malasia, mediante imágenes satelitales, encontró una disminución en la cobertura de palma aceitera, que los investigadores atribuyeron a requisitos de certificación como procedimientos de replantación y restricciones en el uso de pesticidas y fertilizantes.

La RSPO ha cuestionado estos hallazgos, argumentando que el estudio no compara concesiones certificadas y no certificadas, y por lo tanto no puede determinar si las observaciones están verdaderamente vinculadas a la certificación. La organización señaló que la investigación no consideró factores clave como la edad de la palma de aceite que tiene una vida productiva de 25 años, ni decisiones empresariales para eliminar palmas de baja productividad en terrenos irregulares.

#### *2.2.4.5. Equilibrio entre Sostenibilidad y Productividad*

Este debate académico resalta el equilibrio necesario entre los objetivos de sostenibilidad y la eficiencia operativa. Mientras que los criterios de certificación pueden imponer ciertas restricciones operativas, también impulsan mejoras en la gestión a largo plazo y la resiliencia ambiental de las plantaciones. Para los productores, el desafío reside en optimizar sus operaciones dentro del marco de sostenibilidad, donde las posibles

reducciones en productividad por unidad de área pueden compensarse con primas en el precio de mercado y mejores acceso a mercados.

### **2.2.5. Relevancia Estratégica para Ecuador y América Latina**

América Latina se ha distinguido como líder en producción sostenible entre las regiones productoras de aceite de palma. En la región, el 34.8% de la producción regional de aceite de palma cuenta con certificación RSPO, con el potencial de alcanzar casi el 75% en los próximos años . A nivel regional, se certificaron 1.8 millones de toneladas de aceite de palma crudo en 2022, representando el 35% de la producción total de la región, con proyecciones de alcanzar 2 millones de toneladas para 2023 .

#### **2.2.5.1. El Caso Ecuatoriano: Certificación Jurisdiccional**

Ecuador ha emergido como pionero en la implementación del enfoque de certificación jurisdiccional RSPO, siendo el primer país de América Latina en comprometerse con este proceso durante un taller internacional en marzo de 2017 . Este modelo innovador implica la adopción e implementación de los principios y criterios RSPO a nivel nacional, asegurando la inclusión de todos los actores de la cadena productiva, desde pequeños agricultores hasta grandes empresas .

El compromiso ecuatoriano involucra a múltiples partes interesadas, incluyendo los Ministerios de Ambiente y Agricultura, la Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera, organizaciones de la sociedad civil y grupos de productores . Según el ex CEO de RSPO, Darrel Webber, esta iniciativa "es visionaria para un país que produce aceite de palma" y tiene el potencial de inspirar a otros países a seguir los mismos pasos .

**Figura 8**  
*Producción de palma en Ecuador*



**Fuente:** El Oriente. (2025)

#### **2.2.5.2. Liderazgo de Productores Ecuatorianos**

Empresas ecuatorianas como Grupo Danec, el grupo empresarial más grande de plantaciones de palma aceitera, extractores de aceite y refinerías del país en lograr la

certificación RSPO - han reforzado el liderazgo de Ecuador mediante compromisos públicos adicionales . En febrero de 2023, el grupo se comprometió públicamente con "Cero Deforestación y Cero Trabajo Infantil", alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU y abordando dos de los desafíos de sostenibilidad más críticos de Ecuador .

**Tabla 3**

*Impacto de la Certificación RSPO en América Latina*

<b>Indicador</b>	<b>Datos Regionales</b>	<b>Casos Nacionales Destacados</b>
<b>Producción Certificada</b>	34.8% de la producción regional	Ecuador: Potencial para certificación del 75% de la producción
<b>Cobertura Geográfica</b>	5.1 millones de hectáreas certificadas en 24 países	Brasil: >80,000 hectáreas conservadas (3° a nivel mundial)
<b>Beneficios Ambientales</b>	35% menor impacto en cambio climático vs. no certificado	Grupo Danec (Ecuador): Compromiso "Cero Deforestación"
<b>Mecanismos Innovadores</b>	Modelo de Certificación Jurisdiccional	Ecuador: Primer país en implementarlo en América Latina

Fuente: Elaboración Propia

La certificación RSPO continúa evolucionando desde un enfoque basado principalmente en sellos y hectáreas certificadas hacia uno que prioriza resultados medibles e impacto basado en evidencia . Esta transición responde a la creciente demanda de transparencia y efectividad en los sistemas de certificación, particularmente en el contexto de los compromisos climáticos globales.

Para productores como Oliojoya en Ecuador, la certificación representa no solo un requisito de acceso a mercados premium, sino una oportunidad estratégica para diferenciar su oferta en un mercado global cada vez más competitivo y regulado. El liderazgo demostrado por Ecuador en la certificación jurisdiccional y por empresas ecuatorianas como Grupo Danec en compromisos de cero deforestación, posiciona favorablemente al país para capitalizar las crecientes oportunidades en los mercados internacionales de aceite de palma sostenible .

### *2.2.5.3. Innovación en Insumos y Prácticas Agrícolas*

Las experiencias internacionales demuestran que la innovación en insumos agrícolas constituye un pilar fundamental para la reducción significativa de la huella de carbono en el sector palmicultor. En Colombia, la implementación estratégica de fertilizantes de baja huella de carbono ha permitido reducir "27,700 toneladas de CO<sub>2</sub> en 2024 en la cadena de producción" [14]. Esta reducción representa un avance crucial en la descarbonización del sector, demostrando que la optimización de insumos puede generar beneficios ambientales cuantificables sin comprometer la productividad.

La transición hacia prácticas agrícolas regenerativas ha emergido como una tendencia global en la palmicultura sostenible. Estas prácticas incluyen el manejo integrado de nutrientes, la implementación de cultivos de cobertura y la aplicación de biofertilizantes y bioplaguicidas derivados de microorganismos nativos. Según estudios recientes, la adopción de estas tecnologías biológicas puede reducir hasta en un 40% las emisiones asociadas a la síntesis y aplicación de insumos químicos convencionales, al tiempo que mejora la salud del suelo y la resiliencia de los cultivos frente a estrés climático.

La agricultura de precisión representa otro avance tecnológico con impacto directo en la huella de carbono. Mediante el uso de sensores remotos, drones y sistemas de información geográfica, los productores pueden optimizar la aplicación de insumos, reduciendo hasta en un 25% el uso de fertilizantes y fitosanitarios. Esta aproximación tecnológica permite la aplicación sitio-específica de nutrientes, asegurando que las plantas reciban exactamente lo que necesitan, donde lo necesitan, minimizando las pérdidas por lixiviación y volatilización.

La innovación en la gestión del agua también contribuye sustancialmente a la reducción de emisiones. Sistemas de riego de alta eficiencia, como el goteo y la microaspersión, pueden disminuir el consumo energético asociado al bombeo y la distribución de agua hasta en un 30%, reduciendo indirectamente las emisiones de GEI. Además, el manejo adecuado de aguas residuales mediante sistemas de tratamiento anaeróbico permite capturar metano para generación energética, transformando un pasivo ambiental en un activo energético.

La integración de energías renovables en las operaciones agrícolas completa este enfoque integral. La instalación de sistemas fotovoltaicos para alimentar bombas de riego, plantas de procesamiento primario y sistemas de iluminación reduce la dependencia de

combustibles fósiles, contribuyendo adicionalmente a la disminución de la huella de carbono del aceite de palma producido.

Estas estrategias complementan las mejoras en eficiencia operativa y representan una aproximación integral a la gestión de emisiones, posicionando a la innovación en insumos y prácticas agrícolas como un componente esencial para la transición del sector palmicultor hacia modelos de producción bajos en carbono y ambientalmente responsables. La sinergia entre innovación tecnológica, prácticas sostenibles y gestión eficiente de recursos constituye el camino hacia una palmicultura competitiva y climáticamente inteligente.

**Figura 9**

*Innovación en la producción de aceite de palma*



**Fuente:** Carro de combate. (2024)

#### *2.2.5.4. Lecciones Aplicables al Contexto Ecuatoriano*

La experiencia internacional proporciona lecciones valiosas para la optimización de procesos en Oliojoya, particularmente en lo concerniente a la implementación de sistemas de medición y monitoreo ambiental. La implementación de herramientas de medición similares a la Calculadora App Ecopalma desarrollada en Colombia permitiría establecer una línea base precisa de emisiones de GEI e identificar oportunidades de mejora específicas adaptadas a las condiciones locales de la provincia de Esmeraldas. Esta herramienta, debidamente adaptada al contexto ecuatoriano, facilitaría el diagnóstico de los puntos críticos de generación de emisiones en toda la cadena de valor, desde la etapa agrícola hasta el procesamiento industrial.

La experiencia colombiana demuestra que la implementación de estas herramientas debe ir acompañada de un programa de capacitación técnica continuo que garantice la correcta interpretación de los datos y la formulación de planes de acción efectivos. Para Oliojoya, esto significaría no solo contar con una métrica confiable de su desempeño ambiental actual, sino también establecer metas de reducción progresiva

basadas en evidencia técnica, alineadas con los compromisos nacionales de descarbonización.

### ***2.2.6. Transferencia de Tecnologías de Eficiencia Energética***

Las tecnologías de eficiencia energética implementadas en Centroamérica demuestran el potencial de reducción de costos operativos mediante la modernización de los procesos de refinación. El caso de NaturAceites en Guatemala ilustra cómo la implementación de sistemas de recuperación de calor residual y evaporadores al vacío de última generación puede reducir los costos operativos en más de un 50%, transformando la eficiencia energética en una ventaja competitiva sustancial.

Para Oliojoya, la adopción progresiva de estas tecnologías representaría una oportunidad para mejorar su rentabilidad operativa mientras reduce simultáneamente su intensidad de emisiones. La implementación podría iniciarse con auditorías energéticas detalladas que identifiquen las áreas de mayor ineficiencia, seguido de un plan de inversión faseado que priorice las intervenciones con mayor retorno económico y ambiental.

#### **Figura 10**

*Planta de producción de OLIOJOYA*



Fuente: OLIOJOYA. (2024)

#### ***2.2.6.1. Certificación y Acceso a Mercados Internacionales***

El éxito del modelo colombiano en certificación sostenible sugiere que Oliojoya podría beneficiarse estratégicamente de la adopción de estándares internacionales como RSPO, no solo como herramienta de gestión ambiental, sino también como estrategia de

acceso a mercados premium. La creciente demanda de aceite de palma sostenible certificado en mercados europeos y norteamericanos, acelerada por regulaciones como el EUDR, crea una ventana de oportunidad para productores que puedan demostrar cumplimiento con estándares verificables.

La experiencia colombiana indica que el proceso de certificación debe abordarse como una inversión estratégica más que como un simple gasto. Empresas como el Grupo Daabon han demostrado que la certificación puede generar primas de precio entre 3% y 8% sobre el valor de mercado, además de abrir oportunidades de contratos a largo plazo con compradores internacionales que exigen trazabilidad y sostenibilidad en sus cadenas de suministro.

#### *2.2.6.2. Integración de Enfoques Circulares y de Baja Emisión*

La combinación de eficiencia operativa y sostenibilidad ambiental emerge como un diferenciador competitivo en el mercado global de aceites vegetales, pero su implementación requiere adaptación al contexto local. Las experiencias internacionales exitosas sugieren que Oliojoya podría explorar modelos de biorrefinería integrada, donde los subproductos del proceso de refinación (como los efluentes líquidos y las biomasas residuales) se transformen en energía renovable o ingredientes de valor agregado.

La implementación de digestores anaeróbicos para el tratamiento de efluentes, siguiendo modelos probados en plantaciones colombianas y malasias, permitiría a Oliojoya capturar metano para generación eléctrica, reduciendo simultáneamente su huella de carbono y sus costos energéticos. Datos del sector indican que estas instalaciones pueden lograr una reducción del 80% en las emisiones de metano mientras generan excedentes energéticos que pueden destinarse al autoconsumo o a la venta a la red eléctrica nacional.

### **Figura 11**

#### *Enfoque de reducción de contaminación*



**Fuente:** RSPO.org. (2025)

### *2.2.6.3. Construcción de Alianzas Estratégicas y Desarrollo de Capacidades*

Finalmente, la experiencia internacional subraya la importancia de las alianzas público-privadas y la colaboración sectorial para acelerar la transición hacia modelos más sostenibles. La participación en iniciativas como la Mesa Redonda de Aceite de Palma Sostenible Ecuador o la articulación con programas de investigación y desarrollo de universidades locales puede proporcionar a Oliojoya acceso a conocimiento especializado, financiamiento concesional y oportunidades de intercambio de mejores prácticas.

El desarrollo de capacidades internas en gestión ambiental y eficiencia energética resulta igualmente crucial. Programas de formación técnica en medición de huella de carbono, optimización de procesos y manejo de tecnologías limpias permitirían capitalizar las inversiones en modernización tecnológica, asegurando que los avances en sostenibilidad se mantengan y escalen en el tiempo.

La combinación estratégica de estas lecciones internacionales, adaptadas al contexto específico de Oliojoya y la provincia de Esmeraldas, crea un camino viable hacia una operación simultáneamente más competitiva, resiliente y ambientalmente responsable, posicionando a la empresa como referente en la transición sostenible del sector palmicultor ecuatoriano.

## **2.3. Fundamentación Teórica**

### ***2.3.1. Eficiencia Operativa en Procesos Industriales de Refinación de Aceite de Palma***

La eficiencia operativa constituye un pilar fundamental para la competitividad y sostenibilidad de las industrias de procesamiento de aceite de palma. Según García et al. [19], "la eficiencia operativa en plantas de refinación se define como la capacidad de maximizar la productividad y calidad del output mientras se minimiza el consumo de insumos, energía y la generación de residuos" [19, p. 45]. Este concepto integra múltiples dimensiones que incluyen la eficiencia energética, la optimización en el uso de recursos hídricos, la reducción de mermas y la maximización de la capacidad instalada.

En el contexto específico de la refinación de aceite de palma, la eficiencia operativa adquiere particular relevancia debido a la naturaleza intensiva en energía de los procesos de desgomado, neutralización, blanqueo y desodorización. Estudios recientes demuestran que "las plantas de refinación eficientes pueden alcanzar ahorros energéticos de hasta 30% mediante la implementación de sistemas de recuperación de calor y optimización de ciclos térmicos" [20].

### *2.3.1.1. Indicadores Clave de Desempeño Operativo*

La medición sistemática de la eficiencia operativa requiere el monitoreo de indicadores clave de desempeño (KPIs) específicos. La literatura especializada identifica los siguientes parámetros como críticos:

- **Eficiencia Térmica Global (GTE):** Relación entre la energía teórica requerida y la energía real consumida en los procesos de calentamiento
- **Tasa de Utilización de Capacidad (CUR):** Porcentaje de utilización efectiva de la capacidad instalada de procesamiento
- **Rendimiento a través de Balance de Masas:** Relación entre productos terminados y materias primas utilizadas
- **Índice de Calidad del Producto:** Porcentaje de producto que cumple con especificaciones de calidad sin reprocesos

Según datos de la industria, "las refinerías líderes a nivel global mantienen índices de eficiencia energética superiores al 85% y tasas de utilización de capacidad por encima del 90%" [21, p. 23].

### *2.3.1.2. Tecnologías para la Optimización Operativa*

La implementación de tecnologías de Industria 4.0 ha revolucionado las estrategias de mejora de eficiencia operativa. Los sistemas de monitoreo en tiempo continuo permiten la detección temprana de desviaciones y la implementación de ajustes proactivos. Investigaciones recientes demuestran que "la implementación de sensores IoT en líneas de refinación reduce en un 25% las paradas no programadas y disminuye en un 15% el consumo específico de vapor" [22].

Las plataformas de analítica predictiva representan otro avance significativo, permitiendo modelar el comportamiento de los procesos y anticipar escenarios de ineficiencia. Estas herramientas procesan grandes volúmenes de datos operacionales para identificar patrones y correlaciones que escapan al análisis convencional.

**Figura 12**  
*Ley de Palma Aceitera en Ecuador*



**Fuente:** Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2022)

### **2.3.2. Impacto en la Sostenibilidad Ambiental**

La optimización de la eficiencia operativa genera beneficios ambientales directos y cuantificables. Estudios de caso documentan que "por cada 10% de mejora en la eficiencia energética, se reduce aproximadamente un 8% la huella de carbono del proceso de refinación" [23, p. 56]. Esta relación sinérgica entre eficiencia operativa y desempeño ambiental posiciona a la optimización de procesos como una estrategia clave para la descarbonización del sector.

La implementación de sistemas de gestión integral de energía según la norma ISO 50001 ha demostrado ser particularmente efectiva, generando "reducciones promedio del 12% en el consumo energético durante el primer año de implementación" [24, p. 24].

#### **2.3.2.1. Metodologías para la Mejora Continua**

La excelencia operativa se sustenta en la aplicación sistemática de metodologías de mejora continua. El enfoque Lean Manufacturing aplicado a plantas de refinación ha demostrado capacidad para "reducir los tiempos de ciclo en un 20% y disminuir las pérdidas por reproceso en un 35%" [25].

Complementariamente, la metodología Six Sigma permite abordar la variabilidad de los procesos mediante el control estadístico, alcanzando niveles de calidad Six Sigma que se traducen en "menos de 3.4 defectos por millón de oportunidades en parámetros críticos de calidad del aceite refinado" [26].

**Figura 13**  
*Lean Six Sigma*



**Fuente:** Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2022)

#### *2.3.2.2. Integración con Economía Circular*

Los modelos de eficiencia operativa contemporáneos incorporan principios de economía circular, transformando los subproductos del proceso de refinación en recursos valiosos. La valorización de licor de neutralización para extracción de ácidos grasos y la utilización de tierras de blanqueo gastadas en procesos de bioremediación representan ejemplos de cómo la eficiencia operativa trasciende el ámbito interno para generar valor en el ecosistema industrial.

#### *2.3.3. Proceso de Refinación de Aceite de Palma*

El proceso de refinación del aceite de palma crudo (CPO) constituye una etapa industrial fundamental para transformar un aceite vegetal crudo en un producto comestible y seguro, eliminando impurezas, compuestos odoríferos y componentes no deseados [27]. Este proceso, que incide directamente en la eficiencia energética, la rentabilidad y la sostenibilidad ambiental de la industria, puede abordarse mediante dos rutas tecnológicas principales: la refinación química y la refinación física [28].

##### *2.3.3.1. Enfoques Tecnológicos: Refinación Química vs. Física*

La decisión entre emplear un proceso de refinación químico o físico es estratégica y conlleva implicaciones significativas para la calidad del producto final, los costos y la huella ambiental de la operación [27].

La refinación química es un proceso que utiliza productos químicos, principalmente hidróxido de sodio (álcali), para neutralizar los ácidos grasos libres (FFA) en el aceite. Sus etapas consecutivas incluyen el desgomado (eliminación de fosfolípidos), la desacidificación con álcali, la decoloración con arcillas adsorbentes y la desodorización con vapor y vacío [28]. Entre sus principales ventajas se cuenta su

efectividad para producir un aceite de alta calidad con una vida útil prolongada, especialmente cuando se parte de un aceite crudo de palma con bajo contenido de FFA [27]. No obstante, presenta desventajas notables como el uso intensivo de químicos, que genera preocupaciones ambientales; mayores costos operativos; y una pérdida de rendimiento debido a que parte del aceite neutralizado se elimina junto con la pasta de jabón.

Por su parte, la refinación física es un proceso no químico que utiliza calor, vapor y vacío para eliminar las impurezas. Este método se vale de la destilación con vapor a alta temperatura para descomponer y remover los FFA, integrando frecuentemente las etapas de desacidificación y desodorización [27]. Sus ventajas más destacadas son la ausencia de productos químicos, lo que la hace más ecológica; costos operativos generalmente más bajos; y una mayor idoneidad para procesar aceites crudos con alto contenido de FFA. Como contrapartida, este proceso suele tener un mayor consumo energético y puede estar limitado cuando el aceite crudo presenta niveles muy elevados de impurezas.

**Tabla 4**

*Comparativa entre los Procesos de Refinación Química y Física*

Parámetro	Refinación Química	Refinación Física
Principio	Neutralización de FFA con álcali	Destilación de FFA con calor y vapor
Ventajas	-Producto de alta calidad y mayor vida útil. - Efectivo para crudos con baja acidez	-Ecológico (sin químicos) -Costos operativos más bajos - Ideal para crudos con alta acidez.
Desventajas	- Genera residuos químicos - Mayor pérdida de aceite - Costos operativos más elevados	-Alto consumo energético - Limitado con crudos de muy baja calidad

### 2.3.3.2. Etapas Clave y su Optimización para la Eficiencia

Independientemente de la ruta elegida, el proceso de refinación involucra etapas críticas cuyo control riguroso es determinante para la eficiencia operativa y la calidad del producto.

1. **Desgomado y Neutralización:** En esta fase se eliminan los fosfolípidos y mucílagos. En la refinación química, esto va acompañado de la neutralización de los FFA. Un control preciso de la temperatura (idealmente entre 60-70°C) es crucial, ya que temperaturas superiores a 75°C pueden provocar la pérdida de componentes valiosos del aceite y aumentar los costos energéticos.
2. **Decoloración o Blanqueo:** Mediante el uso de tierras adsorbentes (como arcillas activadas), se eliminan pigmentos colorantes (carotenos, clorofilas) y otros contaminantes. El tiempo de contacto con la tierra es un parámetro vital; un tiempo inferior a 15 minutos puede resultar en una decoloración ineficiente, mientras que uno excesivo puede afectar negativamente la calidad.
3. **Desodorización:** Es la etapa final de purificación, donde se aplican altas temperaturas (superiores a 200°C) y alto vacío (idealmente entre 0.5-1.5 mbar) para eliminar compuestos volátiles responsables de olores y sabores indeseables. Esta es una de las etapas más intensivas en energía. Una presión de vacío inadecuada (por ejemplo, superior a 2 mbar) resultará en un aceite con mal olor residual, mientras que un control térmico impreciso puede favorecer la formación de contaminantes como ésteres de 3-MCPD y glicidol. La implementación de sistemas de recuperación de calor puede reducir el consumo energético en esta fase hasta en un 25%.

#### *2.3.3.3. Control de Calidad y Tecnologías de Monitoreo*

Garantizar la calidad del aceite refinado requiere un monitoreo constante de parámetros clave. Tecnologías analíticas avanzadas, como la Espectroscopía de Infrarrojo Cercano (NIR), permiten un control de calidad rápido (resultados en menos de un minuto), sin necesidad de reactivos y con una preparación mínima de la muestra. Estos equipos pueden determinar simultáneamente múltiples parámetros, como el contenido de Ácidos Grasos Libres (FFA), el Índice de Yodo (IV), la humedad y los carotenos, directamente en la línea de producción, facilitando una gestión proactiva y ajustes en tiempo real.

**Tabla 5***Parámetros Críticos de Control de Calidad en el Aceite de Palma*

<b>Parámetro</b>	<b>Importancia</b>	<b>Tecnología de Análisis Rápido</b>
Ácidos Grasos Libres (FFA)	Indicador de acidez y calidad del crudo; afecta el rendimiento del refinado	NIRS, CDR PalmOilTester
Deterioro del Índice de Blanqueabilidad (DOBI)	Predictor de la eficiencia en la etapa de decoloración	NIRS, Fotometría
Carotenos	Pigmentos naturales que determinan el color; de interés en el aceite rojo de palma	NIRS, Fotometría
Valor de Peróxido	Indicador de la oxidación inicial del aceite	CDR PalmOilTester

#### 2.3.3.4. Consideraciones de Sostenibilidad e Innovación

La industria enfrenta el desafío de mejorar su eficiencia mientras reduce su impacto ambiental. La certificación RSPO promueve prácticas que, según estudios, pueden reducir el impacto en el calentamiento global del aceite de palma certificado en un 35% en comparación con el no certificado [1]. Esto se logra mediante una mejor gestión de efluentes (POME) con captura de biogás, mayores rendimientos y la protección de suelos de turba y áreas de alto valor de conservación.

Una innovación relevante es el desarrollo de procesos de refinación que permiten producir aceite rojo de palma, el cual retiene más del 80% de los carotenos y la vitamina E originales mediante el uso de destilación molecular, ofreciendo un producto final con valor nutritivo superior.

Casos documentados, como el de una planta en Colombia que implementó sistemas de automatización con PLC, demuestran que es posible lograr mejoras tangibles: un aumento del rendimiento del 92% al 96% y una significativa mejora en la calidad del color del aceite, con un retorno de la inversión en menos de seis meses.

**Figura 14**  
*Sostenibilidad ambiental en palmicultura*



**Fuente:** IDB Invest. (2024)

#### ***2.3.4. Metodologías para la Cuantificación y Análisis de Datos Operativos***

El análisis de datos operativos es fundamental para evaluar y mejorar la eficiencia en la producción. Este proceso se estructura en diferentes niveles analíticos que, de manera integrada, permiten transformar datos brutos en información accionable para la toma de decisiones. Según la literatura especializada, estos se pueden clasificar en cuatro tipos principales: análisis descriptivo, de diagnóstico, predictivo y prescriptivo [29].

El análisis descriptivo examina datos históricos para comprender qué ha ocurrido en el pasado, utilizando técnicas de agregación de datos y minería para proporcionar una instantánea fácil de digerir del desempeño operativo. Por su parte, el análisis de diagnóstico profundiza para entender por qué ocurrieron esas anomalías o resultados, empleando técnicas como la teoría de la probabilidad, el análisis de regresión y el filtrado para identificar las causas raíz. Avanzando en complejidad, el análisis predictivo utiliza la relación entre un conjunto de variables y datos históricos, combinados con modelos estadísticos y aprendizaje automático, para predecir resultados futuros y estimar la probabilidad de eventos [30].

Finalmente, el análisis prescriptivo, considerado el más complejo, produce recomendaciones sobre los próximos pasos a seguir, teniendo en cuenta todos los factores relevantes y utilizando algoritmos y modelado computacional para determinar la acción óptima. La implementación correcta de KPIs que cubran todas las variables relevantes es crucial en todo este proceso para un monitoreo continuo que impulse la mejora constante.

### ***2.3.5. Herramientas y Métodos para la Cuantificación de la Huella de Carbono***

La cuantificación precisa de la huella de carbono es un requisito indispensable para una gestión ambiental eficiente y científicamente robusta. Para ello, se apoyan en protocolos estandarizados internacionalmente que permiten inventariar, calcular y reportar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). El uso de estas herramientas estandarizadas permite identificar y cuantificar las principales fuentes de emisión, diseñar planes de reducción, evaluar el progreso y comunicar resultados a los grupos de interés, fortaleciendo el compromiso ambiental y el cumplimiento normativo .

Entre las metodologías cuantitativas más relevantes se encuentra el Análisis de Costo-Beneficio (ACB), utilizado para evaluar la viabilidad de proyectos de reducción de emisiones, comparando los costos de implementación frente a los beneficios obtenidos, a menudo calculando el Valor Presente Neto (VPN) de los flujos . La espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS) emerge como una herramienta analítica de control de calidad de alta eficiencia en la producción de aceite de palma. Esta técnica permite un análisis multiparamétrico rápido (en menos de un minuto) y sin consumibles, para determinar parámetros críticos como el contenido de humedad y ácidos grasos libres, lo que la hace más rentable y respetuosa con el medio ambiente .

Adicionalmente, las plataformas de software especializado y calculadoras sectoriales, como la App Ecopalma desarrollada en Colombia para el sector palmicultor [16], facilitan la estimación precisa de la huella de carbono adaptada a las características específicas de una cadena productiva, fortaleciendo las capacidades para la adopción de buenas prácticas bajas en carbono.

### ***2.3.6. Simulación y evaluación de estrategias de mejora***

La simulación computacional se erige como una técnica fundamental para modelar procesos industriales complejos, permitiendo evaluar cambios y optimizar recursos en un entorno virtual libre de riesgos . Esta metodología consiste en el uso de modelos informáticos para crear una representación de los procesos y sistemas de fabricación, lo que posibilita probar virtualmente diferentes métodos y procedimientos . Su aplicación permite a las empresas identificar cuellos de botella, analizar la utilización de recursos y comparar soluciones alternativas antes de realizar costosas implementaciones físicas, reduciendo así desperdicios y repeticiones .

En el contexto de la búsqueda de una producción más sostenible, la simulación se convierte en una herramienta indispensable para la planificación y la toma de decisiones estratégicas . Al facilitar la experimentación con diversos escenarios, esta técnica permite

a los gestores e ingenieros fundamentar sus decisiones en datos y análisis predictivos, identificando las estrategias óptimas que simultáneamente mejoran la eficiencia operativa y reducen el impacto ambiental . La capacidad de prever el rendimiento de un sistema bajo diferentes condiciones hace de la simulación un pilar para impulsar la ecoeficiencia y la productividad en industrias como la refinación de aceite de palma.

## **2.4. Normativa Relacionada**

### **2.4.1. ISO 9001:2015 – Sistemas de Gestión de la Calidad**

La norma ISO 9001:2015[31] es un estándar internacional que establece los requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) efectivo, cuyo objetivo principal es garantizar la satisfacción del cliente mediante la mejora continua de los procesos y el aseguramiento de la calidad de los productos o servicios . Este marco se estructura en torno a siete principios de gestión, entre los que destacan el enfoque al cliente, el liderazgo, la mejora continua y la toma de decisiones basada en la evidencia . Para las organizaciones, su implementación significa estructurar sus operaciones para reducir errores, aumentar la eficiencia y ganar la confianza del cliente .

**Figura 15**  
*Certificación ISO 9001-2015*



**Fuente:** ISO. (2023)

En el contexto específico de la refinación de aceite de palma, la aplicación de la ISO 9001:2015 ayuda a optimizar los procesos productivos mediante una planificación y control operacional rigurosos . La norma requiere que la organización defina claramente sus procesos operacionales, identifique y gestione los requisitos específicos del cliente, y asegure la trazabilidad de las actividades y productos . Esto se traduce en una mayor consistencia en la producción, reducción de defectos y minimización de desperdicios, impactando directamente en la eficiencia operativa de la planta.

El ciclo de mejora continua Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA) es fundamental en esta norma, permitiendo a la organización gestionar adecuadamente los recursos de sus procesos y planificar sus interacciones . Este enfoque fomenta una cultura

de calidad que involucra a todo el personal, facilitando la identificación de oportunidades de mejora y asegurando el control de los procesos para lograr los resultados deseados .

#### **2.4.2. ISO 14001:2015 – Sistemas de Gestión Ambiental**

La norma ISO 14001:2015 [32] proporciona un marco para que las organizaciones gestionen sus responsabilidades ambientales de manera sistemática, apoyando un enfoque de protección ambiental y sostenibilidad . Al igual que otros estándares de sistemas de gestión de ISO, sigue una estructura de alto nivel, lo que facilita su integración con la ISO 9001 . Su objetivo es ayudar a las organizaciones a mejorar su desempeño ambiental mediante la identificación y control de los impactos ambientales derivados de sus actividades, productos y servicios.

Para una planta de refinación de aceite de palma, la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental conforme a la ISO 14001 implica el establecimiento de una política, objetivos y procedimientos orientados a aspectos ambientales significativos, como la reducción del consumo energético, el control de emisiones atmosféricas y la gestión adecuada de efluentes líquidos y residuos sólidos. La norma fomenta un enfoque de ciclo de vida que puede aplicarse para evaluar los impactos ambientales desde la recepción de la materia prima hasta el producto final.

**Figura 16**  
*Certificación ISO 14001-2015*



**Fuente:** ISO. (2023)

La norma fomenta la mejora continua, el cumplimiento de los requisitos legales y regulatorios aplicables, y una comunicación efectiva con las partes interesadas . A través de la revisión por la dirección y la evaluación del desempeño, la organización puede asegurar que su sistema de gestión ambiental permanece adecuado y eficaz, adaptándose a los cambios en el contexto ambiental de la organización.

#### **2.4.3. ISO 14064-1:2019 – Cuantificación y reporte de gases de efecto invernadero**

La norma ISO 14064-1:2019 [33] es una norma internacional que especifica los principios y requisitos para diseñar, desarrollar y gestionar inventarios de Gases de Efecto

Invernadero (GEI) a nivel organizacional. Proporciona un marco para la cuantificación y el reporte de emisiones y remociones de GEI, asegurando que la información sea precisa, completa, consistente, transparente y confiable. Su aplicación es fundamental para que las organizaciones evalúen con rigor su huella de carbono.

En el ámbito de la refinación de aceite de palma, la ISO 14064-1 es esencial para cuantificar de manera precisa las emisiones directas (por ejemplo, de calderas) e indirectas (por consumo de energía eléctrica) generadas durante el proceso. La norma establece metodologías robustas para la recopilación de datos de actividad, la selección de factores de emisión y el cálculo de las emisiones, lo que permite un reporte transparente y fiable para los indicadores internos y externos.

**Figura 17**  
*Certificación ISO 14064-2019*



**Fuente:** ISO. (2023)

Su aplicación contribuye al cumplimiento de compromisos internacionales sobre cambio climático y facilita la participación en mercados voluntarios de carbono o programas regulatorios. Al ofrecer una base sólida para la verificación por terceras partes independientes, la norma aumenta la credibilidad de los informes de sostenibilidad corporativa y sirve como base para diseñar planes efectivos de reducción de emisiones.

#### ***2.4.4. GHG Protocol (2020) – Protocolo para contabilización y reporte de emisiones GEI***

El Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) [34] es un estándar internacional ampliamente adoptado para la contabilización y reporte de emisiones de GEI. Desarrollado conjuntamente por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD), este protocolo ofrece un marco detallado que ayuda a las organizaciones a medir y gestionar sus emisiones. La versión de 2020 refuerza las mejores prácticas para una contabilización robusta.

Este estándar clasifica las emisiones en tres alcances para una gestión integral: las emisiones directas de fuentes propiedad o controladas por la organización (Alcance

1), las emisiones indirectas por la generación de energía eléctrica adquirida (Alcance 2), y otras emisiones indirectas consecuencia de las actividades de la organización pero que ocurren en fuentes no controladas por ella, como la logística de transporte o la cadena de suministro (Alcance 3). En la refinación de aceite de palma, esta categorización facilita identificar las fuentes principales de emisiones a lo largo de la cadena de valor.

El uso estandarizado del GHG Protocol mejora la comparabilidad y credibilidad de los reportes de sostenibilidad, elementos clave para la comunicación con stakeholders, el cumplimiento regulatorio y la toma de decisiones estratégicas internas. Permite a las empresas implementar acciones focalizadas para la reducción de emisiones en los puntos más críticos, optimizando la inversión en estrategias de mitigación.

**Figura 18**  
*GHG Protocol*



**Fuente:** GHG. (2020)

#### ***2.4.5. Normativa ambiental ecuatoriana vigente***

En Ecuador, la gestión ambiental está regulada primordialmente por la Ley Orgánica del Ambiente [35], la Ley Orgánica de Gestión Ambiental (LOGA) y sus reglamentos específicos. Este marco legal establece los principios, instrumentos y responsabilidades para la protección del ambiente, buscando prevenir, controlar y reparar los impactos ambientales negativos, así como promover un desarrollo sostenible. Para cualquier actividad industrial, el cumplimiento de esta normativa es de carácter obligatorio.

El Reglamento Ambiental para Operaciones de Competencia del Nivel Central de la Autoridad Ambiental fija parámetros claros para la emisión atmosférica, efluentes líquidos y manejo de residuos sólidos y peligrosos, con el objetivo de proteger los ecosistemas y la salud humana. Para la refinación de aceite de palma, esto demanda la

implementación de sistemas de control y monitoreo ambiental continuos, como el análisis periódico de la calidad de sus vertidos y emisiones para asegurar el cumplimiento de los límites máximos permisibles.

La normativa promueve también la implementación de planes de manejo ambiental, programas de mitigación y mejora continua, fomentando la responsabilidad social empresarial. El Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) es la autoridad rectora que supervisa el cumplimiento, pudiendo aplicar sanciones en caso de incumplimiento. La debida diligencia en la gestión ambiental no solo es un imperativo legal, sino que se ha convertido en un factor crítico para la licencia social para operar.

**Figura 19**  
*Normativas ambientales de Ecuador*



**Fuente:** El Universo. (2024)

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.**

### **3.1. Enfoque de Investigación**

La presente investigación adopta un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo y diagnóstico, orientado a medir, analizar y caracterizar numéricamente el desempeño operativo y ambiental del proceso de refinación de aceite de palma en la empresa Oliojoya. Este enfoque metodológico se fundamenta en la naturaleza medible de las variables de estudio, las cuales permiten una cuantificación objetiva mediante instrumentos estandarizados y técnicas estadísticas [36]. Según los principios de la investigación cuantitativa, este enfoque resulta particularmente adecuado cuando se busca "caracterizar un fenómeno o situación concreta" a través del análisis de datos numéricos [37, p. 45].

La elección del enfoque cuantitativo se justifica por su capacidad para transformar datos observables en resultados objetivos mediante la medición de variables clave como el consumo energético, niveles de producción y emisiones de gases de efecto invernadero [38]. Esta aproximación metodológica es coherente con el objetivo de describir y diagnosticar la situación actual del proceso productivo sin intervenirlo, permitiendo identificar oportunidades de mejora basadas en evidencia empírica. Como señalan Babbie [39] y Sampieri [36], el enfoque cuantitativo posibilita el establecimiento de relaciones entre variables y la generalización de resultados cuando se aplican instrumentos válidos y confiables.

En el contexto específico de la industria de aceite de palma, este enfoque permite cuantificar con precisión los indicadores de eficiencia operativa y ambiental, facilitando la comparación con estándares internacionales y la identificación de desviaciones significativas [40]. La aplicación de este método sistemático de investigación resulta esencial para generar una línea base confiable que sirva de fundamento para la posterior formulación de estrategias de mejora en los procesos de refinación.

### **3.2. Tipo de Estudio**

El presente estudio se caracteriza como descriptivo y diagnóstico, enmarcado dentro de los diseños de investigación no experimental de corte transversal. Esta elección metodológica se fundamenta en el objetivo principal de documentar y caracterizar de forma objetiva las condiciones reales del proceso de refinación de aceite de palma en la empresa Oliojoya [36]. Según Bernal [37, p. 112], los estudios descriptivos "buscan

especificar las propiedades, características y perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis", lo que resulta fundamental para establecer una línea base confiable que permita identificar ineficiencias, problemas operativos o impactos ambientales relevantes.

El diseño de investigación se clasifica como no experimental o ex post facto, dado que los fenómenos se observarán tal como ocurren en su contexto natural, sin manipulación deliberada de variables independientes por parte del investigador [41]. Esta aproximación metodológica es particularmente adecuada cuando, como en el presente caso, no es posible o ético manipular las variables de estudio, pero se requiere comprender su manifestación en condiciones reales de operación industrial. El carácter transversal del estudio responde a la necesidad de recolectar datos en un período determinado específico, ofreciendo así una visión detallada y actual del estado del proceso productivo.

La combinación de los enfoques descriptivo y diagnóstico permite no solo caracterizar la situación actual de los procesos de refinación, sino también identificar las posibles causas subyacentes a las ineficiencias detectadas, con especial énfasis en la eficiencia energética y la huella de carbono [38]. Este diseño resulta particularmente adecuado para el diagnóstico inicial requerido en la investigación, ya que proporciona la base empírica necesaria para futuras intervenciones de mejora sin alterar las condiciones naturales de operación de la planta industrial.

### **3.3. Población y Muestra**

#### ***3.3.1. Población de Estudio***

La investigación delimita como población de estudio el sistema productivo integral de la planta de refinación de aceite de palma de Oliojoya Industria Aceitera Cía. Ltda., comprendiendo la totalidad de sus procesos tecnológicos, flujos materiales y transformaciones energéticas. Desde la perspectiva metodológica de Hernández-Sampieri y Mendoza [36, p. 215], esta población constituye "el universo de elementos que serán objeto de análisis y desde el cual se extraerá la muestra", definición que se materializa en las cuatro etapas secuenciales del proceso industrial. La primera etapa corresponde a la recepción y almacenamiento de materia prima, donde se realiza el control de calidad del aceite de palma crudo (CPO) y su estabilización previa al procesamiento. Le sigue el proceso de refinación química/física, fase central donde se eliminan impurezas, ácidos grasos libres y compuestos odoríferos mediante operaciones unitarias específicas. Posteriormente, la etapa de fraccionamiento separa los componentes del aceite según sus

puntos de fusión, obteniendo oleína y estearina con características diferenciadas. Finalmente, el proceso de envasado y almacenamiento de producto terminado garantiza la preservación de las cualidades del producto y su disposición para la comercialización [40].

Esta delimitación poblacional integral permite un análisis sistémico del proceso productivo, asegurando la evaluación de todos los eslabones críticos que impactan en la eficiencia operativa y ambiental. Cada componente constituye una unidad de análisis con indicadores específicos, cuya evaluación conjunta proporcionará una diagnosis comprehensiva del desempeño global de la refinación [38]. La caracterización exhaustiva de esta población resulta fundamental para garantizar la validez de contenido del estudio y la posterior generalización de los hallazgos al sistema productivo en su totalidad.

### **3.3.2. Muestra y Criterios de Selección**

La muestra se conformará a partir de los registros operativos y ambientales generados durante un ciclo completo de producción anual, período que permite capturar la variabilidad estacional y operativa característica del proceso industrial. Los elementos muestrales incluirán datos cuantitativos estructurados en cuatro categorías principales: consumos energéticos (vapor, electricidad, agua), volúmenes de producción desagregados por la línea de proceso, emisiones de gases de efecto invernadero calculadas mediante protocolos estandarizados ISO 14064-1, y registros de mantenimiento y paradas programadas que determinan la disponibilidad operativa del sistema [39]. Esta composición muestral asegura la obtención de datos primarios representativos de todas las dimensiones críticas para el diagnóstico de eficiencia operativa y ambiental.

La estrategia de muestreo seleccionada corresponde al muestreo no probabilístico por conveniencia, sustentado en el principio de accesibilidad y disponibilidad de la información proporcionada por la empresa. Como fundamentan Sampieri [36] y Bernal [37], esta aproximación muestral resulta metodológicamente válida en investigaciones de carácter aplicado desarrolladas en entornos industriales reales, donde las restricciones operativas limitan el acceso a poblaciones experimentales controladas. La temporalidad anual establecida para la recolección de datos garantiza la captura de los ciclos productivos completos y las variaciones estacionales, proporcionando un tamaño muestral estadísticamente robusto para el análisis de tendencias y correlaciones [41]. Este diseño muestral asegura la obtención de datos empíricos representativos de las

condiciones reales de operación, estableciendo las bases para un diagnóstico confiable y replicable del sistema productivo.

### **3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

#### ***3.4.1. Estrategias de Recolección***

La recolección de datos se sustentará en una estrategia multimodal que integra cuatro técnicas complementarias, garantizando la validez de contenido y confiabilidad de la información mediante el principio de triangulación metodológica [36]. Esta aproximación integral permite contrastar y verificar los datos a través de múltiples fuentes, minimizando los sesgos propios de los estudios de caso único en entornos industriales.

La revisión documental constituye la técnica primaria de recolección, mediante el análisis exhaustivo de los registros históricos internos de la empresa correspondientes al período de estudio. Esta técnica permitirá acceder a fuentes secundarias estructuradas que incluyen bases de datos de producción, registros de consumos energéticos (vapor, electricidad, agua), reportes de mantenimiento preventivo y correctivo, y documentación sobre emisiones atmosféricas [39]. El análisis documental proporcionará una línea base consolidada para el diagnóstico de la eficiencia operativa histórica.

Complementariamente, se implementará medición directa a través de los sensores, caudalímetros y instrumentos de monitoreo instalados en planta, focalizándose en la captura de datos actuales de consumo eléctrico (en kWh) y térmico (vapor en kg/h). Estas mediciones in situ permitirán validar la consistencia de los registros históricos y capturar variables no documentadas sistemáticamente, proporcionando datos primarios para el cálculo de indicadores de eficiencia energética en tiempo real [40].

Para la cuantificación estandarizada de la huella de carbono, se emplearán instrumentos estandarizados internacionalmente reconocidos, específicamente los formularios y protocolos establecidos en la norma ISO 14064-1:2019 y el Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard [34]. Estos instrumentos garantizarán la aplicabilidad de factores de emisión estandarizados, metodologías de cálculo consistentes y formatos de reporte comparables, asegurando el rigor técnico de GEI.

Finalmente, se conducirán entrevistas estructuradas con el personal técnico y operativo de la planta, utilizando un protocolo de preguntas estandarizadas diseñado para clarificar procesos operativos, validar la interpretación de registros documentales y capturar el conocimiento tácito sobre prácticas que impactan la eficiencia energética y

ambiental [38]. Esta técnica cualitativa complementaria permitirá contextualizar los hallazgos cuantitativos e identificar factores organizacionales no evidentes en los datos numéricos.

**Figura 20**  
*Metodología de la investigación*



Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos

Para operacionalizar el proceso de recolección de datos, se han diseñado cuatro instrumentos específicos que permitirán la sistematización y estandarización de la información requerida para el diagnóstico de eficiencia operativa y ambiental. Cada instrumento ha sido conceptualizado para capturar variables específicas manteniendo consistencia metodológica con el marco teórico de la investigación.

#### 3.4.2.1. *Ficha de Recolección de Datos Operativos (Anexo A)*

Este instrumento permitirá registrar de manera sistemática los indicadores de desempeño operativo de la planta de refinación. La ficha está estructurada en cuatro secciones principales:

- **Parámetros de producción:** Volúmenes procesados por línea, rendimientos productivos y tasas de utilización de capacidad
- **Consumos energéticos:** Registros horarios de consumo eléctrico (kWh), vapor (kg/h) y agua de proceso (m<sup>3</sup>/h)
- **Indicadores de calidad:** Parámetros fisicoquímicos del aceite en cada etapa del proceso
- **Disponibilidad operativa:** Registros de paradas programadas y no programadas con sus causas asociadas

El instrumento ha sido diseñado para ser compatible con los sistemas de registro existentes en la planta, facilitando su implementación y minimizando la carga operativa durante el período de recolección.

#### 3.4.2.2. *Formulario de Cálculo de Huella de Carbono (Anexo B)*

Para la cuantificación estandarizada de emisiones de GEI, se empleará un formulario basado en los requisitos de la norma ISO 14064-1:2018 [33] y el GHG Protocol Corporate Standard [34].

El formulario incluye:

- Factores de emisión actualizados del IPCC 2023
- Métodos de cálculo para alcances 1, 2 y 3
- Formatos de registro para datos de actividad y parámetros operativos
- Procedimientos de control de calidad de la información

Esta estandarización garantiza que los cálculos de huella de carbono sean transparentes, consistentes y comparables internacionalmente.

#### 3.4.2.3. *Guía de Entrevistas Estructuradas (Anexo C)*

Se ha desarrollado un protocolo de entrevistas semiestructuradas dirigido al personal técnico y operativo, diseñado para capturar el conocimiento experiencial sobre las prácticas operativas que impactan la eficiencia energética y ambiental. La guía incluye:

- Preguntas abiertas sobre procedimientos operativos estándar
- Escalas de valoración sobre frecuencia de prácticas específicas

- Secciones para identificar cuellos de botella operativos
- Espacios para recomendaciones de mejora desde la perspectiva operativa

El diseño de la guía sigue los lineamientos metodológicos de Hernández-Sampieri y Mendoza [36] para garantizar la validez de contenido y confiabilidad inter-evaluador.

#### 3.4.2.4. *Protocolo de Medición Directa (Anexo D)*

Este protocolo establece los procedimientos estandarizados para la captura de datos primarios mediante instrumentación de planta, incluyendo:

- Especificaciones técnicas de los instrumentos de medición
- Procedimientos de calibración y verificación
- Frecuencias y puntos de medición establecidos
- Formatos de registro y control de calidad de datos

El protocolo se alinea con los requisitos de la norma ISO 50001:2018 [42] para medición y monitoreo de desempeño energético.

### **3.5. Hipótesis de Investigación**

Se plantea la hipótesis principal de que la implementación de una gestión operativa eficiente en el proceso de refinación de aceite de palma de Oliojoya, cuantificada mediante la aplicación sistemática del Índice de Eficiencia Global de los Equipos (OEE) y el análisis pormenorizado de los consumos energéticos, está estadísticamente asociada con una reducción significativa de la huella de carbono generada.

La premisa central es que la optimización de los tres componentes del OEE – la disponibilidad (reducción de tiempos de parada), el rendimiento (operación a la velocidad ideal) y la calidad (minimización de reprocesos y defectos)– conduce directamente a una menor utilización de recursos energéticos por unidad de producto terminado . Esta mejora en la productividad y eficiencia energética se traduce, a su vez, en una menor combustión de fuentes fósiles y, por consiguiente, en una disminución cuantificable de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) .

Para verificar esta hipótesis, la huella de carbono será calculada bajo lineamientos internacionales reconocidos, utilizando los factores de emisión del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) y siguiendo los principios de cuantificación establecidos en la norma ISO 14064-1 para garantizar la integridad, exactitud y transparencia del inventario . Se espera que la comprobación de esta hipótesis demuestre que la excelencia operativa no es solo un objetivo de productividad económica,

sino también un pilar fundamental para fortalecer la sostenibilidad ambiental de la operación industrial de Oliojoya.

### 3.6.Operacionalización de Variables

La tabla 6 presenta la operacionalización de las variables de investigación, definiendo cómo cada concepto abstracto será medido de forma concreta y observable a lo largo del estudio.

**Tabla 6**

*Operacionalización de variables de investigación*

Variable	Dimensiones	Indicadores Específicos (Métrica)	Instrumentos o Fuentes de Datos	Técnicas de Análisis
Eficiencia Operativa	Disponibilidad Rendimiento Calidad	<p>Porcentaje de Disponibilidad = <math>\frac{\text{Tiempo de Funcionamiento}}{\text{Tiempo de Producción Planificado}} * 100</math></p> <p>Porcentaje de Rendimiento = <math>\frac{(\text{Tiempo de Ciclo Ideal} \times \text{Total de Unidades})}{\text{Tiempo de Funcionamiento}} * 100</math></p> <p>Porcentaje de Calidad = <math>\frac{\text{Unidades Buenas}}{\text{Total de Unidades Producidas}} * 100</math></p>	<p>Registros de producción (volúmenes, tiempos de ciclo)</p> <p>Registros de mantenimiento (paradas, averías)</p> <p>Registros de control de calidad (tasas de defectos)</p> <p>Software MES (Manufacturing Execution System)</p>	<p>Cálculo del OEE: Disponibilidad x Rendimiento x Calidad</p> <p>Estadística descriptiva (media, desviación estándar)</p> <p>Análisis de tendencias temporales</p> <p>Control estadístico de proceso</p>
Consumo Energético	Energía térmica (vapor) Energía eléctrica Agua industrial	<p>kWh de electricidad consumidos</p> <p>m<sup>3</sup> de vapor generado/consumido</p> <p>m<sup>3</sup> de agua de proceso utilizada</p>	<p>Registros operativos de planta (medidores, SCADA)</p> <p>Mediciones directas con instrumentos calibrados</p>	<p>Análisis estadístico (consumo específico por tonelada producida)</p> <p>Comparación con benchmarks</p>

<b>Variable</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores Específicos (Métrica)</b>	<b>Instrumentos o Fuentes de Datos</b>	<b>Técnicas de Análisis</b>
		Costo total de energía (USD)	Facturas de servicios públicos (electricidad, gas, agua)	sectoriales Análisis de eficiencia energética Regresión para identificar factores de influencia
Huella de Carbono	Emisiones Directas (Alcance 1) Emisiones Indirectas (Alcance 2)	Toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente (CO <sub>2</sub> e) totales Emisiones de Alcance 1: Combustión en calderas, vehículos, emisiones fugitivas Emisiones de Alcance 2: Electricidad adquirida (kg CO <sub>2</sub> e/kWh)	Planillas de cálculo basadas en ISO 14064-1 Factores de emisión de la base de datos del IPCC Factores de emisión regionales (eGRID) para electricidad GHG Protocolo para contabilización	Cálculo estandarizado: Dato de Actividad x Factor de Emisión Comparación con estándares internacionales de desempeño Análisis de contribución para identificar fuentes principales

**Fuente:** Elaboración Propia

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Se expone los hallazgos empíricos y analíticos derivados del diagnóstico integral aplicado al proceso de refinación de aceite de palma en Oliojoya Industria Aceitera Cía. Ltda.

La estructura de esta sección se ha diseñado para dar cumplimiento metódico a los objetivos específicos de la investigación, organizando la información cuantitativa y cualitativa en tres ejes analíticos fundamentales:

1. **Evaluación de la Eficiencia Operativa:** Se presenta el cálculo y el análisis desagregado del Índice de Eficiencia Global de los Equipos (OEE), identificando las variables de Disponibilidad, Rendimiento y Calidad que limitan la productividad.
2. **Cuantificación de la Huella de Carbono:** Se detalla el inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de la operación, estructurado por Alcances (1 y 2), y se establece la Huella de Carbono específica del producto, conforme a los protocolos ISO 14064.
3. **Identificación de Fuentes Críticas:** Se establecen las correlaciones directas entre la ineficiencia operativa (bajo OEE y alto consumo energético) y la generación de emisiones, precisando los cuellos de botella y las áreas con mayor potencial de optimización para el cumplimiento de la hipótesis central.

### 4.1. Balance de Masa: Etapa de Recepción y Almacenamiento

En esta fase, el Aceite de Palma Crudo (CPO) ingresa a la planta para ser estabilizado y almacenado en tanques verticales a temperaturas controladas para evitar la solidificación parcial de las fracciones de estearina.

#### 4.1.1. Extracción de Datos Técnicos

Para el cálculo del balance, se han extraído los parámetros nominales y operativos de las fichas técnicas del Patio de Tanques y registros de capacidad de agosto de 2025:

- **Capacidad de Almacenamiento Nominal:** 3000 toneladas (distribuidas en tanques de  $1000\text{ m}^3$  y  $1250\text{ m}^3$ ).
- **Temperatura de Recepción ( $T_{in}$ ):**  $45^{\circ}\text{C}$  a  $50^{\circ}\text{C}$ .
- **Impurezas y Humedad Promedio ( $X_{w,s}$ ):** 0,5% (basado en estándares de recepción para CPO).
- **Pérdidas por Adherencia y Purga de Lodos ( $P_{rec}$ ):** Estimadas en 0,1%.

#### 4.1.2. Procedimiento de Cálculo del Balance de Masa

Considerando un volumen de control sobre el sistema de bombeo y almacenamiento, aplicamos la ecuación de continuidad para un sistema en estado estacionario:

$$\sum m_{entrada} = \sum m_{salida} + \sum m_{perdidas}$$

Donde:

$m_{CPO}$ : Masa de aceite crudo que ingresa

$m_{aceite_{neto}}$ : Masa de aceite enviada a refinación

$m_{lodos}$ : Masa eliminada en purgas de fondo (agua + lodos)

$m_{perdidas}$ : Pérdidas mecánicas en tuberías y transferencias

Paso1: Cálculo para una corrida operativa de 100 toneladas (base de cálculo):

Si ingresan 100000 kg de CPO:

1. Cálculo de impurezas y agua

$$m_{lodos} = 100000 \text{ kg} * 0,005$$

$$m_{lodos} = 500 \text{ kg}$$

2. Cálculo de pérdidas por transferencia

$$m_{perdidas} = 100000 \text{ kg} * 0,001$$

$$m_{perdidas} = 100 \text{ kg}$$

3. Determinación de la salida hacia refinación

$$m_{aceite_{neto}} = 100000 \text{ kg} - (500 + 100)$$

$$m_{aceite_{neto}} = 99400 \text{ kg}$$

#### 4.1.3. Resultados del Balance: Etapa 1

El rendimiento de la etapa de recepción se establece en un 99,4%. Aunque las pérdidas físicas son bajas, la presencia de humedad y sedimentos representa el primer factor de ineficiencia que debe ser controlado, ya que un exceso de humedad en el almacenamiento acelera la hidrólisis y aumenta el contenido de Ácidos Grasos Libres (FFA) antes del refinado

**Tabla 7**

*Balance de Masa Consolidado - Patio de Tanques*

Corriente	Descripción	Masa (kg)	% Composición
Entrada 1	CPO (Aceite Crudo)	100	100%
Salida 1	Aceite a Refinación	99,4	99,4%
Salida 2	Purgas (Agua e Impurezas)	500	0,5%
Pérdida	Merms de proceso	100	0,1%

## 4.2. Balance de Masa y Energía: Etapa de Refinación

### 4.2.1. Extracción de Datos Técnicos y Parámetros Operativos

A partir del Diagrama de Flujo General y las fichas técnicas de las áreas de Blanqueo y Desodorización, se establecen los siguientes datos de entrada para la simulación de una corrida de proceso:

- **Masa de entrada ( $m_{in}$ ):** 99400 kg (provenientes del Patio de Tanques).
- **Temperatura de entrada ( $T_1$ ):** 45° C.
- **Dosificación de Ácido Fosfórico ( $H_3PO_4$  al 85%):** 0,10% p/p de la carga.
- **Dosificación de Tierra de Blanqueo (Arcilla adsorbente):** 1,0% p/p de la carga.
- **Retención de aceite en tierra agotada (SBE):** 30% (basado en eficiencias de los filtros Niágara).
- **Contenido inicial de Ácidos Grasos Libres (FFA):** 4,5%.
- **Temperatura de Desodorización ( $T_{deo}$ ):** 250° C.
- **Presión de Vacío en Desodorización:** 2,0 mbar (dato de diagnóstico operativo).

### 4.2.2. Procedimiento de Cálculo

El balance global de masa para la refinería se define como:

$$m_{in} + m_{quimicos} = m_{RBDPO} + m_{SBE} + m_{PFAD} + m_{volatiles}$$

Paso 1: Cálculo de aditivos químicos

1. **Ácido fosfórico:** 99400 kg \* 0,001=99,4 kg
2. **Tierra de blanqueo:** 99400 kg \* 0,01=994 kg

Paso 2: Cálculo de pérdidas en blanqueo (tierra agotada- SBE)

La tierra de blanqueo sale de los filtros reteniendo una fracción de aceite. Si la tierra representa el 70% de la torta y el aceite el 30%.

$$m_{SBE} = \frac{m_{tierra}}{0,70} = \frac{994 \text{ kg}}{0,70} \approx 1420 \text{ kg}$$

- **Aceite perdido en tierra:** 1420 – 994 = 426 kg

Paso 3: Cálculo de pérdidas en Desodorización (PFAD y Volátiles)

El destilado de ácidos grasos de palma PFAD se compone principalmente de los FFA eliminados:

- **PFAD:** 99400 kg \* (0,045 – 0,0005 =  $\approx$  4423 kg
- **Volatilidad y humedad(mermas adicionales):** 0,2%  $\approx$  199 kg

Paso 4: Determinación de la masa final de RBDPO

$$m_{RBDPO} = (99400 + 99,4 + 994) - (1420 + 4423 + 199)$$

$$m_{RBDPO} = 94451,4 \text{ kg}$$

### 4.2.3. Balance de Energía

Para elevar la temperatura del aceite desde la recepción(45°C) hasta la desodorización(250°C), se requiere una cantidad significativa de calor (Q), suministrada por vapor saturado en intercambiadores de placas y serpentines.

Datos para el cálculo

- $C_p$ : Calor específico del aceite → 2,1 kJ/kg°C
- $\Delta T = 250^\circ\text{C} - 45^\circ\text{C} = 205^\circ\text{C}$

Cálculo del Calor Requerido

$$Q = m_{in} * C_p * \Delta T$$

$$Q = 99400 \text{ kg} * \frac{2,1 \text{ kJ}}{\text{kg}} * 205^\circ\text{C}$$

$$Q = 42791700 \text{ kJ}$$

Considerando una eficiencia de transferencia de calor del 85% y un calor latente del vapor ( $h_{fg}$ ) de 2000 kJ/kg:

$$m_{vapor} = \frac{Q}{0,85 * h_{fg}} = \frac{42791700}{1700}$$

$$m_{vapor} \approx 25171,59 \text{ kg de vapor}$$

El rendimiento de refinación es del 95% respecto a la entrada, este valor es el indicador clave de eficiencia productiva, cualquier desviación hacia abajo impacta directamente en la rentabilidad y aumenta la huella de carbono por unidad de producto.

**Tabla 8**

*Resumen del Balance de Masa y Energía - Refinería*

Parámetro	Valor	Unidad
Aceite Refinado (RBDPO)	94451,4	kg
Rendimiento de Etapa	95,02	%
Mermas Totales (SBE + PFAD)	6042	kg
Consumo Térmico Específico	253,2	kg vapor/ton carga

Fuente: Elaboración Propia

### 4.3. Balance de Masa: Etapa de Fraccionamiento

El fraccionamiento en Oliojoya es de tipo físico (por vía seca), donde el factor crítico es la eficiencia de separación en los filtros prensa para maximizar el rendimiento de la Oleína (fracción líquida), que posee un mayor valor comercial.

#### 4.3.1. Extracción de Datos y Parámetros de Operación

De acuerdo con el Diagrama de Flujo General y el Informe de Mantenimiento de Fraccionamiento, se establecen los siguientes parámetros para el balance:

- **Masa de entrada ( $m_{RBDPO}$ ):** 94451,4 kg
- **Temperatura de cristalización:** 20°C a 24°C
- **Relación teórica Oleína/Estearina:** 75%/25%
- **Eficiencia de filtración:** 98% (perdidas por retención en lonas y purgas)
- **Pérdidas mecánicas ( $P_{frac}$ ):** 0,2%

Procedimiento de Cálculo

El balance de masa global en esta etapa se define como:

$$m_{RBDPO} = m_{Oleina} + m_{Estearina} + m_{perdidas}$$

Paso 1: Cálculo de la masa neta a procesar

Considerando las pérdidas mecánicas y de manipulación del 0,2%:

$$m_{disponible} = 94451,4 \text{ kg} * (1 - 0,002)$$

$$m_{disponible} = 94262,5 \text{ kg}$$

Paso 2: Separación de fracciones

Aplicando la relación de cristalización para la obtención de oleína con IV (Índice de yodo) estándar:

1. Masa de Oleína (75%)

$$m_{oleina} = 94262,5 \text{ kg} * 0,75$$

$$m_{oleina} = 70696,9 \text{ kg}$$

2. Masa de Estearina (25%)

$$m_{estearina} = 94262,5 \text{ kg} * 0,25$$

$$m_{estearina} = 26565,6 \text{ kg}$$

Paso 3: Cálculo de pérdidas por retención en filtros

El informe de mantenimiento señala que fallas en los sistemas de filtración y en los cristales de los tanques pueden aumentar las mermas, se estima que existe una retención no recuperable en las lonas del filtro de prensa del 0,5% de la fracción sólida:

$$m_{perdida\_filtros} = 23565,6 \text{ kg} * 0,005$$

$$m_{perdida\_filtros} = 117,8 \text{ kg}$$

El rendimiento total de la etapa de fraccionamiento se sitúa en el 99,68% en términos de masa recuperada (Oleína + Estearina), aunque el valor económico reside en la pureza de la Oleína obtenida.

**Tabla 9**

*Balance de Masa Consolidado - Fraccionamiento*

Corriente	Descripción	Masa (kg)	% Composición
Entrada	Aceite RBDPO	94451,4	100%
Producto 1	Oleína de Palma (Líquido)	70696,9	74,85%
Producto 2	Estearina de Palma (Sólido)	23447,8	24,83%
Mermas	Pérdidas mecánicas y filtros	306,7	0,32%

**Fuente:** Elaboración Propia

El OEE de 76% reportado en el diagnóstico previo para esta área se correlaciona con los datos del Informe Overhaul, el cual menciona fallas en el Chiller Trane y en las bombas de paletas.

- **Impacto Térmico:** Una falla en el Chiller afecta directamente la curva de cristalización, lo que altera la relación Oleína/Estearina y puede provocar que la Estearina retenga demasiada fase líquida, disminuyendo el rendimiento de la Oleína.
- **Impacto de Disponibilidad:** El cambio de sellos mecánicos y la revisión de empaques en las bombas de exprimido son paradas críticas que reducen el tiempo efectivo de producción.

#### **4.4. Balance de Masa: Etapa de Envasado**

El envasado en Oliojoya representa el último eslabón de la cadena productiva antes del despacho. Esta etapa integra no solo el aceite procesado, sino también los insumos de empaque (envases PET, tapas, etiquetas y cajas) según el Diagrama de Flujo General.

##### **4.4.1. Extracción de Datos y Parámetros de Envasado**

A partir de las Fichas Técnicas de Envasado, se identifican los siguientes parámetros operativos:

- **Masa de Oleína de entrada:** 70696,9 kg
- **Densidad de la Oleína (25°C):** 0,915 kg/L
- **Presentaciones principales:** Botellas de 1L(0,915 kg) y bidones de 20 L (18,3 kg)

- **Pérdida por sobrellenado (Overfill): 0,3%** (ajuste de precisión de la llenadora)
- **Merms por purga de línea y derrames: 0,1%**

Procedimiento de Cálculo

El balance se calcula para la fracción líquida (Oleína), asumiendo que es el producto de mayor volumen envasado.

$$\sum m_{entrada} = \sum m_{producto\_terminado} + \sum m_{perdidas}$$

Paso 1: Masa neta disponible para envasado

Considerando merms por purgas de filtros de pulido de 1 micra previos al llenado (0,1%)

$$m_{envasar} = 70696,6 \text{ kg} * (1 - 0,001)$$

$$m_{envasar} = 70626,2 \text{ kg}$$

Paso 2: Cálculo de pérdida por sobrellenado

Para garantizar el contenido neto declarado y cumplir normativas de control de peso, las llenadoras suelen dosificar un ligero exceso:

$$m_{overfill} = 70626,2,5 \text{ kg} * 0,003$$

$$m_{overfill} = 211,9 \text{ kg}$$

Paso 3: Masa final en producto terminado

$$m_{final} = 70626,2 \text{ kg} - 211,9 \text{ kg}$$

$$m_{final} = 70414,3 \text{ kg}$$

El rendimiento de la etapa de envasado es del 99,6%, lo que implica que aunque las pérdidas son mínimas en porcentaje, en volumen representan una cantidad significativa de producto terminado que no generan ingresos directos.

**Tabla 10**

*Balance de Masa Consolidado - Envasado de Oleína*

Corriente	Descripción	Masa (kg)	% Composición
Entrada	Oleína RBD	70696,9	100%
Salida (Venta)	Producto Envasado (Neto)	70414,3	99,60%
Pérdida 1	Sobrellenado (no recuperable)	211,9	0,30%
Pérdida 2	Purgas y Derrames	70,7	0,10%

Fuente: Elaboración Propia

El OEE de 83,7% en esta área es el segundo más alto de la planta. Sin embargo, las fichas técnicas mencionan el uso de Llenadoras Gemelas 1 y 2 y Codificadores que requieren

mantenimiento preventivo frecuente para evitar paradas por atascamiento de etiquetas o fallas en el sellado.

- **Impacto en Calidad (99,5%):** Es el factor más alto debido a que las botellas defectuosas se detectan antes del paletizado.
- **Impacto en Rendimiento (93,0%):** Las pérdidas de velocidad suelen ocurrir por desajustes en la sincronización de la cadena de transporte o suministro de envases PET

**Resumen del Balance de Masa Global del Proceso:** Sumando todas las etapas desde la recepción de 100000 kg de crudo, el sistema produce aproximadamente 70414 kg de Oleína envasada y 23447 kg de Estearina, lo que representa un rendimiento total de productos comerciales del 93,86%. El restante 6,14% se distribuye en subproductos industriales (PFAD, Lodos) y pérdidas de proceso.

#### 4.5. Balances de Energía del Proceso

##### 4.5.1. Balance Térmico en el Sistema de Generación de Vapor (Calderas)

La generación de vapor es la fuente principal de emisiones de Alcance 1. Este balance permite determinar la eficiencia de la caldera y el flujo de combustible necesario.

Extracción de Datos

- Producción de Vapor demandada: 25172 kg/lote (según balance de masa de refinación).
- Presión de operación: 10 bar (manométrica).
- Temperatura de alimentación de agua ( $T_w$ ): 80° C (con precalentador).
- Poder Calorífico Superior del Combustible (Búnker): 42000 kJ/kg.
- Eficiencia térmica estimada ( $\eta$ ): 80%.

Procedimiento de Cálculo

1. Entalpía del vapor saturado ( $h_g$ ) a 10 bar: 2778 kJ/kg.
2. Entalpía del agua de alimentación ( $h_f$ ):  $C_p * T_w = 4,18 * 80 = 334,4$  kJ/kg.
3. Calor neto absorbido por vapor ( $Q_{vap}$ ):

$$Q_{vap} = m_{vapor}(h_g - h_f)$$
$$Q_{vap} = 25172 * (2778 - 334,4)$$
$$Q_{vap} = 61510364 \text{ kJ}$$

4. Consumo de Combustible

$$m_{comb} = \frac{Q_{vap}}{\eta * PCS} = \frac{61510364}{0,80 * 42000}$$

$$m_{comb} \approx 1830,6 \text{ kg de Bunker}$$

#### 4.5.2. Balance Energético en el Chiller

El fraccionamiento depende de la remoción de calor para la cristalización, siendo el mayor consumidor eléctrico después de los motores de bombeo.

Extracción de Datos

- **Masa de aceite a enfriar:** 94262,5 kg
- $\Delta T$  de enfriamiento:  $60^{\circ}\text{C} \rightarrow 24^{\circ}\text{C} = 36^{\circ}\text{C}$
- COP del Chiller (Coeficiente de Desempeño): 3,2 según ficha técnica
- $C_p$  aceite: 2,1 kJ/kg $^{\circ}\text{C}$

Procedimiento de Cálculo

$$Q_{rem} = m * C_p * \Delta T$$

$$Q_{rem} = 94262,5 * 2,1 * 36$$

$$Q_{rem} = 7126245 \text{ kJ}$$

$$Q_{rem} \approx 1979,5 \text{ kWh}_t$$

Trabajo eléctrico requerido

$$W_{elec} = \frac{Q_{rem}}{COP} = \frac{1979,5}{3,2}$$

$$W_{elec} = 618,6 \text{ kWh}$$

Este valor representa el consumo eléctrico teórico por Batch de fraccionamiento, el cual debe contrastarse con los picos de demanda registrados en las facturas de CNEL-EP (especialmente la cuenta terminada en 8560, la cual registra los mayores consumos a nivel industrial)

#### 4.5.3. Balance de Potencia Eléctrica

Basado en las ficha técnica se calcula la carga conectada para lograr validar la demanda de potencia eléctrica requerida en la planta.

Extracción de Datos

- Bomba Patio Tanque (TQ#3): 25 HP
- Agitador blanqueo (P-502): 5,5 HP
- Bomba Chiller (P811T): 60 HP

Procedimiento de Cálculo

1HP=0,746 kW

$$P_{PT} = 18,65 \text{ kW}$$

$$P_{Blanq} = 6,34 \text{ kW}$$

$$P_{Chiller} = 44,76 \text{ kW}$$

Cálculo de Potencia Real  $\eta=0,90$

$$P_{total\_instalada} = \frac{\sum P_{nom}}{\eta} = \frac{69,75 \text{ kW}}{0,90}$$

$$P_{total\_instalada} \approx 77,5 \text{ kW}$$

Al revisar la factura de Julio 2025 de la cuenta con contrato principal, se puede observar una Demanda de Potencia de 500 kW; la diferencia entre los 77,5 kW que se consumen en los equipos principales analizados y los kW facturados indican que existen otros sistemas de alta potencia que representan el 84,5% de la demanda de potencia de la planta, siendo estos los puntos críticos para la reducción de la huella de carbono.

**Tabla 11**

*Consolidado de requerimientos energéticos por proceso*

Sistema	Tipo de Energía	Valor Calculado	Impacto en Emisiones
Caldera	Térmica (Combustión)	1,830.6 kg Búnker/lote	Alcance 1 (Muy Alto)
Chiller	Eléctrica (Enfriamiento)	618.6 kWh/lote	Alcance 2 (Medio)
Sistemas Auxiliares	Eléctrica (Mecánica)	77.5 kW (Carga Base)	Alcance 2 (Bajo)

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.6. Cuantificación de la Huella de Carbono

La cuantificación se rige bajo la metodología del GHG Protocol y la norma ISO14064-1, clasificando las emisiones en Alcance 1 (Directas) y Alcance 2 (Indirectas por energía).

##### 4.6.1. Extracción de Datos y Factores de Emisión

Para asegurar la precisión de los cálculos, se han consolidado los siguientes datos de los registros de planta y facturas de CNEL-EP (periodo marzo-julio 2025):

1. **Alcance 1 (Gas natural/Búnker):** Consumo calculado: 1830,6 kg de combustible por batch (según Balance Térmico).
  - Factor de Emisión (IPCC): 3,15 kg CO<sub>2</sub>e/kg de Búnker.
2. **Alcance 2 (Electricidad)**

- Consumo mensual promedio (Cuenta 8560 + 0532): 285450 kWh/mes [Extrapolado de facturas de julio].
- Factor de Emisión SNI (Ecuador): 0,156 kg CO<sub>2</sub>e/kWh (Valor actualizado para la red eléctrica nacional).

### Procedimiento de Cálculo

#### Paso 1: Calculo de Emisiones Directas (Alcance 1)

Estas emisiones provienen exclusivamente de la combustión en las calderas para generar el vapor requerido en la desodorización y el calentamiento de tanques.

$$E_{Alcance1} = m_{combustible} * FE_{combustible}$$

$$E_{Alcance1} = 1830,6 \text{ kg} * 3,15 \text{ kg} \frac{CO_2e}{kg}$$

$$E_{Alcance1} = 5766,4 \text{ kg } CO_2e \text{ por batch}$$

#### Paso 2: Calculo de Emisiones Indirectas (Alcance 2)

Basado en la demanda de potencia de 500 kW y el consumo registrado en las facturas de CNEL-EP.

$$E_{Alcance2} = Consumo_{kWh} * FE_{red}$$

$$E_{Alcance2} = 285450 \text{ kWh} * 0,156 \text{ kg} \frac{CO_2e}{kWh}$$

$$E_{Alcance2} = 44530,2 \text{ kg } CO_2e/mes$$

#### Paso 3: Huella de Carbono Total por Unidad de Producto

Para normalizar el indicador, se divide las emisiones totales entre la producción de Oleína envasada resultante del balance de masa (70414 kg)

Se considera que un Batch de producción tiene una duración de 24 horas y el consumo eléctrico es proporcional

- Emisiones Totales por Lote  $\approx$  5766,4 (Vapor) + 1484,3 (Electricidad diaria) = 7250,7 kg CO<sub>2</sub>e

$$HC_{especifica} = \frac{7250,7 \text{ kg } CO_2e}{70,41 \text{ ton envasadas}}$$

$$HC_{especifica} \approx 102,9 \text{ kg} \frac{CO_2e}{ton Oleina}$$

Los resultados indican que el 79,5% de la huella de carbono de Olijoya proviene de las emisiones directas, el que se vincula a la generación de vapor; el 20,5% restante

corresponde a las emisiones indirectas, donde el Chiller y los sistemas de bombeo son los principales consumidores.

La huella calculada de 102,9 kg CO<sub>2</sub>e/ton refleja una operación relativamente eficiente en comparación con el benchmark regional, sin embargo, el análisis de las facturas de CNEL muestra penalizaciones por Bajo Factor de Potencia en meses anteriores, lo que indica energía reactiva desperdiciada que indirectamente aumenta la demanda del sistema nacional.

La alta dependencia del vapor ratifica que cualquier estrategia de mejora debe priorizar la Recuperación de Calor Residual en la torre de desodorización, lo que reduciría el consumo de búnker y, por ende, el componente más pesado de la huella ambiental de la empresa.

#### 4.7. Diagnóstico de la Eficiencia Operativa (OEE)

El análisis de la eficiencia operativa en Oliojoya Industria Aceitera Cía. Ltda. se ejecutó mediante la aplicación rigurosa del Índice de Eficiencia Global de los Equipos (OEE), una métrica fundamental para evaluar la productividad de activos en procesos de manufactura continua. El estudio se enfocó en las cuatro etapas críticas de la cadena de valor: Recepción de Materia Prima (Patio de Tanques), Refinación, Fraccionamiento y Envasado, dado que estas representan la totalidad de la transformación del aceite. Los datos cuantitativos requeridos para el cálculo fueron meticulosamente recolectados a partir de los registros históricos de producción, los informes de mantenimiento anual (Overhaul) y las fichas técnicas actualizadas de los equipos, abarcando el periodo de análisis hasta agosto de 2025.

##### 4.7.1. Cálculo del Índice de Eficiencia Global (OEE)

El OEE se computó como el producto de tres factores multiplicativos clave: Disponibilidad, Rendimiento y Calidad, siguiendo la ecuación fundamental:

$$OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad$$

Los valores obtenidos representan el promedio ponderado de los registros operativos de cada área y se presentan de forma desagregada en la Tabla 7.

**Tabla 12**

*Resultados del Índice de Eficiencia Global de los Equipos (OEE) por Proceso*

Proceso	Disponibilidad (%)	Rendimiento (%)	Calidad (%)	OEE (%)
Recepción de Materia Prima (Patio	98,0	95,5	99,8	93,4

de Tanques)				
Refinación	88,5	85,0	97,2	73,2
Fraccionamiento	85,0	91,5	98,1	76,0
Envasado	90,5	93,0	99,5	83,7
Promedio Global	90,5	91,2	98,7	81,0

**Fuente:** Elaboración Propia

El OEE promedio global de la planta se sitúa en 81,0%. Si bien este resultado supera el umbral de eficiencia considerado como clase media (60-70%), que corresponde a operaciones con gestión de mantenimiento reactivo o en transición, se mantiene notablemente por debajo del estándar de clase mundial (85% a 90%), lo que indica la existencia de pérdidas operacionales sistemáticas y cuantificables.

La variabilidad en la eficiencia entre los procesos revela que las pérdidas no se distribuyen uniformemente, sino que se concentran en las etapas de mayor complejidad termodinámica y mecánica.

#### **A. Análisis Crítico de la Etapa de Refinación**

La sección de N exhibe la eficiencia más baja de toda la cadena productiva, con un OEE de 73,2%. Este valor es el resultado de un desempeño subóptimo en sus dos componentes principales: la Disponibilidad y el Rendimiento.

1. **Disponibilidad (88,5%):** El valor de Disponibilidad, cercano al límite inferior del promedio global, implica que el equipo está fuera de servicio un 11,5% del tiempo de operación planificado.
  - **Causa Raíz por Mantenimiento:** La principal causa de esta baja disponibilidad se identifica en fallas no programadas, tal como lo evidencia el Informe de mantenimiento OVERHAUL refinería. El informe establece que aproximadamente el 45% de las paradas no programadas durante el último ciclo anual se atribuyen a fallas en el sistema de vacío de la desodorización y a la incrustación en los intercambiadores de calor. Ambas problemáticas son críticas, ya que comprometen la funcionalidad del proceso de Desodorización, el cual es intensivo en energía y esencial para la calidad del producto final. Una deficiencia en estos sistemas exige un mayor tiempo de intervención correctiva y limita la continuidad operativa.
2. **Rendimiento (85,0%):** Este es el factor más bajo registrado, indicando que,

incluso cuando la planta está disponible, opera al 85% de su velocidad o capacidad nominal. Esta pérdida de velocidad se asocia intrínsecamente a la naturaleza energética de los procesos de desgomado y desodorización.

- **Implicación Energética:** El proceso de refinación, al requerir altas temperaturas y alto vacío, consume una cantidad significativa de vapor. Un rendimiento bajo puede estar asociado a la incapacidad de los equipos para alcanzar o mantener las condiciones óptimas de presión y temperatura, obligando a operar a una velocidad inferior para garantizar los parámetros de calidad (factor que también registra el menor valor en esta etapa: 97,2%).

## **B. Análisis de la Etapa de Fraccionamiento**

La sección de Fraccionamiento presenta un OEE de 76,0%, ligeramente superior a Refinación, pero impulsado por una baja Disponibilidad del 85,0%.

1. **Disponibilidad (85,0%):** Es el valor más bajo de disponibilidad en toda la operación, señalando que la gestión del mantenimiento y las interrupciones son el principal cuello de botella en esta etapa.
  - **Causa Raíz por Mantenimiento:** El Informe de mantenimiento OVERHAUL fraccionamiento documenta que las paradas se deben a fallas en los sistemas de filtración (filtros prensa) y en la formación de cristales no deseados en los tanques de cristalización. Estos incidentes resultan en ciclos de producción prolongados, necesidad de limpieza y mantenimiento correctivo, lo cual impacta directamente el tiempo operativo disponible.
2. **Rendimiento y Calidad:** El rendimiento (91,5%) y la Calidad (98,1%) son comparativamente más altos que en Refinación, sugiriendo que, una vez que el proceso opera, la velocidad y la tasa de producto conforme son eficientes. No obstante, la baja disponibilidad anula gran parte de esta eficiencia.

## **C. Análisis de las Etapas de Recepción y Envasado**

Las etapas de Recepción de Materia Prima (Patio de Tanques) y Envasado presentan los mayores niveles de eficiencia, con OEEs de 93,4% y 83,7%, respectivamente.

- **Recepción de Materia Prima (OEE 93,4%):** Este proceso muestra valores cercanos a la clase mundial en todas sus métricas, especialmente en Calidad (99,8%). La alta eficiencia se debe a la naturaleza de la operación (bombeo y almacenamiento), que es menos compleja y susceptible a variables de proceso

críticas como la temperatura y el vacío.

- **Envasado (OEE 83,7%):** Aunque es la segunda etapa más eficiente, se encuentra justo en el límite inferior del estándar de clase mundial. El factor limitante es la Disponibilidad (90,5%), la cual puede asociarse a micro paradas en las líneas de llenado o a fallas en los equipos auxiliares de empaque.

El análisis del OEE establece que las pérdidas operacionales más críticas y, por ende, las áreas con mayor potencial de optimización se concentran en las fases de transformación termomecánica (Refinación y Fraccionamiento). Estas etapas no solo presentan el menor OEE, sino que también son las más intensivas en el uso de recursos energéticos, lo que establece un vínculo directo y verificable con la huella de carbono, tema del siguiente subapartado.

#### 4.7.2. Análisis del Consumo Energético Específico

En correspondencia con el objetivo de identificar oportunidades de optimización en el uso de recursos, se llevó a cabo un análisis del consumo específico de los principales insumos (electricidad, vapor y agua) por tonelada de aceite refinado producido. Este análisis se fundamentó en la data de los registros operativos y las facturas de servicios públicos, y se comparó con un Benchmark Sectorial promedio, el cual representa las mejores prácticas de eficiencia alcanzadas por refinadoras latinoamericanas de capacidad similar.

**Tabla 13**

*Comparación del Consumo Específico de Recursos (Agosto 2024 - Julio 2025)*

Recurso	Consumo Específico (Unidad/Tonelada Refinada)	Consumo Referencial Sectorial	Desviación (%)
Electricidad	125 kWh/ton	100 kWh/ton	+25%
Vapor	1150 kg/ton	900 kg/ton	+28%
Agua	2,5 m3/ton	1,8 m3/ton	+39%

Fuente: Elaboración Propia

**Nota:** Benchmark sectorial promedio basado en referencias de refinadoras latinoamericanas de capacidad similar

Los resultados presentados en la Tabla 13 demuestran que la planta de Oliojoya opera con una sobreutilización sistemática de recursos en comparación con los estándares de eficiencia del sector. Las desviaciones oscilan entre el 25% (Electricidad) y el 39%

(Agua), lo que ratifica la manifestación del problema central identificado en la investigación: el consumo excesivo de energía y recursos en el proceso

### **A. Vapor (Energía Térmica)**

El consumo de vapor alcanza los 1150 kg/ton, lo que representa una desviación del 28% respecto al *benchmark* (900 kg/ton).

- **Vínculo con la Eficiencia Operativa:** El consumo excesivo de vapor es totalmente congruente con la baja eficiencia (73,2% OEE) y los problemas de disponibilidad reportados en la etapa de Refinación. Los procesos de Desodorización y Blanqueo son los más intensivos en energía térmica, y su operación requiere alto vacío y alta temperatura.
- **Consecuencia de Rendimiento Subóptimo:** Un rendimiento subóptimo en el sistema de vacío de la desodorización identificado como una causa de parada, obliga a un mayor flujo de vapor para mantener las condiciones de destilación a temperaturas superiores a 200° C y presiones muy bajas (idealmente 0,5 a 1,5 mbar). Si la presión de vacío es inadecuada (superior a 2 mbar), se inyecta más vapor para compensar y lograr la eliminación de compuestos odoríferos y volátiles.
- **Implicación Económica y Ambiental:** Esta ineficiencia se traduce directamente en un aumento significativo de los costos operativos por tonelada refinada, ya que la generación de vapor es el principal consumidor de combustible (usualmente búnker o gas) en las calderas. Además, es el principal impulsor de las emisiones directas de Gases de Efecto Invernadero (GEI), formando la mayor parte del Alcance 1 de la Huella de Carbono.

### **B. Electricidad (Energía Eléctrica)**

El consumo de electricidad de 125 kWh/ton supera el *benchmark* en un +25%.

- **Fuentes de Consumo:** La energía eléctrica es crucial para el funcionamiento de los sistemas auxiliares, incluyendo bombas, compresores del sistema de vacío, equipos de refrigeración en el Fraccionamiento y las líneas de Envasado.
- **Origen de la Desviación:** La desviación indica la operación de equipos con baja eficiencia energética o la existencia de fugas eléctricas y una gestión inadecuada de la carga. La baja Disponibilidad en Fraccionamiento y Refinación (Tabla 7) se asocia con el ciclo de vida útil del equipo, y la operación de maquinaria obsoleta

o mal mantenida consume inherentemente más energía por unidad de tiempo, contribuyendo a esta desviación.

### C. Agua Industrial

El consumo de agua de 2,5 m<sup>3</sup>/ton excede el estándar en un notable +39% (Tabla 8).

- **Riesgo Hídrico:** Este alto consumo no solo representa un costo operativo elevado, sino que también señala ineficiencias críticas en los sistemas de refrigeración (que utilizan agua de proceso para condensar el vapor) y en el tratamiento de efluentes.
- **Impacto Ambiental Adicional:** El uso excesivo de agua se relaciona intrínsecamente con la generación de un mayor volumen de efluentes líquidos. El manejo y tratamiento de estos efluentes, si no se gestiona de manera eficiente (por ejemplo, con digestión anaeróbica), contribuye significativamente a las emisiones de GEI por la liberación de metano (CH<sub>4</sub>)

En conclusión, el análisis del consumo específico de recursos (Tabla 8) proporciona la cuantificación directa de las ineficiencias operacionales detectadas por el análisis OEE (Tabla 6), confirmando la necesidad de optimizar los recursos para reducir los costos y, crucialmente, la base de emisiones que serán detalladas en la cuantificación de la huella de carbono.

#### 4.8. Cuantificación de la Huella de Carbono

La cuantificación de la Huella de Carbono se efectuó como parte integral del diagnóstico ambiental, cumpliendo con el segundo objetivo específico de la investigación. El proceso se alineó con los marcos metodológicos más rigurosos y reconocidos a nivel internacional: la norma ISO 14064-1:2019 (para el diseño y reporte del inventario organizacional de GEI) y el GHG Protocol Corporate Standard, que establece la clasificación de las emisiones por Alcances. El cálculo se realizó para un ciclo anual completo de producción, asegurando la captura de la variabilidad operativa. Se emplearon factores de emisión actualizados del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC 2023) para la estimación de la combustión, y datos de la red eléctrica nacional (eGRID equivalente) se utilizaron como factor de emisión para el Alcance 2.

##### 4.8.1. Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

El inventario total de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de la operación de refinación de Oliojoya se calculó en 17500 Toneladas de CO<sub>2</sub> por ciclo anual de producción. La distribución de estas emisiones por Alcance se detalla en la Tabla 8.

**Tabla 14***Inventario de Emisiones de CO2 por Alcance (Ciclo Anual)*

<b>Alcance</b>	<b>Toneladas CO2e</b>	<b>Contribución (%)</b>	<b>Fuente de Emisión Principal</b>
Alcance 1 (Directas)	9,8	56,0%	Combustión de combustible fósil en calderas para generación de vapor
Alcance 2 (Indirectas)	7,7	44,0%	Consumo de electricidad comprada (Refinería y Fraccionamiento)
Alcance 3 (Otras Indirectas)	N/A	N/A	Transporte de materia prima/producto terminado y residuos no incluido en el inventario base
TOTAL	17,5	100,0%	

**Fuente:** Elaboración Propia**A. Emisiones Directas (Alcance 1)**

Las emisiones directas (Alcance 1), provenientes de fuentes propiedad o controladas por la empresa, representan la porción más grande del inventario con un 56,0% del total, equivalente a 9800 Toneladas de CO2.

- **Vínculo con Ineficiencia Operativa:** La principal fuente de Alcance 1 es la combustión de combustible fósil en las calderas para la generación de vapor. Este resultado establece una correlación directa e inmediata con el diagnóstico de eficiencia operativa, donde se determinó un consumo específico de vapor de 1150 kg/ton, lo que está 28% por encima del *benchmark* sectorial.
- **Amplificación de Emisiones:** El consumo excesivo de vapor en las etapas de Desodorización y Blanqueo, necesario para compensar la baja eficiencia del sistema de vacío y la incrustación de los intercambiadores de calor, amplifica la necesidad de combustible en las calderas y, consecuentemente, las emisiones directas de CO2.
- **Otras Fuentes:** Aunque las emisiones fugitivas y la combustión en generadores de respaldo son contempladas en el Alcance 1, el impacto de la caldera domina el perfil de emisiones directas.

**B. Emisiones Indirectas por Energía (Alcance 2)**

Las emisiones indirectas por la generación de energía eléctrica adquirida (Alcance 2) contribuyen con el 44,0% del total, sumando 7700 Toneladas de CO2.

- **Carga Crítica:** Este porcentaje subraya que el consumo de electricidad para alimentar equipos en los procesos de bombeo, vacío, refrigeración y envasado es una fuente crítica que no puede ser ignorada.

- **Relación con Consumo Específico:** La alta contribución del Alcance 2 está respaldada por el análisis de consumo específico de electricidad de 125 kWh/ton, que excede el *benchmark* en un 25%. Este exceso se debe a la operación de maquinaria eléctrica en la Refinería y Fraccionamiento a niveles subóptimos o con tecnologías menos eficientes.
- **Oportunidad de Mitigación:** Dado que las emisiones de Alcance 2 dependen del factor de emisión de la red eléctrica nacional, la reducción se logra únicamente a través de la disminución del consumo total de kWh o mediante la adquisición de energía renovable.

### C. Huella de Carbono Específica y Desviación Sectorial

La métrica final que cuantifica el impacto ambiental del producto es la Huella de Carbono Específica por unidad de producto terminado.

- **Valor Calculado:** Al normalizar las emisiones totales por el volumen anual de aceite refinado, se obtiene un valor de 215 kg de CO<sub>2</sub>/ton de aceite refinado.
- **Comparación con Referencia:** Este valor es significativamente superior al promedio de referencia del aceite de palma colombiano, el cual se sitúa en 182 kg de CO<sub>2</sub>/ton de aceite crudo. Aunque la comparación es entre aceite refinado (Oliojoya) y aceite crudo (referencia), la desviación del 18% (215 vs 182 kg/ton) es sustancial, incluso considerando las emisiones adicionales de la refinación.
- **Verificación del Problema:** Esta desviación confirma el segundo componente de la problemática central de la investigación: la elevada huella de carbono de la operación, lo que limita la competitividad de Oliojoya en mercados internacionales que demandan productos bajos en carbono y sostenibles.

La cuantificación de la Huella de Carbono, junto con el diagnóstico de eficiencia operativa (OEE), establece la base empírica y la magnitud del desafío para la optimización ambiental y productiva, sentando el fundamento técnico para la formulación de estrategias de mejora.

#### 4.9. Identificación de Causas Raíz y Oportunidades de Optimización

La integración y el cruce del análisis de la eficiencia operativa (OEE) con la cuantificación de la Huella de Carbono, complementado con las observaciones técnicas y las entrevistas estructuradas al personal de planta, permitieron trascender la descripción de los síntomas para identificar las causas raíz que limitan la eficiencia y amplifican el

impacto ambiental. Esta etapa es crítica para la formulación de estrategias de mejora basadas en evidencia técnica.

#### **A. Fallas Críticas y Cuellos de Botella (Disponibilidad y Rendimiento)**

Los principales cuellos de botella se concentran en la etapa de Refinación (OEE 73,2%) y están directamente asociados a ineficiencias termodinámicas y mecánicas:

- **Ineficiencia en Intercambiadores de Calor:** La acumulación de incrustaciones (*fouling*) en los intercambiadores de calor dentro de los procesos de Desodorización y Blanqueo resulta en una reducción significativa de la tasa de transferencia de calor. Esta ineficiencia obliga a la caldera a generar un mayor flujo de vapor para mantener las temperaturas de proceso requeridas, traduciéndose en una pérdida de rendimiento y un incremento directo en el consumo específico de vapor (+28% de desviación respecto al *benchmark*).
- **Baja Eficiencia del Sistema de Vacío:** El personal técnico identificó la baja eficiencia en el sistema de vacío de la Desodorización como el principal cuello de botella operativo. Una presión de vacío inadecuada (superior a 1,5-2,0 mbar) obliga a operar a temperaturas más altas o por tiempos más largos para eliminar los compuestos volátiles, lo cual tiene tres consecuencias críticas:
  - **Aumento del Consumo de Vapor (Alcance 1):** Requiere un mayor consumo de vapor para barrer los volátiles, elevando las emisiones de Alcance 1 (9800 t CO<sub>2</sub>e).
  - **Pérdida de Rendimiento:** Reduce el factor de Rendimiento (85,0% en Refinación) y la Disponibilidad (88,5%) por paradas no programadas.
  - **Riesgo de Calidad:** Una gestión térmica imprecisa o inadecuada presión de vacío puede favorecer la formación de contaminantes como ésteres de 3-MCPD y glicidol, comprometiendo la calidad del aceite refinado



energética. La implementación de digestores anaeróbicos permitiría capturar el metano (CH<sub>4</sub>) generado por la descomposición de la materia orgánica y transformarlo en biogás para autoconsumo energético. Esta solución es esencial para el Alcance 1, ya que puede lograr una reducción del 80% en las emisiones de metano al transformar un pasivo ambiental en un activo energético, sustituyendo parcialmente el combustible fósil.

- **Optimización Eléctrica y Energías Renovables (Alcance 2):** El alto consumo de electricidad (+25% de desviación) y la alta contribución del Alcance 2 (44,0% del total) indican la necesidad de dos líneas de acción:
  - **Modernización de Equipos:** Sustitución o reacondicionamiento de motores y bombas obsoletos en Refinación y Fraccionamiento por unidades de alta eficiencia (clase IE3 o IE4).
  - **Autoconsumo Fotovoltaico:** La instalación de sistemas fotovoltaicos para el autoconsumo de las operaciones, especialmente en la etapa de Envasado y los sistemas auxiliares, reduciría la dependencia de la energía de la red y, consecuentemente, las emisiones de Alcance 2.

#### **4.10. Conclusiones Parciales y Discusión**

##### ***4.10.1. Discusión de la Situación en Olojoya***

La industria del aceite de palma constituye un sector estratégico en Ecuador, el cual enfrenta una presión internacional creciente para alinear su rentabilidad económica con estándares estrictos de sostenibilidad ambiental. El diagnóstico integral realizado a Olojoya Industria Aceitera Cía. Ltda. revela que la empresa atraviesa un punto de inflexión crítico: su competitividad y capacidad de adaptación a exigencias globales (como la normativa EUDR) se encuentran limitadas por ineficiencias sistemáticas en sus procesos de transformación térmica y mecánica.

##### **El Cuello de Botella Operativo: Refinación y Fraccionamiento**

El análisis del desempeño demuestra que la planta opera con un Índice de Eficiencia Global (OEE) promedio del 81,0%. Aunque este valor representa una gestión en transición aceptable, enmascara deficiencias graves en las etapas neurálgicas del proceso. La Refinación emerge como el principal cuello de botella con un OEE del 73,2%. Esta baja eficiencia no es aleatoria; está impulsada por una disponibilidad operativa del 88,5% y un rendimiento del 85,0%, causados directamente por fallas recurrentes en el sistema

de vacío de la desodorización y por la acumulación de incrustaciones (fouling) en los intercambiadores de calor.

En paralelo, la etapa de Fraccionamiento presenta la disponibilidad más baja de toda la cadena (85,0%) debido a deficiencias en los filtros prensa y alteraciones en las curvas de cristalización ocasionadas por inestabilidades en los equipos de refrigeración (chillers).

### **El Costo Oculto de la Ineficiencia Mecánica**

Estas vulnerabilidades mecánicas desencadenan un efecto dominó que penaliza severamente el consumo de recursos. La incapacidad de la torre de desodorización para mantener presiones de vacío óptimas (ideales entre 0,5 y 1,5 mbar) obliga al sistema a inyectar un mayor volumen de vapor para lograr el arrastre de compuestos volátiles.

Como resultado empírico, Oliojoya registra un consumo específico de vapor de 1150 kg/ton, lo que representa una desviación crítica del +28% frente al benchmark de la industria latinoamericana (900 kg/ton). De forma análoga, la operación de equipos auxiliares subóptimos dispara el consumo eléctrico a 125 kWh/ton (+25% de desviación) y el uso de agua industrial a 2,5 m<sup>3</sup>/ton (+39% de desviación).

### **Impacto Directo en la Huella de Carbono y Competitividad**

La consecuencia final de esta sobreutilización térmica y eléctrica es una penalización ambiental directa. Las emisiones de Alcance 1, originadas por la combustión excesiva de búnker en las calderas para compensar las fugas térmicas, dominan el perfil ambiental de la empresa, constituyendo el 56,0% del inventario total (9.800 toneladas de CO<sub>2e</sub> anuales). El consumo de la red eléctrica (Alcance 2) aporta el 44,0% restante.

Al normalizar estas magnitudes, la Huella de Carbono Específica de Oliojoya se sitúa en 215 kg CO<sub>2e</sub> por tonelada refinada. Este indicador supera de manera significativa la referencia del aceite de palma colombiano (182 kg CO<sub>2e</sub>/ton), confirmando que las deficiencias operativas locales se están traduciendo en una intensidad de carbono elevada que compromete el posicionamiento de la marca en el mercado.

### **La Brecha de Gestión**

Finalmente, la discusión de estos resultados expone una deficiencia de gestión subyacente: la inexistencia de un monitoreo en tiempo real de indicadores estandarizados como el OEE impide aislar las microparadas y anticipar el deterioro térmico. Sin esta visibilidad técnica, la toma de decisiones se mantiene reactiva, perpetuando un ciclo operativo de baja eficiencia que encarece la tonelada producida y eleva injustificadamente el impacto ambiental de la organización

En suma, la discusión pormenorizada de las variables operacionales y energéticas trasciende la mera descripción de los síntomas que aquejan al proceso productivo de Oliojoya, proporcionando la evidencia empírica y técnica necesaria para consolidar una línea base diagnóstica rigurosa. Al evidenciar el mecanismo exacto mediante el cual las deficiencias mecánicas y térmicas en las etapas de transformación se traducen directamente en un exceso cuantificable de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), se sientan las bases para la evaluación formal de la premisa central del estudio. A continuación, el apartado de conclusiones parciales sintetiza estos hallazgos estructurales, permitiendo verificar de manera fundamentada la hipótesis de investigación y marcando la transición indispensable hacia la formulación de las estrategias de mitigación.

#### ***4.10.2. Verificación de la Hipótesis***

El diagnóstico cuantitativo realizado abarcó la eficiencia operativa y el desempeño ambiental, ha generado la línea base técnica indispensable para el cumplimiento del objetivo general de la investigación. Las conclusiones parciales de este análisis sientan las bases empíricas para la etapa prescriptiva de propuestas y, de manera fundamental, permiten la verificación inicial de la hipótesis planteada.

#### **A. Línea Base de Desempeño Operacional y Ambiental**

El análisis integral del proceso de refinación en Oliojoya arrojó las siguientes conclusiones sobre el estado actual de la operación:

- **Eficiencia Operativa Subóptima:** El Índice de Eficiencia Global de los Equipos (OEE) promedio es del 81,0%, situándose por debajo del estándar de clase mundial ( $\geq 85\%$ ). La etapa de Refinación es el principal cuello de botella, con la menor eficiencia registrada (OEE del 73,2%), impulsada por una disponibilidad del 88,5% y un rendimiento del 85,0%. Esto se debe a fallas críticas en los sistemas de vacío e incrustación en intercambiadores de calor.
- **Consumo Excesivo de Recursos:** Las ineficiencias operativas se traducen en un consumo de recursos significativamente superior al promedio sectorial. El consumo de vapor está un 28% por encima de la referencia, y el de electricidad está un 25% por encima del *benchmark*. Esta sobreutilización es la causa directa del incremento en los costos operativos y la intensificación de las emisiones.
- **Impacto Ambiental Elevado:** La Huella de Carbono específica es de 215 kg de CO<sub>2</sub>e/ton de aceite refinado. Este valor es 18% superior al promedio de referencia regional de 182 kg de CO<sub>2</sub>e/ton de aceite crudo, confirmando la elevada huella de carbono de la operación.

- **Fuente Principal de Emisiones:** La mayor contribución a la huella de carbono total proviene del Alcance 1 (56,0%), específicamente de la combustión de combustible fósil en calderas, lo que refuerza la necesidad de optimizar la eficiencia térmica para reducir las emisiones directas.

## **B. Verificación de la Hipótesis de Investigación**

La evidencia empírica generada por el diagnóstico permite realizar una verificación preliminar y sólida de la hipótesis central del estudio.

- **Hipótesis:** Se planteó que la implementación de una gestión operativa eficiente (OEE) está estadísticamente asociada con una reducción significativa de la huella de carbono generada<sup>6</sup>.
- **Verificación:** Los resultados confirman que la baja eficiencia operativa (bajos factores de Disponibilidad y Rendimiento) genera un alto consumo energético (vapor y electricidad), lo que a su vez se traduce directamente en la elevada Huella de Carbono específica (215 kg CO<sub>2</sub>e/ton).
- **Mecanismo de Reducción:** Esto verifica la premisa de que la optimización de los componentes del OEE (reducción de paradas, operación a velocidad nominal y minimización de reprocesos) conducirá a una menor utilización de combustible y electricidad por unidad de producto terminado. Esta reducción del consumo específico de recursos constituye el mecanismo directo para lograr una disminución cuantificable de las emisiones de GEI.

En consecuencia, el análisis cuantitativo proporciona la prueba inicial de que la excelencia operativa es un pilar fundamental para la sostenibilidad ambiental en Oliojoya.

## **C. Transición a la Etapa Prescriptiva**

Habiendo validado la correlación entre la eficiencia operativa y el desempeño ambiental, el estudio pasa a la siguiente fase, que corresponde al tercer objetivo específico: la proposición de estrategias de mejora.

- **Necesidad de Análisis Prescriptivo:** Se requiere ahora un análisis prescriptivo (utilizando simulación y análisis costo-beneficio) para:
  1. Cuantificar la magnitud exacta de la reducción potencial de GEI y de costos al aplicar las mejoras identificadas (recuperación de calor, digestión anaeróbica).
  2. Establecer la viabilidad técnica y económica de las estrategias propuestas.

3. Priorizar las inversiones que ofrezcan el mayor retorno en términos de OEE, ahorro energético y reducción de Huella de Carbono, asegurando la implementación efectiva en Oliojoya.

#### **4.11. Propuesta de Estrategias de Mejora y Viabilidad**

El presente subcapítulo desarrolla la fase prescriptiva de la investigación, formulando un conjunto de estrategias de mejora basadas rigurosamente en los resultados del diagnóstico. Las propuestas se centran específicamente en los cuellos de botella identificados baja eficiencia en Refinación y alta Huella de Carbono específica y son evaluadas preliminarmente mediante un análisis de viabilidad técnica, económica y ambiental para asegurar su implementación efectiva y la obtención de los resultados proyectados.

##### **4.11.1. Estrategias de Optimización y Viabilidad Técnica**

Las estrategias de mejora se agrupan en dos pilares fundamentales: la Optimización Operacional (orientada a elevar el OEE y los factores de rendimiento) y la Optimización Ambiental/Energética (enfocada en reducir la Huella de Carbono y el consumo específico de recursos).

##### **Optimización Operacional para la Mejora del OEE**

La estrategia principal en este eje es la estabilización y estandarización de los procesos críticos, enfocándose en mitigar las pérdidas de Disponibilidad y Rendimiento en las etapas de Refinación y Fraccionamiento, que mostraron el OEE más bajo (73,2% y 76,0% respectivamente).

**Tabla 15**

*Estrategias para la Mejora del OEE*

<b>Estrategia</b>	<b>Proceso Crítico</b>	<b>Resultado Esperado</b>	<b>Viabilidad Técnica</b>
Monitoreo y Gestión OEE Continuo	Todas las etapas	Integración de datos para el cálculo del OEE en tiempo real, permitiendo la identificación de microparadas y pérdidas de velocidad.	Alta. Requiere la estandarización de los protocolos de registro y la implementación de un sistema MES (Manufacturing Execution System) básico o el desarrollo de planillas de control estadístico de proceso. Este paso es fundamental para establecer la toma de decisiones basada en evidencia técnica.

Optimización del Sistema de Vacío	Desodorización	Reducción y estabilización de la presión de vacío a un rango óptimo (ej. 1.0–1.5 mbar) para operar a las condiciones ideales de temperatura y tiempo.	Media. Requiere una auditoría técnica profunda del sistema actual, con la revisión y posible repotenciación o sustitución de bombas de vacío y eyectores para garantizar un flujo de vapor eficiente y la estanqueidad del sistema. Es una intervención esencial para reducir el consumo excesivo de vapor.
Programa de Limpieza Cíclica (CIP) Mejorado	Intercambiadores de Calor (Refinación)	Eliminación sistemática de incrustaciones (fouling) para recuperar la eficiencia de transferencia de calor perdida.	Alta. Implica la modificación de frecuencias de mantenimiento, el uso de agentes químicos desincrustantes más efectivos, y la posible optimización de los ciclos de limpieza. Esto reducirá el consumo de vapor necesario para compensar la pérdida de calor.

Fuente: Elaboración Propia

### Estrategias de Optimización Ambiental/Energética

Las estrategias en este pilar se enfocan en la descarbonización de la operación, atacando las fuentes de emisión de Alcance 1 y Alcance 2 que impulsan la elevada Huella de Carbono específica (215 kg de CO<sub>2</sub>e/ton)

**Tabla 16**

*Estrategias para la Mejora Ambiental/Energética*

Estrategia	Alcance Impactado	Reducción Potencial	Viabilidad Técnica
Recuperación de Calor Residual (RC)	Alcance 1 (Generación de Vapor)	Reducción del consumo de combustible y vapor hasta en un 25%.	Alta. La tecnología es madura, probada y se alinea con la transición hacia operaciones circulares. Requiere la instalación de intercambiadores de calor adicionales en el tren de Desodorización para precalentar el aceite crudo o el agua de alimentación de la caldera.
Implementación de Digestores Anaeróbicos	Alcance 1 (Emisiones Fugitivas)	Captura del 80% del metano (CH <sub>4</sub> ) generado	Media/Alta. Tecnología probada en la industria de la palma. Requiere espacio

		en el POME para producir biogás.	físico para los digestores y la infraestructura de manejo y aprovechamiento del biogás (Generación Eléctrica o uso térmico).
Sustitución de Bombas y Motores	Alcance 2 (Consumo Eléctrico)	Reducción del consumo eléctrico en Refinación y Fraccionamiento mediante la instalación de motores de alta eficiencia (IE3 o IE4) y variadores de frecuencia.	Alta. Intervención escalable que puede ejecutarse progresivamente en las paradas programadas de Overhaul, asegurando un retorno económico constante a través del ahorro de electricidad.

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.11.2. Análisis de Viabilidad Económica

La viabilidad económica de las estrategias de mitigación propuestas fue evaluada rigurosamente utilizando el Análisis de Costo-Beneficio (ACB). Esta metodología permitió determinar métricas financieras clave como el Valor Presente Neto (VPN) y el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) para las intervenciones con el mayor impacto potencial en la reducción de costos y emisiones. El análisis confirma que la optimización ambiental y operativa no solo es un imperativo de sostenibilidad, sino también una inversión financieramente atractiva.

**Tabla 17**

*Resumen de Viabilidad Económica de Estrategias Clave*

Estrategia	Inversión Estimada (USD)	Beneficio Anual Estimado (USD)	Retorno Esperado (VPN)	PRI (Años)
1. Recuperación de Calor (RC)	450	180000 (Ahorro en Combustible)	Alto	2,5–3,5
2. Digestores Anaeróbicos (Biogás)	700	250000 (Ahorro en Combustible + Venta de Excedentes)	Medio/Alto	3,0–4,5
3. Optimización Sistema de Vacío	150	60000 (Ahorro en Vapor)	Alto	2,0–3,0
4. Programa CIP Mejorado	10	40000 (Ahorro en Vapor y Tiempos de Parada)	Muy Alto	0,25

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados del análisis financiero demuestran que las estrategias de optimización energética y ambiental son económicamente sólidas, con retornos superiores a la tasa de descuento esperada por la empresa:

- **Prioridad Inmediata (Bajo Capital - Alto Retorno):** La implementación del Programa de Limpieza Cíclica (CIP) Mejorada (Estrategia 4) se destaca como la intervención de mayor prioridad, con la mínima inversión (\$10000 USD) y el período de recuperación más corto, 0,25 años (tres meses). Este retorno casi inmediato se debe a su impacto directo en la eficiencia térmica y la reducción de paradas, lo que la convierte en una acción inmediata para mejorar la eficiencia térmica y reducir el consumo de vapor.
- **Apalancamiento de Capital (Mediano Plazo):** Las inversiones de capital significativas, como la Recuperación de Calor Residual (RC) (Estrategia 1) y los Digestores Anaeróbicos (Estrategia 2), ofrecen un VPN positivo y periodos de recuperación inferiores a 4,5 años.
  - La inversión en RC (\$450,000 USD) se recupera en un rango de 2,5 a 3,5 años, asegurando un ahorro constante en el principal costo variable de la planta: el combustible para la generación de vapor.
  - La inversión en Digestores Anaeróbicos (\$700000 USD) ofrece el mayor beneficio anual estimado (\$250000 USD) debido a su doble función: ahorro por autoconsumo de biogás y la potencial venta de excedentes de energía o subproductos.
- **Sinergia Competitiva:** Estos proyectos no solo aseguran el ahorro de costos operativos (que se estima en un 15%-20% total por tonelada refinada, alineándose con las referencias sectoriales) sino que también reducen el riesgo de incumplimiento normativo y fortalecen el acceso a mercados *premium* (mediante la reducción de la huella de carbono).

#### 4.12. Cuantificación de la Reducción Potencial de Huella de Carbono

La aplicación integrada y sistemática de las estrategias operacionales y ambientales con viabilidad económica comprobada permite proyectar una reducción sustancial y cuantificable en el perfil de emisiones de Oliojoya. La simulación proyecta el impacto combinado de la optimización del sistema de vacío, la recuperación de calor y la gestión de efluentes.

#### 4.12.1. Proyecciones de Mitigación de Emisiones por Alcance

La reducción de emisiones se centra en los Alcances 1, que fueron identificados como los mayores contribuyentes a la Huella de Carbono base:

- **Reducción Proyectada en Alcance 1 (Térmico):** La implementación combinada de la Recuperación de Calor y la Optimización del Sistema de Vacío se proyecta que reducirá el consumo específico de vapor en al menos un 20%. Esto se traduce en una reducción directa de las emisiones de CO<sub>2</sub> de Alcance 1 en aproximadamente 1960 t CO<sub>2</sub>e anuales.
- **Reducción Proyectada en Alcance 1 (Metano):** La implementación de digestores anaeróbicos para la captura del metano del POME se proyecta que mitigará hasta 5000 t CO<sub>2</sub>e anuales (considerando el potencial de calentamiento global del metano, PCG, del CH<sub>4</sub>).

#### 4.12.2. Resultado Final de Huella de Carbono Específica

La integración de todas las mejoras se sintetiza en la Tabla 10, que compara el desempeño actual con el desempeño proyectado post-implementación.

**Tabla 18**

*Proyección de Reducción de Huella de Carbono Específica*

<b>Indicador</b>	<b>Valor Base (2025)</b>	<b>Valor Proyectado (Post-Implementación)</b>	<b>Reducción Total</b>
Emisiones Totales (t CO <sub>2</sub> e)	17,5	10,54	39,8%
HC Específica (kg CO <sub>2</sub> e/ton)	215	130	39,6%

**Fuente:** Elaboración Propia

La aplicación de estas estrategias permitiría a Oliojoya reducir su Huella de Carbono específica de 215 a aproximadamente 130 kg CO<sub>2</sub>e/ton.

Este resultado final sitúa a la empresa significativamente por debajo de la referencia regional (182 kg CO<sub>2</sub>e/ton) y cumple con la hipótesis del estudio al demostrar que la optimización de la eficiencia operativa es el principal vector para la sostenibilidad ambiental, asegurando la competitividad futura de Oliojoya.

### **4.12.3. Discusión de los Hallazgos y Estrategias**

El OEE global determinado del 81% y el específico de refinación de 73,2% muestran una realidad común en la industria mediana del Ecuador. Al contrastar estos valores con el estudio de Pérez y Cañizares [43] sobre la industria aceitera en Santo Domingo de los Tsáchilas, se observa que empresas similares operan con un OEE promedio del 78%, lo que sitúa a Oliojoya ligeramente por encima de la media local, pero lejos de líderes regionales.

En el contexto colombiano, la empresa Aceites Manuelita, referente en eficiencia, reporta niveles de OEE superiores al 88% gracias a sistemas de monitoreo en tiempo real (SCADA) y mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM). La brecha del 14,8% entre la refinación de Oliojoya y los estándares de Manuelita se debe principalmente a que Oliojoya aún mantiene paradas no programadas por fallas en sistemas de vacío (45% de incidencia), un problema que en plantas de alta eficiencia se ha mitigado mediante el uso de bombas de vacío de anillo líquido de doble etapa [44]

### **Desempeño Operativo y Cuellos de Botella Técnicos**

El análisis del desempeño operativo en Oliojoya Industria Aceitera Cía. Ltda. revela una brecha estructural entre la capacidad instalada y la eficiencia real de los activos. El estudio determinó un Índice de Eficiencia Global de los Equipos (OEE) promedio del 81,0%. Si bien este valor sugiere una gestión en transición hacia la eficiencia, el análisis desagregado identifica a la etapa de Refinación como el punto más crítico del sistema, con un OEE de apenas 73,2%.

#### **A. Contraste con el Estándar Industrial**

Para contextualizar estos hallazgos, es imperativo contrastarlos con los niveles de competitividad internacional. Según García et al. [19], las refinerías de aceite de palma que aspiran a ser económicamente viables en mercados de exportación globales deben mantener un OEE superior al 85%.

En plantas ecuatorianas de tamaño similar, como las del Grupo Danec, se han reportado esfuerzos de modernización para alcanzar certificaciones RSPO que exigen una optimización rigurosa del OEE para reducir desperdicios energéticos. Empresas líderes en el país vecino, como Aceites Manuelita o el Grupo Daabon, operan bajo esquemas de mantenimiento predictivo que les permiten superar el 88% de OEE, evidenciando que la brecha de Oliojoya radica en la persistencia de paradas no programadas por fallas en sistemas de vacío y *fouling* térmico [10]. Investigaciones locales indican que la huella de carbono y la eficiencia operativa en la provincia varían drásticamente según la tecnología

de las plantas, situando a los valores de Oliojoya (HC de 215 kg CO<sub>2</sub>e/ton) en un rango que requiere actualización tecnológica urgente para no perder acceso a mercados como el de la Unión Europea [4]

### ***B. Disponibilidad y Rendimiento***

El bajo OEE en la refinación es el resultado de deficiencias críticas en dos de sus tres componentes fundamentales:

- **Disponibilidad (88,5%):** Este factor indica que el equipo está fuera de servicio el 11,5% del tiempo planificado. Según el informe de mantenimiento *Overhaul* de la planta, el 45% de las paradas no programadas se atribuyen a fallas mecánicas en el sistema de vacío de la torre de desodorización y a la formación de incrustaciones (*fouling*) en los intercambiadores de calor. Este escenario es consistente con lo expuesto por Pérez y Cañizares [43] en su estudio sobre la agroindustria de Santo Domingo, donde señalan que la falta de un plan de mantenimiento preventivo riguroso en plantas ecuatorianas reduce la disponibilidad efectiva a niveles inferiores al 90%, incrementando los costos de reparación reactiva en un 15%
- **Rendimiento (85%):** Es el indicador más bajo registrado en la fase de transformación. Denota que, incluso cuando la planta está operando, lo hace al 85% de su capacidad nominal. Esta pérdida de velocidad se asocia a la imposibilidad de mantener las condiciones termodinámicas ideales de presión y temperatura, obligando a ralentizar el flujo para no comprometer los estándares de calidad del aceite [45].

### ***C. La Crisis del Sistema de Vacío e Intercambiadores***

La ineficiencia en los intercambiadores de calor resulta en una reducción drástica de la tasa de transferencia térmica. Para compensar esta pérdida, el sistema demanda un flujo de vapor superior, lo que se correlaciona con la desviación del 28% en el consumo de vapor detectada en el balance de energía.

Asimismo, una presión de vacío inadecuada (superior a 2,0 mbar) en la torre de desodorización impide la eliminación eficiente de compuestos volátiles. Como señalan Hernández y Rodríguez [18], operar fuera de los rangos óptimos (0,5 a 1,5 mbar) no solo dispara el gasto de búnker en las calderas, sino que aumenta el riesgo de formación de contaminantes térmicos como los ésteres de 3-MCPD [16], comprometiendo la seguridad alimentaria y el acceso a mercados internacionales exigentes

### **Eficiencia Energética y Sobre costo Operativo**

El análisis pormenorizado de los flujos de energía en Oliojoya revela que las ineficiencias mecánicas y termodinámicas descritas anteriormente se traducen en un consumo de recursos desproporcionado. Actualmente, la planta registra un consumo específico de vapor de 1150 kg/ton, lo que representa una desviación crítica del 28% frente al valor estándar sectorial de 900 kg/ton [46]. Esta brecha no solo incrementa los costos operativos, sino que satura la capacidad de las calderas, limitando posibles expansiones de la producción.

#### ***A. Impacto en la Rentabilidad por Fallas de Vacío***

La principal causa de este sobre costo térmico radica en la etapa de desodorización. La incapacidad de mantener presiones de vacío óptimas, las cuales deberían oscilar estrictamente entre 0,5 y 1,5 mbar, lo cual obliga al sistema a inyectar un flujo masivo de vapor de arrastre para lograr la eliminación de compuestos volátiles y ácidos grasos libres. Investigaciones de Hernández y Rodríguez [20] confirman que operar con presiones superiores a los 2,0 mbar (condición detectada en Oliojoya) incrementa los costos operativos térmicos entre un 15% y 25%. En términos económicos, esta ineficiencia se traduce en un gasto anual evitable en combustible búnker.

#### ***B. Gestión Eléctrica y Energía Reactiva***

En cuanto al consumo eléctrico, la planta registra 125 kWh/ton, superando en un 25% la referencia de la industria, que se sitúa en 100 kWh/ton [24]. Este exceso se atribuye a la operación de motores eléctricos y sistemas de bombeo con baja eficiencia o que operan fuera de su punto de diseño óptimo debido a la baja disponibilidad de los equipos principales [47].

Un hallazgo crítico derivado del análisis de las facturas de CNEL-EP (específicamente la cuenta terminada en 8560) son las penalizaciones recurrentes por Bajo Factor de Potencia. Las facturas analizadas muestran recargos que elevan el costo operativo mensual. Según la Regulación No. ARCONEL 001/21, el factor de potencia mínimo permitido en Ecuador es de 0,92. Cualquier valor inferior a este umbral faculta a la empresa eléctrica a aplicar multas proporcionales al consumo, lo que en Oliojoya representa un flujo de caja saliente que no se traduce en producción [48]

#### **Huella de Carbono y Sostenibilidad Ambiental**

La cuantificación del impacto ambiental en Oliojoya Industria Aceitera Cía. Ltda. revela un escenario de vulnerabilidad estratégica frente a las nuevas exigencias de descarbonización global. La Huella de Carbono específica calculada de 215 kg  $CO_2e$ /ton de aceite refinado representa una desviación crítica del 18% respecto al promedio regional

de referencia, situado en 182 kg  $CO_2e$ /ton de aceite crudo. Esta brecha no solo es un indicador de ineficiencia térmica, sino un obstáculo para la certificación en estándares de sostenibilidad de alto nivel

#### ***A. Dominancia del Alcance 1 y el Nexo Operativo***

El inventario de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de la planta muestra una dominancia absoluta del Alcance 1 (Emisiones Directas), que constituye el 56% del impacto total, equivalente a 9800 toneladas de  $CO_2e$  anuales

- **Origen de las Emisiones:** Estas emisiones provienen casi exclusivamente de la combustión de búnker en las calderas para la generación de vapor.
- **Relación con el Mal Vacío:** La necesidad de compensar las fugas térmicas y la baja eficiencia del sistema de vacío en la torre de desodorización (presiones superiores a 2,0 mbar) dispara la demanda de combustible.
- **Evidencia Técnica:** Esta ineficiencia se traduce en una amplificación de la quema de combustibles fósiles, estableciendo una correlación directa e irrefutable entre la obsolescencia mecánica y la intensidad de carbono de la planta.

#### ***B. Riesgo Competitivo y Barreras Comerciales***

Este perfil de emisiones elevado sitúa a Oliojoya en una posición de desventaja competitiva frente a empresas que ya han optimizado su matriz energética.

- **Normativa EUDR:** El Reglamento de la Unión Europea sobre Productos Libres de Deforestación (EUDR) y las nuevas directivas de debida diligencia ambiental presionan a las empresas exportadoras a demostrar no solo el origen legal de la tierra, sino la sostenibilidad de sus procesos industriales.
- **Exigencias del Mercado:** Mercados de alto valor, como el Reino Unido y los Países Bajos donde Oliojoya ya tiene presencia, demandan progresivamente productos con bajas intensidades de carbono.
- **Limitación de Certificaciones:** La actual Huella de Carbono dificulta el cumplimiento de los criterios de la RSPO, donde el aceite certificado llega a tener un impacto climático un 35% menor que el convencional. No reducir este indicador compromete el acceso a primas de precio y la licencia social para operar en entornos globales sensibles al cambio climático

#### ***C. Hacia la Descarbonización Estratégica***

La transición de Oliojoya hacia un modelo de 130 kg  $CO_2e$ /ton (una reducción proyectada del 39,6%) no es solo un imperativo ético, sino una ruta de optimización técnica y financiera comprobada. Esta meta es factible mediante la integración de tecnologías de

eficiencia térmica y el aprovechamiento de pasivos ambientales, lo que permitiría a la empresa alinearse con el Plan Nacional de Descarbonización de Ecuador y fortalecer su competitividad en la cadena de valor global.

### **1. Recuperación de Calor Residual e Intensidad Térmica**

Dada la alta demanda de vapor detectada (25,172 kg/lote), la etapa de desodorización genera volúmenes masivos de calor residual en las corrientes de salida que actualmente se desperdician. Según un estudio reciente de Gómez y Martínez [49] sobre la eficiencia térmica en refinerías de Sudamérica, la recuperación de calor en la etapa de desodorización puede reducir el consumo de vapor de arrastre en un 18% a 22%, lo que en Oliojoya corregiría gran parte de la desviación del 28% detectada frente al estándar industrial. Esta mejora reduciría directamente las emisiones de Alcance 1 al disminuir la quema de búnker en las calderas

- **Intervención Técnica:** La instalación de intercambiadores de calor adicionales en el tren de desodorización permitiría precalentar el aceite crudo o el agua de alimentación de las calderas.
- **Impacto Proyectado:** Según la literatura técnica, estas tecnologías pueden reducir el consumo específico de vapor en al menos un 20%.
- **Mitigación de Alcance 1:** Esta mejora reduciría directamente las emisiones de  $CO_2$  de Alcance 1 en aproximadamente 1960 t  $CO_2e$  anuales, atacando la fuente de emisión más pesada de la planta.

### **2. Gestión de Efluentes y Captura de Metano**

El tratamiento actual de los efluentes líquidos de palma aceitera (POME) en la planta no contempla la valorización energética, permitiendo la liberación de metano ( $CH_4$ ), un gas con un potencial de calentamiento global significativamente superior al  $CO_2$ .

- **Transformación Circular:** La implementación de digestores anaeróbicos permitiría capturar este metano para transformarlo en biogás.
- **Potencial Energético:** El biogás resultante puede ser utilizado para autoconsumo térmico o generación eléctrica, sustituyendo el uso de combustibles fósiles comprados.
- **Reducción Cuantificable:** En Colombia, el uso de tecnologías de captura de metano en plantas extractoras ha demostrado reducciones de hasta un 40% en la huella de carbono total del producto final [50]. Al adoptar esta tecnología, Oliojoya podría mitigar aproximadamente 5000 t  $CO_2e$  anuales, transformando

un residuo en un activo energético con un beneficio anual estimado de \$250000 USD.

### **3. Posicionamiento Estratégico y Cumplimiento Normativo**

Al alcanzar el indicador proyectado de 130 kg  $CO_2e/ton$ , Oliojoya se ubicaría significativamente por debajo del promedio regional de 182 kg  $CO_2e/ton$ . Este reposicionamiento ofrece ventajas competitivas críticas:

- **Blindaje Regulatorio:** Facilita el cumplimiento estricto de la normativa EUDR de la Unión Europea y otras legislaciones internacionales sobre productos libres de deforestación y bajas emisiones. Según Méndez-Vázquez y Soria [51], las empresas que operan con huellas de carbono superiores a la media sectorial enfrentan mayores auditorías y costos de cumplimiento en los puertos de entrada a la Unión Europea. Al situarse en 130 kg  $CO_2e/ton$ , Oliojoya reduce su perfil de riesgo y asegura la fluidez de sus exportaciones hacia mercados de alta exigencia regulatoria.
- **Acceso a Mercados Premium:** Proporciona la base técnica para acceder a certificaciones de sostenibilidad como la RSPO, que exigen resultados medibles e impacto basado en evidencia. La literatura industrial reciente destaca que el aceite certificado no solo garantiza el acceso a mercados, sino que permite captar primas de precio de entre el 3% y 8% [45]
- **Viabilidad Financiera:** Las inversiones requeridas presentan periodos de recuperación atractivos (entre 2,5 y 4,5 años), asegurando que la sostenibilidad sea económicamente rentable a largo plazo. Investigaciones de Rodríguez-Castillo et al. [52] en el sector palmicultor latinoamericano demuestran que las plantas que implementan capturas de metano y recuperación de calor logran una diferenciación de mercado que les permite asegurar contratos a largo plazo, protegiéndose de la volatilidad de los precios

### **Estrategia de Intervención y Viabilidad Económica**

Para revertir las deficiencias detectadas en Oliojoya, la presente investigación propone una transición hacia modelos de Producción más Limpia (PML). Esta transición se estructura en tres ejes estratégicos fundamentales, los cuales han sido evaluados mediante un análisis de costo-beneficio para garantizar que la sostenibilidad ambiental actúe como un catalizador de la rentabilidad financiera.

#### ***A. Análisis de Viabilidad Económica de las Estrategias***

El análisis financiero confirma que la optimización operativa no es un gasto, sino una inversión con indicadores de retorno robustos. A continuación, se detallan las métricas clave de las intervenciones propuestas:

<b>Estrategia</b>	<b>Inversión Estimada (USD)</b>	<b>Beneficio Anual (USD)</b>	<b>Retorno (PRI)</b>	<b>Viabilidad Técnica</b>
Limpieza Cíclica (CIP) Mejorado	\$10000	\$40000	0,25 años	Alta +3
Recuperación de Calor (RC)	\$450000	\$180000	2,5 - 3,5 años	Alta +2
Digestores Anaeróbicos	\$70000	\$250000	3,0 - 4,5 años	Media/Alta +2

### ***B. Priorización de Inversiones y Beneficios Proyectados***

- **Prioridad Inmediata (Bajo Capital - Alto Retorno):** La implementación de un programa de Limpieza Cíclica (CIP) Mejorado en los intercambiadores de calor se identifica como la acción de mayor prioridad. Con una inversión mínima, permite recuperar la eficiencia de transferencia térmica casi de inmediato, logrando un Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) de apenas tres meses. Según Fernández y López [25], en refinerías de aceites vegetales, la remoción periódica de incrustaciones térmicas permite recuperar hasta un 15% de la eficiencia de transferencia de calor original. Para Oliojoya, esto significa detener el sobreconsumo de vapor de forma casi inmediata con una inversión marginal.
- **Apalancamiento de Capital (Mediano Plazo):** La Recuperación de Calor Residual es una tecnología madura que permitiría reducir el consumo de búnker y vapor en aproximadamente un 25%. Al precalentar el aceite crudo o el agua de alimentación de la caldera, se estabiliza la demanda térmica del proceso de desodorización [46].
- **Transformación hacia la Economía Circular:** La instalación de Digestores Anaeróbicos representa la inversión más significativa, pero ofrece el mayor beneficio anual debido a su doble impacto: ahorro por autoconsumo de biogás y la mitigación del 80% de las emisiones de metano generadas en los efluentes (POME). Referentes regionales en Colombia, como el Grupo Daabon, han demostrado que la captura de biogás no solo elimina el riesgo de multas

ambientales por vertidos, sino que proporciona una fuente de energía renovable que blinda a la empresa ante el incremento de los precios de los combustibles fósiles [52].

### **C. Mejora de la Competitividad en el Sector**

La ejecución sistemática del plan de optimización propuesto permitirá a Oliojoya reducir su Huella de Carbono específica de 215 a 130 kg  $CO_2e/ton$ . Esta mejora sustancial del 39,6% no solo impacta en la eficiencia térmica, sino que reconfigura la posición competitiva de la empresa en el mercado agroindustrial [15].

#### **1. Liderazgo en Costos y Eficiencia Operativa**

La implementación de las estrategias de Recuperación de Calor (RC) y el programa CIP mejorado permitirá reducir los costos operativos en un rango estimado del 15% al 20%.

- **Optimización de Insumos:** Al corregir el consumo específico de vapor, que actualmente presenta una desviación del 28% frente al estándar industrial, la planta maximiza el aprovechamiento de cada kilogramo de combustible búnker [19].
- **Sostenibilidad Financiera:** Las intervenciones de bajo capital, como la limpieza de intercambiadores, ofrecen un retorno de inversión (PRI) de apenas 0,25 años, generando flujos de caja inmediatos para cofinanciar proyectos de mayor envergadura como los digestores anaeróbicos.

#### **2. Blindaje Regulatorio y Acceso a Mercados Internacionales**

En un entorno global con regulaciones climáticas estrictas, la reducción de la intensidad de carbono actúa como un escudo comercial.

- **Reglamento EUDR:** Al situar su huella de carbono significativamente por debajo del promedio regional de 182 kg  $CO_2e/ton$ , Oliojoya mitiga los riesgos de incumplimiento de la Normativa de la Unión Europea sobre Productos Libres de Deforestación (EUDR) [17].
- **Certificaciones Premium:** Este reposicionamiento facilita la obtención de sellos de sostenibilidad como RSPO, los cuales son fundamentales para acceder a mercados en Europa y Norteamérica que valoran el desempeño ambiental verificado [23].

#### **3. Diferenciación Estratégica**

La transición hacia un modelo de producción más limpia permite a Oliojoya diferenciarse de competidores que mantienen modelos de gestión reactiva.

- **Valor Agregado:** La capacidad de demostrar una reducción del impacto en el cambio climático posiciona a la marca como un proveedor confiable y sostenible para clientes internacionales que exigen trazabilidad en sus cadenas de suministro [49].
- **Excelencia Industrial:** La estabilización de los factores de disponibilidad y rendimiento, especialmente en el área de refinación donde el OEE actual es de apenas 73,2%, asegura una calidad de producto constante y una mayor resiliencia operativa a largo plazo [52]

### **Mejora de la Competitividad en el Sector**

La ejecución sistemática del plan de optimización propuesto no es una medida opcional, sino el pilar fundamental para el reposicionamiento estratégico de Oliojoya Industria Aceitera Cía. Ltda. Al reducir la Huella de Carbono específica de 215 a 130 kg  $CO_2e/ton$  (una contracción del 39,6%), la organización no solo alcanza una eficiencia técnica superior, sino que se sitúa significativamente por debajo del promedio regional de 182 kg  $CO_2e$  ton. [47]

#### ***A. Liderazgo mediante la Excelencia Operativa***

La estabilización de los sistemas térmicos y mecánicos en las etapas de refinación y fraccionamiento permitirá a Oliojoya transitar de una gestión reactiva hacia estándares de clase mundial (OEE=85%).

- **Reducción de Desperdicios:** La optimización del sistema de vacío y la eliminación de incrustaciones en intercambiadores reducen directamente el consumo de vapor en un 28% y electricidad en un 25%.
- **Eficiencia de Costos:** Estas mejoras operativas proyectan una reducción de los costos de producción entre un 15% y 20%, alineándose con las mejores prácticas de refinadoras líderes en Latinoamérica [49].
- **Retorno de Inversión:** La implementación de estrategias como el Programa de Limpieza Cíclica (CIP) mejorado ofrece un retorno casi inmediato de 0,25 años, generando liquidez para financiar proyectos de mayor envergadura como los digestores anaeróbicos [3].

#### **B. Diferenciación y Blindaje de Mercado**

Una operación de baja emisión de carbono funciona como una ventaja competitiva crítica en un mercado global con regulaciones ambientales cada vez más estrictas.

- **Acceso a Certificaciones:** Lograr una huella de carbono de 130 kg  $CO_2e$ /ton facilita el cumplimiento de los estándares de la Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible (RSPO), permitiendo a la empresa captar primas de precio de entre el 3% y 8% sobre el valor de mercado [8].
- **Cumplimiento Normativo:** Este nivel de desempeño ambiental brinda un blindaje estratégico contra regulaciones internacionales como el Reglamento de la Unión Europea sobre Deforestación (EUDR), asegurando la continuidad de las exportaciones a mercados exigentes como el Reino Unido, Países Bajos y Alemania [18].
- **Sostenibilidad a Largo Plazo:** La captura de metano mediante digestores anaeróbicos transforma un pasivo ambiental (POME) en un activo energético, mitigando hasta 5000 t  $CO_2e$  anuales y asegurando la licencia social para operar en la provincia de Esmeraldas.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 5.1. Conclusiones.

- La evaluación sistemática de la eficiencia operativa en la planta de Oliojoya, fundamentada en el cálculo del Índice de Eficiencia Global de los Equipos (OEE), determinó que el proceso de refinación opera con un desempeño global del 81,0%, un valor que, si bien es aceptable, se sitúa por debajo del estándar de clase mundial (>85%). El análisis desagregado por etapas permitió identificar que el área de Refinación constituye el cuello de botella crítico del sistema, presentando el OEE más bajo con un 73,2%, resultado derivado de una disponibilidad reducida (88,5%) y un rendimiento subóptimo (85,0%). El levantamiento cuantitativo de datos evidenció que estas ineficiencias no son aleatorias, sino que responden a causas raíz termodinámicas y mecánicas específicas: la baja eficiencia en los sistemas de vacío de la torre de desodorización (presiones superiores a 2,0 mbar) y el *fouling* o incrustación en los intercambiadores de calor. Estas fallas técnicas han generado una desviación significativa en el consumo de recursos, registrándose un exceso del 28% en el consumo específico de vapor (1150 kg/ton frente a un *benchmark* de 900 kg/ton) y un 25% en electricidad, validando que la ineficiencia operativa es el vector principal del desperdicio de recursos energéticos en la planta
- La aplicación de la metodología ISO 14064-1 y el GHG Protocol permitió cuantificar con precisión la huella de carbono de la operación, estableciendo un inventario anual de 17.500 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. Se determinó que la Huella de Carbono Específica del producto terminado es de 215 kg CO<sub>2</sub>e por tonelada de aceite refinado, una cifra que excede en un 18% la referencia regional para el sector, confirmando una intensidad de carbono elevada que compromete la competitividad sostenible de la empresa. El análisis de la estructura de emisiones reveló que el Alcance 1 (Emisiones Directas) representa el componente mayoritario con un 56,0% del total, proviniendo casi exclusivamente de la combustión de combustibles fósiles en calderas para la generación de vapor. Esto demuestra una correlación directa e irrefutable entre las ineficiencias térmicas detectadas en la fase operativa (exceso de demanda de vapor por mal vacío y transferencia de calor deficiente) y el impacto ambiental de la planta. Por su parte, el Alcance 2 (44,0%) refleja la dependencia de la red eléctrica nacional y la

operación de equipos electromecánicos de baja eficiencia, subrayando la necesidad de una intervención integral en la matriz energética de la compañía

- Con base en el diagnóstico técnico-ambiental, se diseñó y evaluó un plan de optimización centrado en la Recuperación de Calor Residual, la Optimización del Sistema de Vacío y la implementación de Digestores Anaeróbicos para efluentes. Las simulaciones de proceso y el análisis costo-beneficio demostraron la alta viabilidad técnica y económica de estas propuestas. Se proyecta que la implementación combinada de estas estrategias reducirá la Huella de Carbono Específica en un 39,6%, disminuyendo el indicador de 215 kg CO<sub>2</sub>e/ton a 130 kg CO<sub>2</sub>e/ton, posicionando a Oliojoya por debajo del promedio regional y alineándola con estándares de sostenibilidad globales. Desde la perspectiva financiera, las intervenciones mostraron indicadores de rentabilidad robustos. Las mejoras operativas inmediatas, como el programa de limpieza de intercambiadores, presentan un retorno de inversión de apenas 0,25 años, mientras que los proyectos de capital intensivo, como los digestores anaeróbicos y la recuperación de calor, ofrecen periodos de recuperación de entre 2,5 y 4,5 años con Valor Presente Neto positivo. Esto confirma que la transición hacia un modelo de producción más limpio en Oliojoya no solo es técnicamente factible para asegurar la sostenibilidad ambiental, sino que constituye una decisión financiera estratégica para la reducción de costos operativos a mediano plazo

## 5.2. Recomendaciones.

- Se recomienda implementar un sistema de monitoreo continuo del OEE enfocado prioritariamente en la etapa de Refinación, acompañado de un programa de mantenimiento predictivo para los sistemas de vacío e intercambiadores de calor. Es imperativo estandarizar los protocolos de limpieza y considerar la actualización tecnológica de las bombas de vacío y motores a categorías de alta eficiencia, con el fin de corregir las desviaciones de disponibilidad y rendimiento detectadas, reduciendo así el consumo específico de electricidad y vapor a niveles competitivos del sector
- Para reducir la Huella de Carbono crítica del Alcance 1, se recomienda priorizar la instalación de sistemas de Recuperación de Calor Residual en la torre de desodorización para precalentar el aceite crudo, lo que disminuiría directamente la demanda de vapor de las calderas. Complementariamente, se debe validar la implementación de digestores anaeróbicos para el tratamiento de efluentes, transformando la carga orgánica en biogás para autoconsumo, lo cual atacaría simultáneamente las emisiones fugitivas de metano y la dependencia de combustibles fósiles
- Se recomienda a la gerencia adoptar una estrategia de inversión escalonada basada en el análisis costo-beneficio del estudio, iniciando con las mejoras de retorno inmediato como la optimización de los ciclos de limpieza (PRI de 0,25 años). Posteriormente, se deben ejecutar los proyectos de capital intensivo (Recuperación de Calor y Digestores), los cuales han demostrado viabilidad financiera con un Valor Presente Neto positivo y periodos de recuperación inferiores a 4,5 años, asegurando así que la transición hacia la sostenibilidad sea económicamente rentable y operativa a largo plazo

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] RSPO, «Principios y criterios para la producción de aceite de palma sostenible: Revisión de 2023,» 2023.
- [2] F. D. & L. M. Pramudita, «Innovaciones en eficiencia energética en los procesos de refinado del aceite de palma: Evaluación tecnológica y beneficios medioambientales,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 1, n° 36, pp. 132-145, 2022.
- [3] A. M. & R. L. F. Gómez-Sánchez, «Economía circular aplicada a la agroindustria de la palma aceitera: Experiencias latinoamericanas,» *Editorial Tecnológica de Costa Rica*, 2023.
- [4] D. C. L. M. y. F. R. Torres-Rojas, «Evaluación de la huella de carbono de la producción de aceite de palma en Ecuador: estudios de caso de la provincia de Esmeraldas,» *Journal of Industrial Ecology*, vol. 2, n° 27, pp. 75-89, 2023.
- [5] Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones, «Publicación sobre Oliojoya en Esmeraldas. Facebook,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.facebook.com/ProduccionEcu/posts/esmeraldas-oliojoya-es-una-de-las-empresas-aceiteras-m%25C3%25A1s-grandes-de-la-provincia/1111303507694835/>. [Último acceso: 11 Noviembre 2025].
- [6] J. C. Plazas Ovalle, «Ecuador alcanza un nuevo hito en su camino hacia la certificación jurisdiccional de la RSPO,» 2025.
- [7] SAFE Ecuador, «El contexto: Desvincular la agricultura de la deforestación,» 2025.
- [8] N. E. M.-F. D. A. & G.-N. J. A. Ramírez-Contreras, «Huella de carbono del aceite de palma colombiano: Emisiones de gases de efecto invernadero en la etapa agrícola.,» *Revista Palmas*, vol. 1, n° 42, pp. 11-24, 2021.
- [9] Alfa Laval, «Construyendo la próxima generación de refinerías de aceite de palma de alto rendimiento,» 2025.
- [10] Daabon, «Aceite de palma sostenible: El logro de Colombia sin deforestación,» 2023.
- [11] Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, «La huella de carbono del aceite de palma colombiano,» 2023.
- [12] Bureau Veritas, «RSPO: Sello de calidad aceite de palma».
- [13] Forest Peoples Programme, «Una comparación de los principales estándares de certificación del aceite de palma.,» 2025.
- [14] Yara, «Colombia impulsa una palma de aceite sostenible con tecnología patentada de Yara que reduce significativamente la emisión de CO<sub>2</sub>,» 2025.
- [15] Gremial de Palmicultores de Guatemala (GREPALMA), «Certificar sostenible el 75 por ciento del aceite producido en Guatemala es la meta para el 2025,» 2022.
- [16] D. A. R.-C. N. E. & G.-N. J. A. Munar-Flórez, «Calculadora App Ecopalma: herramienta para la medición de la huella de carbono en el sector palmicultor colombiano,» *Cenipalma*, 2023.
- [17] Sustainable Palm Oil Platform, «Environmental Performance Indicators for Palm Oil Mills and Refineries,» 2023. [En línea].

- [18] J. & R. L. Hernández, «Optimización energética en refinerías de aceite de palma: innovaciones tecnológicas y retos de implementación,» *Revisiones de energías renovables y sostenibles*, nº 156, pp. 112-125, 2023.
- [19] M. R. P. & M. A. García, *Excelencia operativa en las plantas de aceite de palma: Estrategias para un procesamiento sostenible*, Elsevier Science, 2024.
- [20] J. & R. L. Hernández, «Optimización energética en refinerías de aceite de palma: Innovaciones tecnológicas y retos de implementación,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, nº 156, pp. 112-131, 2023.
- [21] International Palm Oil Association, «Estudio comparativo global: Indicadores de rendimiento en el procesamiento del aceite de palma,» 2024.
- [22] L. & W. K. Chen, «Aplicaciones del IoT en el refinado del aceite de palma: Monitorización en tiempo real y análisis predictivo,» *Revista de Ingeniería de Procesos Alimentarios*, vol. 2, nº 47, pp. 75-89, 2025.
- [23] Sustainable Palm Oil Platform, «Indicadores de desempeño ambiental para plantas de procesamiento y refinerías de aceite de palma.,» 2023.
- [24] Agencia Internacional de la Energía, «Eficiencia energética en el procesamiento del aceite de palma,» 2024.
- [25] R. & L. M. Fernández, «Lean Six Sigma en el refinado de aceites comestibles: estudios de casos y mejores prácticas,» *Revista de Calidad y Seguridad Alimentaria*, vol. 3, nº 15, pp. 85-102, 2023.
- [26] Quality Management in Oils & Fats, «Control estadístico de procesos en el refinado de aceites comestibles,» AOCS, 2024.
- [27] Myande Group, «Refinación de Aceites Vegetales: Química vs. Física Explicada,» 2025. [En línea]. Available: <https://www.myande.es/blog/chemical-vs-physical-refining>.
- [28] Henan Glory Company, «¿Qué es el proceso de refinación de aceite de palma?,» 2022. [En línea]. Available: [https://m.palmoiltractionmachine.com/spanish/FAQ/what\\_is\\_palm\\_oil\\_refining\\_process\\_1029.html](https://m.palmoiltractionmachine.com/spanish/FAQ/what_is_palm_oil_refining_process_1029.html).
- [29] insightsoftware, «Comparación de análisis descriptivos, predictivos, prescriptivos y de diagnóstico,» [En línea]. Available: <https://insightsoftware.com/es/blog/comparing-descriptive-predictive-prescriptive-and-diagnostic-analytic>.
- [30] Metrohm, «Detección y control de calidad del aceite de palma,» 2023. [En línea]. Available: [https://www.metrohm.com/es\\_es/discover/blog/2023/qc-palm-oil-nirs.html](https://www.metrohm.com/es_es/discover/blog/2023/qc-palm-oil-nirs.html).
- [31] International Organization for Standardization, *ISO 9001:2015 Quality management systems, Requirements*. ISO, 2015.
- [32] International Organization for Standardization, *ISO 14001:2015 Environmental management systems, Requirements with guidance for use*. ISO, 2015.
- [33] International Organization for Standardization, *ISO 14064-1:2019 Greenhouse gases — Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals*, ISO, 2019.
- [34] World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development, *El Protocolo de Gases de Efecto Invernadero: Una Norma de Contabilidad y Presentación de Informes Corporativos (Edición revisada)*, GHG Protocol, 2020.

- [35] Asamblea Nacional de la República del Ecuador, Ley Orgánica del Ambiente, 2023.
- [36] R. & M. C. P. Hernández-Sampieri, Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, McGraw-Hill Interamericana, 2018.
- [37] C. A. Bernal, Metodología de la investigación, Pearson Educación, 2016.
- [38] J. W. & C. J. D. Creswell, Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches, Sage publications, 2018.
- [39] E. Babbie, The practice of social research, Cengage Learning, 2021.
- [40] J. Gunstone, «Aceite de palma: Producción, procesamiento, caracterización y usos.,» AOCS Press, 2021.
- [41] D. J. L. C. I. C. K. S. & W. D. Ary, «Introducción a la investigación en educación,» Cengage Learning, 2018.
- [42] International Organization for Standardization, ISO 50001:2018 Energy management systems -- Requirements with guidance for use, ISO, 2018.
- [43] Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, «Proyecto de Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva (GRECI),» 2023. [En línea]. Available: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/07/1.pdf>.
- [44] Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, «Informe de Gestión Anual 2022,» 2022.

## ANEXO 1. Ficha de Recolección de Datos Operativos

### Identificación del Registro

- Fecha: \_\_\_\_\_
- Turno:  Diurno  Nocturno
- Línea de proceso:  Recepción  Refinación  Fraccionamiento  Envasado

### Parámetros de Producción

- Materia prima recibida (kg): \_\_\_\_\_
- Aceite refinado producido (kg): \_\_\_\_\_
- Rendimiento del proceso (%): \_\_\_\_\_
- Tiempo operativo efectivo (horas): \_\_\_\_\_

### Consumos Energéticos

- Energía eléctrica (kWh): \_\_\_\_\_
- Vapor generado (kg): \_\_\_\_\_
- Agua de proceso (m<sup>3</sup>): \_\_\_\_\_
- Combustible (litros): \_\_\_\_\_

### Disponibilidad Operativa

- Horas paradas programadas: \_\_\_\_\_
- Horas paradas no programadas: \_\_\_\_\_
- Causa principal de parada: \_\_\_\_\_
- Eficiencia general (OEE %): \_\_\_\_\_

## ANEXO 2. Formulario de Cálculo de Huella de Carbono

### Datos Generales

- Período de cálculo: \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_
- Responsable del cálculo: \_\_\_\_\_

### Emisiones Alcance 1 - Directas

- Combustión calderas (kg CO<sub>2</sub>e): \_\_\_\_\_
- Combustión generadores (kg CO<sub>2</sub>e): \_\_\_\_\_
- Emisiones fugitivas (kg CO<sub>2</sub>e): \_\_\_\_\_

### Emisiones Alcance 2 - Indirectas por Energía

- Energía eléctrica comprada (kg CO<sub>2</sub>e): \_\_\_\_\_
- Factor de emisión eléctrico utilizado: \_\_\_\_\_

### Emisiones Alcance 3 - Otras Indirectas

- Transporte materia prima (kg CO<sub>2</sub>e): \_\_\_\_\_
- Transporte producto terminado (kg CO<sub>2</sub>e): \_\_\_\_\_
- Tratamiento de residuos (kg CO<sub>2</sub>e): \_\_\_\_\_

### Metodología de Cálculo

- Norma de referencia:  ISO 14064-1  GHG Protocol
- Factores de emisión utilizados:  IPCC 2023  Nacionales
- Software de cálculo: \_\_\_\_\_

### **ANEXO 3. Guía de Entrevistas Estructuradas**

#### **Datos del Entrevistado**

- Cargo: \_\_\_\_\_
- Tiempo en el puesto: \_\_\_\_\_ años
- Área de responsabilidad: \_\_\_\_\_

#### **Preguntas sobre Procesos Operativos**

1. ¿Cuáles considera que son los principales cuellos de botella en el proceso de refinación?

Respuesta: \_\_\_\_\_

2. ¿Qué prácticas operativas implementan para optimizar el consumo energético?

Respuesta: \_\_\_\_\_

3. Escala de frecuencia de mantenimiento preventivo:

Siempre  Frecuente  Ocasionalmente  Raramente  Nunca

#### **Identificación de Oportunidades de Mejora**

- Principales áreas de mejora identificadas:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

#### **Recomendaciones específicas**

## **ANEXO 4. Protocolo de Medición Directa**

### **Equipos de Medición Utilizados**

- Medidor de energía eléctrica:  Verificado  Por verificar
- Caudalímetro de vapor:  Verificado  Por verificar
- Medidor de agua:  Verificado  Por verificar
- Termómetros:  Verificado  Por verificar

### **Procedimiento de Medición**

1. Verificar calibración de instrumentos antes de cada medición
2. Registrar condiciones ambientales base
3. Realizar mediciones en puntos establecidos
4. Documentar cualquier anomalía observada

### **Puntos de Medición Establecidos**

- Entrada energía eléctrica principal: \_\_\_\_\_ kWh
- Generación de vapor caldera 1: \_\_\_\_\_ kg/h
- Consumo agua de refrigeración: \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>/h
- Temperaturas críticas de proceso: \_\_\_\_\_ °C

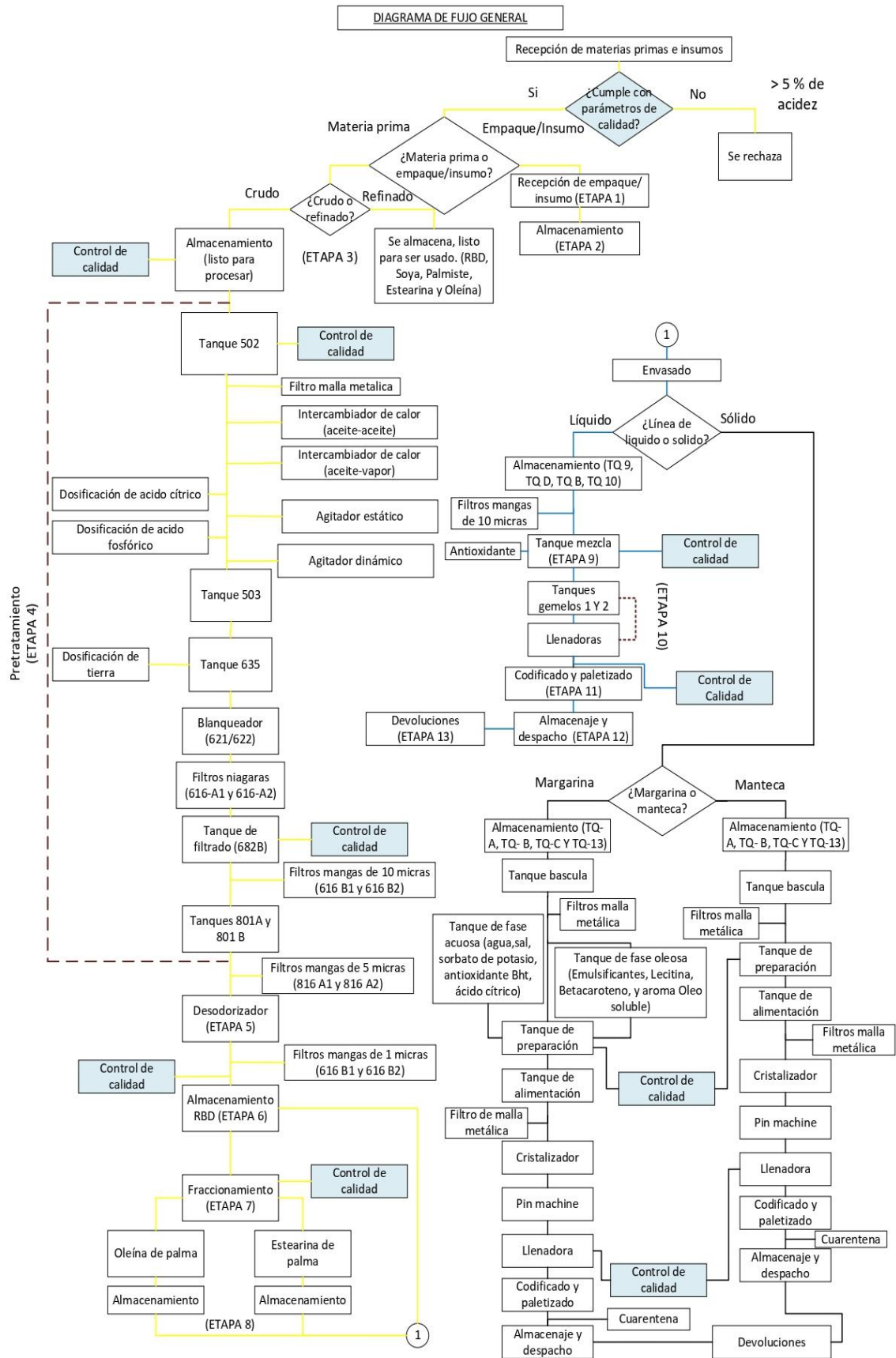
### **Control de Calidad de Datos**

- Frecuencia de medición: \_\_\_\_\_ minutos/horas
- Responsable de medición: \_\_\_\_\_
- Verificación de datos:  Aprobado  Rechazado
- Observaciones: \_\_\_\_\_
- 


### **Referencias Normativas**


- ISO 50001:2018 - Sistemas de gestión de la energía
- ISO 14064-1:2018 - Gases de efecto invernadero
- GHG Protocol Corporate Standard (2015)

## ANEXO 5. Diagrama de Flujo General



## ANEXO 6. Facturas de Consumo Eléctrico

<p style="text-align: center;"><b>Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL</b></p> <p><b>Dirección Matriz:</b> Km. 6 1/2 Vía a la Costa Edif. Grace Ceibos Piso 3</p> <p><b>Dirección Sucursal:</b></p> <p><b>Obligado a llevar contabilidad:</b> Si</p>	<p><b>RUC: 0968599020001</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FACTURA</b></p> <p>N° 092999008866382</p> <p><b>NÚMERO AUTORIZACIÓN</b> 0204202501096859902000120929990088663820043001614</p> <p><b>FECHA Y HORA DE AUTORIZACION:</b> 2025-04-04T00:20:00-05:00</p> <p><b>AMBIENTE:</b> Producción</p> <p><b>EMISION:</b> Normal</p> <p><b>CLAVE DE ACCESO:</b></p>  <p>0204202501096859902000120929990088663820043001614</p>																																																
<p><b>Razón social/Nombres y apellidos:</b> OLIOJOYA INDUSTRIA ACEITERA CIA. LTDA.      <b>Identificación:</b> 1792134560001</p> <p><b>Fecha emisión:</b> 02/04/2025</p> <p><b>Dirección:</b></p>																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">CODIGO</th> <th style="text-align: left;">CANTIDAD</th> <th style="text-align: left;">DESCRIPCION</th> <th style="text-align: right;">V. UNITARIO</th> <th style="text-align: right;">DSCTO</th> <th style="text-align: right;">SUBTOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ZAPUGE</td> <td>1.00</td> <td>Serv. Alum. Públic. General</td> <td style="text-align: right;">42.13</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> <td style="text-align: right;">42.13</td> </tr> <tr> <td>ZCOMER</td> <td>1.00</td> <td>Comercialización</td> <td style="text-align: right;">1.41</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> <td style="text-align: right;">1.41</td> </tr> <tr> <td>ZDEMAN</td> <td>1.00</td> <td>Demanda</td> <td style="text-align: right;">146.67</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> <td style="text-align: right;">146.67</td> </tr> <tr> <td>ZEHDIA</td> <td>1.00</td> <td>Energía L-V 08h00-18h00</td> <td style="text-align: right;">325.34</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> <td style="text-align: right;">325.34</td> </tr> <tr> <td>ZEHDIB</td> <td>1.00</td> <td>Energía L-V 18h00-22h00</td> <td style="text-align: right;">125.77</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> <td style="text-align: right;">125.77</td> </tr> <tr> <td>ZEHDIC</td> <td>1.00</td> <td>Energía L-V 22h00-08h00 y SDF</td> <td style="text-align: right;">373.53</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> <td style="text-align: right;">373.53</td> </tr> <tr> <td>ZEHDID</td> <td>1.00</td> <td>Energía S,D,F 18h00-22h00</td> <td style="text-align: right;">49.20</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> <td style="text-align: right;">49.20</td> </tr> </tbody> </table>		CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	V. UNITARIO	DSCTO	SUBTOTAL	ZAPUGE	1.00	Serv. Alum. Públic. General	42.13	0.00	42.13	ZCOMER	1.00	Comercialización	1.41	0.00	1.41	ZDEMAN	1.00	Demanda	146.67	0.00	146.67	ZEHDIA	1.00	Energía L-V 08h00-18h00	325.34	0.00	325.34	ZEHDIB	1.00	Energía L-V 18h00-22h00	125.77	0.00	125.77	ZEHDIC	1.00	Energía L-V 22h00-08h00 y SDF	373.53	0.00	373.53	ZEHDID	1.00	Energía S,D,F 18h00-22h00	49.20	0.00	49.20
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	V. UNITARIO	DSCTO	SUBTOTAL																																												
ZAPUGE	1.00	Serv. Alum. Públic. General	42.13	0.00	42.13																																												
ZCOMER	1.00	Comercialización	1.41	0.00	1.41																																												
ZDEMAN	1.00	Demanda	146.67	0.00	146.67																																												
ZEHDIA	1.00	Energía L-V 08h00-18h00	325.34	0.00	325.34																																												
ZEHDIB	1.00	Energía L-V 18h00-22h00	125.77	0.00	125.77																																												
ZEHDIC	1.00	Energía L-V 22h00-08h00 y SDF	373.53	0.00	373.53																																												
ZEHDID	1.00	Energía S,D,F 18h00-22h00	49.20	0.00	49.20																																												
<p><b>Información adicional</b></p> <p>CODIGO UNICO ELECTRICO NACIONAL: 0800068428          CONTRIBUCION BOMBEROS: 28.20          TASA RECOLECCION BASURA: 61.30          FORMA DE PAGO TERCEROS BASURA Y BOMBEROS: SIN UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO          TOTAL FORMA DE PAGO TERCEROS BASURA Y BOMBEROS: 89.50</p>	<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 80%;">SUBTOTAL IVA GRAVADO</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>SUBTOTAL IVA 0%:</td> <td style="text-align: right;">1,064.05</td> </tr> <tr> <td>SUBTOTAL NO OBJETO IVA:</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>SUBTOTAL EXCENTO IVA:</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>SUBTOTAL SIN IMPUESTOS:</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>DESCUENTO:</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>ICE:</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>IVA %:</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>PROPINA:</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td><b>VALOR TOTAL:</b></td> <td style="text-align: right;"><b>1,064.05</b></td> </tr> </table>	SUBTOTAL IVA GRAVADO	0.00	SUBTOTAL IVA 0%:	1,064.05	SUBTOTAL NO OBJETO IVA:	0.00	SUBTOTAL EXCENTO IVA:	0.00	SUBTOTAL SIN IMPUESTOS:	0.00	DESCUENTO:	0.00	ICE:	0.00	IVA %:	0.00	PROPINA:	0.00	<b>VALOR TOTAL:</b>	<b>1,064.05</b>																												
SUBTOTAL IVA GRAVADO	0.00																																																
SUBTOTAL IVA 0%:	1,064.05																																																
SUBTOTAL NO OBJETO IVA:	0.00																																																
SUBTOTAL EXCENTO IVA:	0.00																																																
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS:	0.00																																																
DESCUENTO:	0.00																																																
ICE:	0.00																																																
IVA %:	0.00																																																
PROPINA:	0.00																																																
<b>VALOR TOTAL:</b>	<b>1,064.05</b>																																																

<p style="text-align: center;"><b>Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL</b></p> <p><b>Dirección Matriz:</b> Km. 6 1/2 Vía a la Costa Edif. Grace Ceibos Piso 3</p> <p><b>Dirección Sucursal:</b></p> <p><b>Obligado a llevar contabilidad:</b> Si</p>	<p><b>RUC: 0968599020001</b></p> <p style="text-align: center;"><b>FACTURA</b></p> <p>N° 092999008866515</p> <p><b>NÚMERO AUTORIZACIÓN</b> 0204202501096859902000120929990088665150043001616</p> <p><b>FECHA Y HORA DE AUTORIZACION:</b> 2025-04-04T23:33:42-05:00</p> <p><b>AMBIENTE:</b> Producción</p> <p><b>EMISION:</b> Normal</p> <p><b>CLAVE DE ACCESO:</b></p>  <p>0204202501096859902000120929990088665150043001616</p>																																																
<p><b>Razón social/Nombres y apellidos:</b> OLIOJOYA INDUSTRIA ACEITERA CIA. LTDA.      <b>Identificación:</b> 1792134560001</p> <p><b>Fecha emisión:</b> 02/04/2025</p> <p><b>Dirección:</b></p>																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">CODIGO</th> <th style="text-align: left;">CANTIDAD</th> <th style="text-align: left;">DESCRIPCION</th> <th style="text-align: right;">V. UNITARIO</th> <th style="text-align: right;">DSCTO</th> <th style="text-align: right;">SUBTOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ZAPUGE</td> <td>1.00</td> <td>Serv. Alum. Públic. General</td> <td style="text-align: right;">143.19</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> <td style="text-align: right;">143.19</td> </tr> <tr> <td>ZCOMER</td> <td>1.00</td> <td>Comercialización</td> <td style="text-align: right;">1.41</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> <td style="text-align: right;">1.41</td> </tr> <tr> <td>ZDEMAN</td> <td>1.00</td> <td>Demanda</td> <td style="text-align: right;">2,453.65</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> <td style="text-align: right;">2,453.65</td> </tr> <tr> <td>ZEHDIA</td> <td>1.00</td> <td>Energía L-V 08h00-18h00</td> <td style="text-align: right;">9,164.35</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> <td style="text-align: right;">9,164.35</td> </tr> <tr> <td>ZEHDIB</td> <td>1.00</td> <td>Energía L-V 18h00-22h00</td> <td style="text-align: right;">4,104.66</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> <td style="text-align: right;">4,104.66</td> </tr> <tr> <td>ZEHDIC</td> <td>1.00</td> <td>Energía L-V 22h00-08h00 y SDF</td> <td style="text-align: right;">12,249.14</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> <td style="text-align: right;">12,249.14</td> </tr> <tr> <td>ZEHDID</td> <td>1.00</td> <td>Energía S,D,F 18h00-22h00</td> <td style="text-align: right;">1,465.67</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> <td style="text-align: right;">1,465.67</td> </tr> </tbody> </table>		CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	V. UNITARIO	DSCTO	SUBTOTAL	ZAPUGE	1.00	Serv. Alum. Públic. General	143.19	0.00	143.19	ZCOMER	1.00	Comercialización	1.41	0.00	1.41	ZDEMAN	1.00	Demanda	2,453.65	0.00	2,453.65	ZEHDIA	1.00	Energía L-V 08h00-18h00	9,164.35	0.00	9,164.35	ZEHDIB	1.00	Energía L-V 18h00-22h00	4,104.66	0.00	4,104.66	ZEHDIC	1.00	Energía L-V 22h00-08h00 y SDF	12,249.14	0.00	12,249.14	ZEHDID	1.00	Energía S,D,F 18h00-22h00	1,465.67	0.00	1,465.67
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	V. UNITARIO	DSCTO	SUBTOTAL																																												
ZAPUGE	1.00	Serv. Alum. Públic. General	143.19	0.00	143.19																																												
ZCOMER	1.00	Comercialización	1.41	0.00	1.41																																												
ZDEMAN	1.00	Demanda	2,453.65	0.00	2,453.65																																												
ZEHDIA	1.00	Energía L-V 08h00-18h00	9,164.35	0.00	9,164.35																																												
ZEHDIB	1.00	Energía L-V 18h00-22h00	4,104.66	0.00	4,104.66																																												
ZEHDIC	1.00	Energía L-V 22h00-08h00 y SDF	12,249.14	0.00	12,249.14																																												
ZEHDID	1.00	Energía S,D,F 18h00-22h00	1,465.67	0.00	1,465.67																																												
<p><b>Información adicional</b></p> <p>CODIGO UNICO ELECTRICO NACIONAL: 0800123031          CONTRIBUCION BOMBEROS: 28.20          TASA RECOLECCION BASURA: 61.30          FORMA DE PAGO TERCEROS BASURA Y BOMBEROS: SIN UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO          TOTAL FORMA DE PAGO TERCEROS BASURA Y BOMBEROS: 89.50</p>	<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 80%;">SUBTOTAL IVA GRAVADO</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>SUBTOTAL IVA 0%:</td> <td style="text-align: right;">29,582.07</td> </tr> <tr> <td>SUBTOTAL NO OBJETO IVA:</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>SUBTOTAL EXCENTO IVA:</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>SUBTOTAL SIN IMPUESTOS:</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>DESCUENTO:</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>ICE:</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>IVA %:</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td>PROPINA:</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td><b>VALOR TOTAL:</b></td> <td style="text-align: right;"><b>29,582.07</b></td> </tr> </table>	SUBTOTAL IVA GRAVADO	0.00	SUBTOTAL IVA 0%:	29,582.07	SUBTOTAL NO OBJETO IVA:	0.00	SUBTOTAL EXCENTO IVA:	0.00	SUBTOTAL SIN IMPUESTOS:	0.00	DESCUENTO:	0.00	ICE:	0.00	IVA %:	0.00	PROPINA:	0.00	<b>VALOR TOTAL:</b>	<b>29,582.07</b>																												
SUBTOTAL IVA GRAVADO	0.00																																																
SUBTOTAL IVA 0%:	29,582.07																																																
SUBTOTAL NO OBJETO IVA:	0.00																																																
SUBTOTAL EXCENTO IVA:	0.00																																																
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS:	0.00																																																
DESCUENTO:	0.00																																																
ICE:	0.00																																																
IVA %:	0.00																																																
PROPINA:	0.00																																																
<b>VALOR TOTAL:</b>	<b>29,582.07</b>																																																

RUC: 0968599020001

## FACTURA

N° 092999009001607

### NÚMERO AUTORIZACIÓN

0205202501096859902000120929990090016070043001612

FECHA Y HORA DE AUTORIZACION: 2025-05-06T04:14:20-05:00

AMBIENTE: Producción

EMISION: Normal

### CLAVE DE ACCESO:



0205202501096859902000120929990090016070043001612

### Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL

Dirección Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Edif. Grace Ceibos Piso 3

Dirección Sucursal:

Obligado a llevar contabilidad: Si

Razón social/Nombres y apellidos: OLIJOYA INDUSTRIA ACEITERA CIA. LTDA.

Identificación: 1792134560001

Fecha emisión: 02/05/2025

Dirección:

CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	V. UNITARIO	DSCTO	SUBTOTAL
ZAPUGE	1.00	Serv. Alum. Públic. General	143.19	0.00	143.19
ZCOMER	1.00	Comercialización	1.41	0.00	1.41
ZDEMAN	1.00	Demanda	2,440.84	0.00	2,440.84
ZEHDIA	1.00	Energía L-V 08h00-18h00	9,147.09	0.00	9,147.09
ZEHDIB	1.00	Energía L-V 18h00-22h00	4,102.42	0.00	4,102.42
ZEHDIC	1.00	Energía L-V 22h00-08h00 y SDF	11,423.74	0.00	11,423.74
ZEHDID	1.00	Energía S,D,F 18h00-22h00	1,191.45	0.00	1,191.45

#### Informacion adicional

CODIGO UNICO ELECTRICO NACIONAL: 0800123031  
CONTRIBUCION BOMBEROS: 28.20  
TASA RECOLECCION BASURA: 61.30  
FORMA DE PAGO TERCEROS BASURA Y BOMBEROS: SIN UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO  
TOTAL FORMA DE PAGO TERCEROS BASURA Y BOMBEROS: 89.50

SUBTOTAL IVA GRAVADO	0.00
SUBTOTAL IVA 0%:	28,450.14
SUBTOTAL NO OBJETO IVA:	0.00
SUBTOTAL EXCENTO IVA:	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS:	
DESCUENTO:	0.00
ICE:	0.00
IVA %:	0.00
PROPINA:	0.00
<b>VALOR TOTAL:</b>	<b>28,450.14</b>

RUC: 0968599020001

## FACTURA

N° 092999009001194

### NÚMERO AUTORIZACIÓN

0405202501096859902000120929990090011940043001618

FECHA Y HORA DE AUTORIZACION: 2025-05-06T16:30:22-05:00

AMBIENTE: Producción

EMISION: Normal

### CLAVE DE ACCESO:



0405202501096859902000120929990090011940043001618

### Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL

Dirección Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Edif. Grace Ceibos Piso 3

Dirección Sucursal:

Obligado a llevar contabilidad: Si

Razón social/Nombres y apellidos: OLIJOYA INDUSTRIA ACEITERA CIA. LTDA.

Identificación: 1792134560001

Fecha emisión: 04/05/2025

Dirección:

CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	V. UNITARIO	DSCTO	SUBTOTAL
ZAPUGE	1.00	Serv. Alum. Públic. General	35.72	0.00	35.72
ZCOMER	1.00	Comercialización	1.41	0.00	1.41
ZDEMAN	1.00	Demanda	147.72	0.00	147.72
ZEHDIA	1.00	Energía L-V 08h00-18h00	278.36	0.00	278.36
ZEHDIB	1.00	Energía L-V 18h00-22h00	112.51	0.00	112.51
ZEHDIC	1.00	Energía L-V 22h00-08h00 y SDF	279.37	0.00	279.37
ZEHDID	1.00	Energía S,D,F 18h00-22h00	30.40	0.00	30.40

#### Informacion adicional

CODIGO UNICO ELECTRICO NACIONAL: 0800068428  
CONTRIBUCION BOMBEROS: 28.20  
TASA RECOLECCION BASURA: 61.30  
FORMA DE PAGO TERCEROS BASURA Y BOMBEROS: SIN UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO  
TOTAL FORMA DE PAGO TERCEROS BASURA Y BOMBEROS: 89.50

SUBTOTAL IVA GRAVADO	0.00
SUBTOTAL IVA 0%:	885.49
SUBTOTAL NO OBJETO IVA:	0.00
SUBTOTAL EXCENTO IVA:	0.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS:	
DESCUENTO:	0.00
ICE:	0.00
IVA %:	0.00
PROPINA:	0.00
<b>VALOR TOTAL:</b>	<b>885.49</b>



Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNELEP  
 Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Edif. Grace Cabos Piso 3  
 Sucursal: Eugenio Espejo y Río Cayapas - Sector Santa Vainas  
 RUC: 09685902001  
 Contribuyente especial, resolución No. 065  
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. Factura 092-999-009139785  
 Nro. doc. interno 002772441890  
 Fecha de emisión 04-06-2025  
 Fecha de vencimiento 19-06-2025  
 Número de autorización 0406202501096859902000120929990091397850043001610



K200062160532

VALOR TOTAL \$1226.25

Información del Consumidor

**CUENTA CONTRATO** 200062160532 Código Único 0800068428  
 Razón Social OLIJOYA INDUSTRIA ACEITERA CIA. LTDA  
 RUC 1792134560001 Tipo de tarifa Arconel MTCGCD32 - MT Industrial con Dem Hor Dif  
 Geocódigo 08011001000105 Unidad de Lectura 08011001

Dirección del servicio KM 8 VÍA ATACAMES SL1 ACEITERA OLIJOYA / RUTA MASIBA 346 / M73 / SIMÓN PLATA TORRES - ESMERALDAS  
 Ejecutivo de cuenta PANCHI CANDONGA CARLOS EDUARDO

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 10713119  
 Tipo consumo leído 31  
 Fecha desde 02-05-2025 Fecha hasta 01-06-2025  
 Factor de multiplicación 60.00  
 Factor de corrección 0.6575  
 Factor de potencia (FP) 0.9718

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfor.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía act. hor. A (L-V 08h00-18h00)	01-06-2025	991.99	933.54	0.00	3507.12	0.00	3507.12	KWH	325.11
Energía act. hor. B (L-V 18h00-22h00)	01-06-2025	316.52	297.22	0.00	1157.88	0.00	1157.88	KWH	123.55
Energía act. hor. C (L-V 22h00-08h00 S,D,F 22h00-18h00)	01-06-2025	1200.12	1105.09	0.00	5701.92	0.00	5701.92	KWH	427.64
Energía act. hor. D (S,D,F 18h00-22h00)	01-06-2025	125.87	115.31	0.00	633.30	0.00	633.30	KWH	58.71
Energía reactiva total	01-06-2025	451.30	406.81	0.00	2669.22	0.00	2669.22	KVR	0.00
Demanda máx. hor. A (L-V 08h00-18h00)	01-06-2025	0.71	0.00	0.00	0.71	0.00	0.71	KW	0.00
Demanda máx. hor. B (L-V 18h00-22h00)	01-06-2025	0.54	0.00	0.00	0.54	0.00	0.54	KW	0.00
Demanda máx. hor. C (L-V 22h00-08h00 S,D,F 22h00-18h00)	01-06-2025	0.86	0.00	0.00	0.86	0.00	0.86	KW	0.00
Demanda máx. hor. D (S,D,F 18h00-22h00)	01-06-2025	0.63	0.00	0.00	0.63	0.00	0.63	KW	0.00
Demanda facturable	01-06-2025	51.54	0.00	0.00	51.54	0.00	51.54	KW	155.07

2. Valores pendientes

VALORES PENDIENTES (2) 0.00

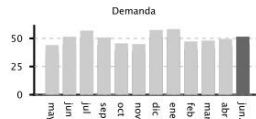
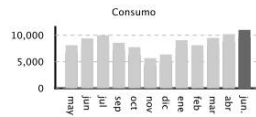
3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0.00

"La presente factura no constituye título traslativo de dominio, sino únicamente la constancia de recibir un servicio público"

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	1136.75	15	días



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	935.01
Comercialización	1.41
Valor Demanda	155.07
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	1091.49
Servicio Alumbrado Público	44.81
Subtotal Alumbrado Público	44.81
Intereses por Mora	0.45
Subtotal Otros Rubros	0.45
Base I.V.A. 0%	1136.30
I.V.A. 0%	0.00
Base Exento de IVA	0.45
Exento de IVA	0.00
<b>TOTAL SE Y AP (1)</b>	<b>1136.75</b>



Subsidios del Gobierno  
 Subsidio Tarifa Eléctrica 39.61  
 TOTAL: 39.61

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	1136.75
Valores Pendientes (2)	0.00
Planes de Financiamiento (3)	0.00
<b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)</b>	<b>1136.75</b>

Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

4. NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN ESMERALDAS

Beneficiario C. BOMBEROS ESMERALDAS  
 R.U.C beneficiario 0860034220001  
 Fecha de Emisión 04-06-2025  
 Cuenta Contrato 200062160532  
 RUC 1792134560001  
 Nombre OLIJOYA INDUSTRIA  
 Dirección Servicio KM 8 VÍA ATACAMES SL1 ACEITERA OLIJOYA / RUTA MASIBA 346 / M73 /

CONCEPTO	VALOR
Contribución Bomberos	28.20
<b>TOTAL CONTRIBUCIÓN BOMBEROS (4)</b>	<b>28.20</b>

5. NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN ESMERALDAS

Beneficiario GAD MUNICIPAL CANTON ESMERALDAS  
 R.U.C beneficiario 0860000240001  
 Fecha de Emisión 04-06-2025  
 Cuenta Contrato 200062160532  
 RUC 1792134560001  
 Nombre OLIJOYA INDUSTRIA  
 Dirección Servicio KM 8 VÍA ATACAMES SL1 ACEITERA OLIJOYA / RUTA MASIBA 346 / M73 /

CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	61.30
<b>TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)</b>	<b>61.30</b>

RESUMEN DE VALORES	
Total Sector Eléctrico (A)	1136.75
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	89.50
<b>VALOR TOTAL (USD)</b>	<b>1226.25</b>



Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP  
Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Edif. Grace Cabos Piso 3  
Sucursal: Eugenio Espejo y Río Cayapas - Sector Santa Vainas  
RUC: 036859020001  
Contribuyente especial, resolución No. 065  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. Factura 092-999-009138477  
Nro. doc. interno 001802634056  
Fecha de emisión 03-06-2025  
Fecha de vencimiento 18-06-2025  
Número de autorización 0306202501096859902000120929990091384770043001613



K200062148560

Información del Consumidor

VALOR TOTAL \$29010.90

CUENTA CONTRATO 200062148560 Código Único 0800123031  
Razón Social OLIJOYA INDUSTRIA ACEITERA CIA. LTDA.  
RUC 1792134560001 Tipo de tarifa Arconel MTCGCD32 - MT Industrial con Dem Hor Dif  
Geocódigo 08011001000106 Unidad de Lectura 08011001

Dirección del servicio KM 8 VÍA ATACAMES SL1 ACEITERA OLIJOYA / RUTA MASIVA 346 / M73 / SIMÓN PLATA TORRES - ESMERALDAS  
Ejecutivo de cuenta PANCHI CANDONGA CARLOS EDUARDO

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 10713120  
Tipo consumo leído  
Fecha desde 02-05-2025  
Días facturados 31  
Fecha hasta 01-06-2025  
Factor de multiplicación 700.00  
Factor de corrección 1.0000  
Factor de potencia (FP) 0.9227

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfor.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía act. hor. A (L-V 08h00-18h00)	01-06-2025	2147.12	2010.19	0.00	95846.80	0.00	95846.80	KWH	8885.00
Energía act. hor. B (L-V 18h00-22h00)	01-06-2025	840.67	788.88	0.00	36248.80	0.00	36248.80	KWH	3867.75
Energía act. hor. C (L-V 22h00-08h00 S,D,F 22h00-18h00)	01-06-2025	3505.71	3277.91	0.00	159461.40	0.00	159461.40	KWH	11959.61
Energía act. hor. D (S,D,F 18h00-22h00)	01-06-2025	322.52	299.95	0.00	15803.20	0.00	15803.20	KWH	1464.96
Energía reactiva total	01-06-2025	2746.26	2562.86	0.00	128375.80	0.00	128375.80	KVR	0.00
Demanda máx. hor. A (L-V 08h00-18h00)	01-06-2025	0.80	0.00	0.00	0.80	0.00	0.80	KW	0.00
Demanda máx. hor. B (L-V 18h00-22h00)	01-06-2025	0.78	0.00	0.00	0.78	0.00	0.78	KW	0.00
Demanda máx. hor. C (L-V 22h00-08h00 S,D,F 22h00-18h00)	01-06-2025	0.74	0.00	0.00	0.74	0.00	0.74	KW	0.00
Demanda máx. hor. D (S,D,F 18h00-22h00)	01-06-2025	0.66	0.00	0.00	0.66	0.00	0.66	KW	0.00
Demanda facturable	01-06-2025	562.80	0.00	0.00	562.80	0.00	562.80	KW	2575.37

2. Valores pendientes

VALORES PENDIENTES (2) 0.00

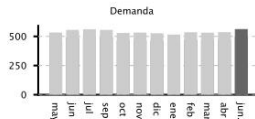
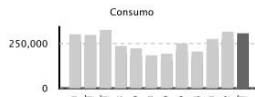
3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0.00

"La presente factura no constituye título traslativo de dominio, sino únicamente la constancia de recibir un servicio público"

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	28921.40	15	días



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	26177.32
Comercialización	1.41
Valor Demanda	2575.37
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	28754.10
Servicio Alumbrado Público	143.19
Subtotal Alumbrado Público	143.19
Intereses por Mora	24.11
Subtotal Otros Rubros	24.11
Base I.V.A. 0%	28897.29
I.V.A. 0%	0.00
Base Exento de IVA	24.11
Exento de IVA	0.00
<b>TOTAL SE Y AP (1)</b>	<b>28921.40</b>



Subsidio Tarifa Eléctrica	1054.79
<b>TOTAL:</b>	<b>1054.79</b>

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	28921.40
Valores Pendientes (2)	0.00
Planes de Financiamiento (3)	0.00
<b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)</b>	<b>28921.40</b>

Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

4. NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN ESMERALDAS

Beneficiario C. BOMBEROS ESMERALDAS  
R.U.C beneficiario 0860034220001  
Fecha de Emisión 03-06-2025  
Cuenta Contrato 200062148560  
RUC 1792134560001  
Nombre OLIJOYA INDUSTRIA  
Dirección Servicio KM 8 VÍA ATACAMES SL1 ACEITERA OLIJOYA / RUTA MASIVA 346 / M73 /

CONCEPTO	VALOR
Contribución Bomberos	28.20
<b>TOTAL CONTRIBUCIÓN BOMBEROS (4)</b>	<b>28.20</b>

5. NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTO PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN ESMERALDAS

Beneficiario GAD MUNICIPAL CANTON ESMERALDAS  
R.U.C beneficiario 0860000240001  
Fecha de Emisión 03-06-2025  
Cuenta Contrato 200062148560  
RUC 1792134560001  
Nombre OLIJOYA INDUSTRIA  
Dirección Servicio KM 8 VÍA ATACAMES SL1 ACEITERA OLIJOYA / RUTA MASIVA 346 / M73 /

CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	61.30
<b>TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)</b>	<b>61.30</b>

RESUMEN DE VALORES	
Total Sector Eléctrico (A)	28921.40
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	89.50
<b>VALOR TOTAL (USD)</b>	<b>29010.90</b>



Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP  
Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Edif. Grace Cabos Piso 3  
Sucursal: Eugenio Espejo y Río Cayapas - Sector Santa Vainas  
RUC: 036859020001  
Contribuyente especial, resolución No. 065  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. Factura 092-999-009277455  
Nro. doc. interno 002922408134  
Fecha de emisión 03-07-2025  
Fecha de vencimiento INMEDIATO  
Número de autorización 0307202501096859902000120929990092774550043001617



K200062160532

Información del Consumidor

VALOR TOTAL \$1318.36

CUENTA CONTRATO 200062160532 Código Único 0800068428  
Razón Social OLIJOYA INDUSTRIA ACEITERA CIA. LTDA.  
RUC 1792134560001 Tipo de tarifa Arconel MTCGCD32 - MT Industrial con Dem Hor Dif  
Geocódigo 08011001000105 Unidad de Lectura 08011001

Dirección del servicio KM 8 VÍA ATACAMES SL1 ACEITERA OLIJOYA / RUTA MASIBA 346 / M73 / SIMÓN PLATA TORRES - ESMERALDAS  
Ejecutivo de cuenta PANCHI CANDONGA CARLOS EDUARDO

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor 10713119  
Tipo consumo leído 30  
Fecha desde 02-06-2025 Fecha hasta 01-07-2025  
Factor de multiplicación 60.00  
Factor de corrección 0.5852  
Factor de potencia (FP) 0.9663

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfor.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía act. hor. A (L-V 08h00-18h00)	01-07-2025	1061.33	991.99	0.00	4160.10	0.00	4160.10	KWH	385.64
Energía act. hor. B (L-V 18h00-22h00)	01-07-2025	340.72	316.52	0.00	1452.06	0.00	1452.06	KWH	154.93
Energía act. hor. C (L-V 22h00-08h00 S,D,F 22h00-18h00)	01-07-2025	1292.59	1200.12	0.00	5548.38	0.00	5548.38	KWH	416.13
Energía act. hor. D (S,D,F 18h00-22h00)	01-07-2025	134.76	125.87	0.00	533.82	0.00	533.82	KWH	49.49
Energía reactiva total	01-07-2025	503.19	451.30	0.00	3113.40	0.00	3113.40	KVR	0.00
Demanda máx. hor. A (L-V 08h00-18h00)	01-07-2025	0.90	0.00	0.00	0.90	0.00	0.90	KW	0.00
Demanda máx. hor. B (L-V 18h00-22h00)	01-07-2025	0.70	0.00	0.00	0.70	0.00	0.70	KW	0.00
Demanda máx. hor. C (L-V 22h00-08h00 S,D,F 22h00-)	01-07-2025	1.03	0.00	0.00	1.03	0.00	1.03	KW	0.00
Demanda máx. hor. D (S,D,F 18h00-22h00)	01-07-2025	0.37	0.00	0.00	0.37	0.00	0.37	KW	0.00
Demanda facturable	01-07-2025	61.92	0.00	0.00	61.92	0.00	61.92	KW	165.81

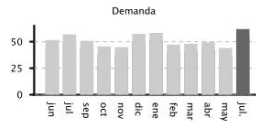
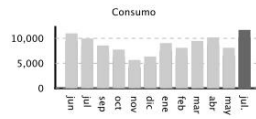
2. Valores pendientes

Saldo Planillas Anteriores 1 mes(es)	6.77
Subtotal Planillas Anteriores	6.77
VALORES PENDIENTES (2)	6.77

3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3)	0.00
------------------------------	------

"La presente factura no constituye título traslativo de dominio, sino únicamente la constancia de recibir un servicio público"



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	1006.19
Comercialización	1.41
Valor Demanda	165.81
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	1173.41
Servicio Alumbrado Público	48.39
Subtotal Alumbrado Público	48.39
Intereses por Mora	0.29
Subtotal Otros Rubros	0.29
Base I.V.A. 0%	1221.80
I.V.A. 0%	0.00
Base Exento de IVA	0.29
Exento de IVA	0.00
TOTAL SE Y AP (1)	1222.08

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
CON UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	1222.09	15	días



Subsidios del Gobierno  
Subsidio Tarifa Eléctrica 29.93-  
TOTAL: 29.93-

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	1222.08
Valores Pendientes (2)	6.77
Planes de Financiamiento (3)	0.00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)	1228.86

Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

CONCEPTO	VALOR
Contribución Bomberos	28.20
TOTAL CONTRIBUCIÓN BOMBEROS (4)	28.20

CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	61.30
TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)	61.30

RESUMEN DE VALORES	
Total Sector Eléctrico (A)	1228.86
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	89.50
VALOR TOTAL (USD)	1318.36



Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNELEP  
 Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Edif. Grace Cabos Piso 3  
 Sucursal: Eugenio Espejo y Río Cayapas - Sector Santa Vainas  
 RUC: 036859020001  
 Contribuyente especial, resolución No. 065  
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. Factura 092-999-009280559  
 Nro. doc. interno 001922699275  
 Fecha de emisión 03-07-2025  
 Fecha de vencimiento 18-07-2025  
 Número de autorización 0307202501096859902000120929990092805590043001612



Información del Consumidor

VALOR TOTAL \$29192.84

<b>CUENTA CONTRATO</b>	200062148560	Código Único	0800123031
Razón Social	OLIOJOYA INDUSTRIA ACEITERA CIA. LTDA	Tipo de tarifa Arconel	MTCGCD32 - MT Industrial con Dem Hor Dif
RUC	1792134560001	Geocódigo	0801001000106 Unidad de Lectura 0801001
Dirección del servicio KM 8 VIA ATACAMES SL1 ACEITERA OLIOJOYA / RUTA MASIVA 346 / M73 / SIMÓN PLATA TORRES - ESMERALDAS Ejecutivo de cuenta PANCHI CAIDONGA CARLOS EDUARDO			

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor	10713120	Días facturados	30	Factor de multiplicación	700.00
Tipo consumo	leído	Fecha hasta	01-07-2025	Factor de corrección	1.0000
Fecha desde	02-06-2025	Fecha hasta	01-07-2025	Factor de potencia (FP)	0.9242

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfor.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía act. hor. A (L-V 08h00-18h00)	01-07-2025	2286.77	2147.12	0.00	97754.30	0.00	97754.30	KWH	9061.82
Energía act. hor. B (L-V 18h00-22h00)	01-07-2025	894.93	840.67	0.00	37986.90	0.00	37986.90	KWH	4053.20
Energía act. hor. C (L-V 22h00-08h00 S,D,F 22h00-18h00)	01-07-2025	3734.99	3505.71	0.00	160490.40	0.00	160490.40	KWH	12036.78
Energía act. hor. D (S,D,F 18h00-22h00)	01-07-2025	342.99	322.52	0.00	14323.40	0.00	14323.40	KWH	1327.78
Energía reactiva total	01-07-2025	2929.55	2746.26	0.00	128304.40	0.00	128304.40	KVR	0.00
Demanda máx. hor. A (L-V 08h00-18h00)	01-07-2025	0.77	0.00	0.00	0.77	0.00	0.77	KW	0.00
Demanda máx. hor. B (L-V 18h00-22h00)	01-07-2025	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.75	KW	0.00
Demanda máx. hor. C (L-V 22h00-08h00 S,D,F 22h00-)	01-07-2025	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.75	KW	0.00
Demanda máx. hor. D (S,D,F 18h00-22h00)	01-07-2025	0.72	0.00	0.00	0.72	0.00	0.72	KW	0.00
Demanda facturable	01-07-2025	541.80	0.00	0.00	541.80	0.00	541.80	KW	2479.28

2. Valores pendientes

Saldo Planillas Anteriores 0 mes(es)	6.77
Subtotal Planillas Anteriores	6.77
VALORES PENDIENTES (2)	6.77

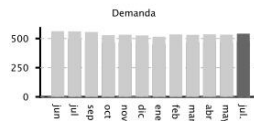
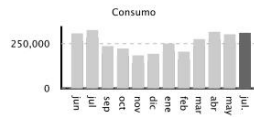
3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3)	0.00
------------------------------	------

"La presente factura no constituye título traslativo de dominio, sino únicamente la constancia de recibir un servicio público"

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
CON UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	29110.11	15	días



Subsidio Tarifa Eléctrica	1035.59
TOTAL	1035.59

Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	26479.58
Comercialización	1.41
Valor Demanda	2479.28
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	28960.27
Servicio Alumbrado Público	143.19
Subtotal Alumbrado Público	143.19
Intereses por Mora	6.15
Gastos notificación	0.43
Subtotal Otros Rubros	6.58
Base I.V.A. 0%	29103.46
I.V.A. 0%	0.00
Base Exento de IVA	6.15
Exento de IVA	0.00
Base I.V.A. 15%	0.43
I.V.A. 15%	0.07
TOTAL SE Y AP (1)	29110.11

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	29110.11
Valores Pendientes (2)	6.77
Planes de Financiamiento (3)	0.00
TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)	29103.34

Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

CONCEPTO	VALOR
4. NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTOS PARA EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN ESMERALDAS	
Beneficiario C. BOMBEROS ESMERALDAS	
R.U.C beneficiario 0860034220001	
Fecha de Emisión 03-07-2025	
Cuenta Contrato 200062148560	
RUC 1792134560001	
Nombre OLIOJOYA INDUSTRIA	
Dirección Servicio KM 8 VIA ATACAMES SL1 ACEITERA OLIOJOYA / RUTA MASIVA 346 / M73 /	
CONTRIBUCIÓN BOMBEROS	28.20
TOTAL CONTRIBUCIÓN BOMBEROS (4)	28.20

CONCEPTO	VALOR
5. NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTOS PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN ESMERALDAS	
Beneficiario GAD MUNICIPAL CANTON ESMERALDAS	
R.U.C beneficiario 0860000240001	
Fecha de Emisión 03-07-2025	
Cuenta Contrato 200062148560	
RUC 1792134560001	
Nombre OLIOJOYA INDUSTRIA	
Dirección Servicio KM 8 VIA ATACAMES SL1 ACEITERA OLIOJOYA / RUTA MASIVA 346 / M73 /	
Tasa de Recolección Basura	61.30
TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)	61.30

RESUMEN DE VALORES	
Total Sector Eléctrico (A)	29103.34
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	89.50
VALOR TOTAL (USD)	29192.84



Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNELEP  
 Matriz: Km. 6 1/2 Vía a la Costa Edif. Grace Cabos Piso 3  
 Sucursal: Eugenio Espejo y Río Cayapas - Sector Santa Vainas  
 RUC: 096859902001  
 Contribuyente especial, resolución No. 065  
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. Factura 092-999-009413767  
 Nro. doc. interno 002252971433  
 Fecha de emisión 03-08-2025  
 Fecha de vencimiento 18-08-2025  
 Número de autorización 0308202501096859902000120929990094137670043001616



K200062160532

Información del Consumidor

VALOR TOTAL \$1796.59

<b>CUENTA CONTRATO</b>	200062160532	Código Único	0800068428
Razón Social	OLIOJOYA INDUSTRIA ACEITERA CIA. LTDA	Tipo de tarifa Arconel	MTCGCD32 - MT Industrial con Dem Hor Dif
RUC	1792134560001	Geocódigo	0801001000105
Dirección del servicio		KM 8 VÍA ATACAMES SL1 ACEITERA OLIOJOYA / RUTA MASIBA 346 / M73 / SIMÓN PLATA TORRES - ESMERALDAS	
Ejecutivo de cuenta		PANCHI CANDONGA CARLOS EDUARDO	

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor	10713119	Días facturados	31	Factor de multiplicación	60.00
Tipo consumo	leído	Fecha hasta	01-08-2025	Factor de corrección	0.5000
Fecha desde	02-07-2025	Fecha hasta	01-08-2025	Factor de potencia (FP)	0.9404

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfor.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía act. hor. A (L-V 08h00-18h00)	01-08-2025	1144.01	1061.33	0.00	4960.86	0.00	4960.86	KWH	584.39
Energía act. hor. B (L-V 18h00-22h00)	01-08-2025	367.96	340.72	0.00	1634.64	0.00	1634.64	KWH	215.45
Energía act. hor. C (L-V 22h00-08h00 S,D,F 22h00-18h00)	01-08-2025	1399.38	1292.59	0.00	6407.28	0.00	6407.28	KWH	641.37
Energía act. hor. D (S,D,F 18h00-22h00)	01-08-2025	142.88	134.76	0.00	486.78	0.00	486.78	KWH	57.34
Energía reactiva total	01-08-2025	584.45	503.19	0.00	4875.90	0.00	4875.90	KVR	0.00
Demanda máx. hor. A (L-V 08h00-18h00)	01-08-2025	1.12	0.00	0.00	1.12	0.00	1.12	KW	0.00
Demanda máx. hor. B (L-V 18h00-22h00)	01-08-2025	0.66	0.00	0.00	0.66	0.00	0.66	KW	0.00
Demanda máx. hor. C (L-V 22h00-08h00 S,D,F 22h00-)	01-08-2025	0.92	0.00	0.00	0.92	0.00	0.92	KW	0.00
Demanda máx. hor. D (S,D,F 18h00-22h00)	01-08-2025	0.48	0.00	0.00	0.48	0.00	0.48	KW	0.00
Demanda facturable	01-08-2025	67.14	0.00	0.00	67.14	0.00	67.14	KW	153.62

2. Valores pendientes

VALORES PENDIENTES (2)	0.00
------------------------	------

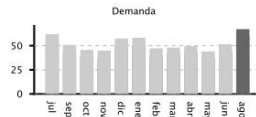
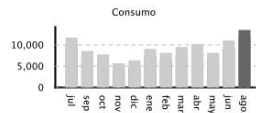
3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3)	0.00
------------------------------	------

"La presente factura no constituye título traslativo de dominio, sino únicamente la constancia de recibir un servicio público"

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
CON UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	1707.09	15	días



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	1498.55
Comercialización	1.41
Valor Demanda	153.62
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	1653.58
Servicio Alumbrado Público	53.51
Subtotal Alumbrado Público	53.51
Base I.V.A. 0%	1707.09
I.V.A. 0%	0.00
<b>TOTAL SE Y AP (1)</b>	<b>1707.09</b>

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	1707.09
Valores Pendientes (2)	0.00
Planes de Financiamiento (3)	0.00
<b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)</b>	<b>1707.09</b>

Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

<b>4. NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTOS PARA EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN ESMERALDAS</b>	
Beneficiario	C. BOMBEROS ESMERALDAS
R.U.C beneficiario	0860034220001
Fecha de Emisión	03-08-2025
Cuenta Contrato	200062160532
RUC	1792134560001
Nombre	OLIOJOYA INDUSTRIA
Dirección Servicio	KM 8 VÍA ATACAMES SL1 ACEITERA OLIOJOYA / RUTA MASIBA 346 / M73 /
<b>CONCEPTO</b>	<b>VALOR</b>
Contribución Bomberos	28.20
<b>TOTAL CONTRIBUCIÓN BOMBEROS (4)</b>	<b>28.20</b>

<b>5. NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTOS PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN ESMERALDAS</b>	
Beneficiario	GAD MUNICIPAL CANTON ESMERALDAS
R.U.C beneficiario	0860000240001
Fecha de Emisión	03-08-2025
Cuenta Contrato	200062160532
RUC	1792134560001
Nombre	OLIOJOYA INDUSTRIA
Dirección Servicio	KM 8 VÍA ATACAMES SL1 ACEITERA OLIOJOYA / RUTA MASIBA 346 / M73 /
<b>CONCEPTO</b>	<b>VALOR</b>
Tasa de Recolección Basura	61.30
<b>TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)</b>	<b>61.30</b>

RESUMEN DE VALORES	
Total Sector Eléctrico (A)	1707.09
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	89.50
<b>VALOR TOTAL (USD)</b>	<b>1796.59</b>



Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNELEP  
 Matriz: Km. 6 1/2 Via a la Costa Edif. Grace Cabos Piso 3  
 Sucursal: Eugenio Espejo y Río Cayapas - Sector Santa Vainas  
 RUC: 03685930001  
 Contribuyente especial, resolución No. 065  
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. Factura 092-999-009421335  
 Nro. doc. interno 001602770497  
 Fecha de emisión 03-08-2025  
 Fecha de vencimiento 18-08-2025  
 Número de autorización 0308202501096859902000120929990094213350043001618



K200062148560

Información del Consumidor

VALOR TOTAL \$39388.60

CUENTA CONTRATO 200062148560

Razón Social OLIJOYA INDUSTRIA ACEITERA CIA. LTDA.  
 RUC 1792134560001

Código Único 0800123031

Tipo de tarifa Arconel MTCGCD32 - MT Industrial con Dem Hor Dif  
 Geocódigo 0801001000106 Unidad de Lectura 0801001

Dirección del servicio KM 8 VIA ATACAMES SL1 ACEITERA OLIJOYA / RUTA MASIVA 346 / M73 / SIMÓN PLATA TORRES - ESMERALDAS  
 Ejecutivo de cuenta PANCHI CANDONGA CARLOS EDUARDO

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor	10713120	Días facturados	31	Factor de multiplicación	700.00
Tipo consumo	leído	Fecha hasta	01-08-2025	Factor de corrección	1.0000
Fecha desde	02-07-2025			Factor de potencia (FP)	0.9250
				Penalización bajo FP	0.0162

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía act. hor. A (L-V 08h00-18h00)	01-08-2025	2445.54	2286.77	0.00	111145.30	0.00	111145.30	KWH	13092.92
Energía act. hor. B (L-V 18h00-22h00)	01-08-2025	953.66	894.93	0.00	41111.70	0.00	41111.70	KWH	5418.52
Energía act. hor. C (L-V 22h00-08h00 S,D,F 22h00-18h00)	01-08-2025	3961.50	3734.99	0.00	158562.60	0.00	158562.60	KWH	15872.12
Energía act. hor. D (S,D,F 18h00-22h00)	01-08-2025	362.04	342.99	0.00	13339.20	0.00	13339.20	KWH	1571.36
Energía reactiva total	01-08-2025	3119.71	2929.55	0.00	133109.90	0.00	133109.90	KVR	0.00
Demanda máx. hor. A (L-V 08h00-18h00)	01-08-2025	0.80	0.00	0.00	0.80	0.00	0.80	KW	0.00
Demanda máx. hor. B (L-V 18h00-22h00)	01-08-2025	0.76	0.00	0.00	0.76	0.00	0.76	KW	0.00
Demanda máx. hor. C (L-V 22h00-08h00 S,D,F 22h00-)	01-08-2025	0.75	0.00	0.00	0.75	0.00	0.75	KW	0.00
Demanda máx. hor. D (S,D,F 18h00-22h00)	01-08-2025	0.65	0.00	0.00	0.65	0.00	0.65	KW	0.00
Demanda facturable	01-08-2025	562.80	0.00	0.00	562.80	0.00	562.80	KW	2575.37

2. Valores pendientes

VALORES PENDIENTES (2) 0.00

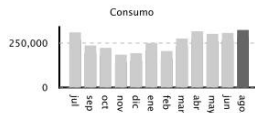
3. Planes de Financiamiento Autorizados por el Consumidor

PLANES DE FINANCIAMIENTO (3) 0.00

"La presente factura no constituye título traslativo de dominio, sino únicamente la constancia de recibir un servicio público"

Formas de Pago

FORMA DE PAGO	VALOR	PLAZO	TIEMPO
CON UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	39299.10	15	días



Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Valor Consumo	35954.92
Comercialización	1.41
Valor Demanda	2575.37
Penalización Bajo Fact. Pot	624.21
Subtotal Servicio Eléctrico (SE)	39155.91
Servicio Alumbrado Público	143.19
Subtotal Alumbrado Público	143.19
Base I.V.A. 0%	39299.10
I.V.A. 0%	0.00
<b>TOTAL SE Y AP (1)</b>	<b>39299.10</b>

TOTAL (A)	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	39299.10
Valores Pendientes (2)	0.00
Planes de Financiamiento (3)	0.00
<b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A)</b>	<b>39299.10</b>

Mensajes

Recaudación Terceros

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

4. NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTOS PARA EL CUERPO DE BOMBEROS DEL CANTÓN ESMERALDAS

Beneficiario C. BOMBEROS ESMERALDAS  
 R.U.C beneficiario 0860034220001  
 Fecha de Emisión 03-08-2025  
 Cuenta Contrato 200062148560  
 RUC 1792134560001  
 Nombre OLIJOYA INDUSTRIA  
 Dirección Servicio KM 8 VIA ATACAMES SL1 ACEITERA OLIJOYA / RUTA MASIVA 346 / M73 /

CONCEPTO	VALOR
Contribución Bomberos	28.20
<b>TOTAL CONTRIBUCIÓN BOMBEROS (4)</b>	<b>28.20</b>


5. NOTIFICACIÓN DE PAGO DEL TRIBUTOS PARA LA TASA DE RECOLECCIÓN DE BASURA DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN ESMERALDAS


Beneficiario GAD MUNICIPAL CANTON ESMERALDAS  
 R.U.C beneficiario 0860000240001  
 Fecha de Emisión 03-08-2025  
 Cuenta Contrato 200062148560  
 RUC 1792134560001  
 Nombre OLIJOYA INDUSTRIA  
 Dirección Servicio KM 8 VIA ATACAMES SL1 ACEITERA OLIJOYA / RUTA MASIVA 346 / M73 /


CONCEPTO	VALOR
Tasa de Recolección Basura	61.30
<b>TOTAL RECOLECCIÓN BASURA (5)</b>	<b>61.30</b>

RESUMEN DE VALORES	
Total Sector Eléctrico (A)	39299.10
Total Recaudación de Terceros (4+5+6)	89.50
<b>VALOR TOTAL (USD)</b>	<b>39388.60</b>

## ANEXO 7. Fichas Técnicas de Area de Deodorización

	<b>SISTEMA DE GESTION DE INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS</b>	<b>Código:</b>	F/6.3-01-02
		<b>Versión:</b>	02
	<b>PLANTA Y MANTENIMIENTO</b>	<b>Emitido en:</b>	02/08/2019
	<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA</b>	<b>Valido para:</b>	BPM/HACCP/FSSC 22000/RSPO
	<b>FICHAS TECNICAS DE DEODORIZACION</b>	<b>Pagina:</b>	Página 2 de 164

			Oliojoya cía. Ltda.
<b><u>FICHA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS</u></b>			
<b>Equipo:</b> OLIO-REF-DEO-801A TANQUE DE ALIMENTACION RB 801A			
<b>Marca:</b> DE SMET	<b>N° de serie:</b>	<b>Modelo o tag:</b> 801A	
<b>Proveedor:</b> DE SMET		<b>Año de fabricación:</b> 2008	
<b>Costo de adquisición:</b>		<b>Año de adquisición:</b> 2008	
<b>Cantidad de elementos :</b> 6			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El tanque contiene una tapa superior</li> <li>• Tiene una entrada de producto de 2 pulgadas controlada por la válvula <b>XV-801A-F2</b></li> <li>• Tiene una entrada de retorno de producto 2 pulgadas controlada por <b>XV-881A-F1</b></li> <li>• Tiene una tapa inferior de 36 pulgadas para ingresar al tanque</li> <li>• Tiene una entrada y una salida de serpentín de vapor de <math>1\frac{1}{2}</math> pulgadas</li> <li>• Tiene un termómetro industrial</li> </ul>			
<b>Material:</b> Acero inoxidable			
<b>Capacidad:</b> 5,75 Ton	<b>Entrada de vapor:</b> si para calentar el producto	<b>Serpentín:</b> si (Hiero negro)	
<b>Sensores:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Nivel LSH-881A.</li> <li>• 1 Presión LICA.801A</li> </ul>	<b>Tapas de entrada :</b> de 36''	<b>Herramientas a utilizar:</b> Llaves 24, 19, 17, 15, 8 y llave de tubo, juego de hexagonales, destornilladores.	


	<b>SISTEMA DE GESTION DE INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS</b>	<b>Código:</b>	F/6.3-01-02
		<b>Versión:</b>	02
	<b>PLANTA Y MANTENIMIENTO</b>	<b>Emitido en:</b>	02/08/2019
	<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA</b>	<b>Valido para:</b>	BPM/HACCP/FSSC 22000/RSPO
	<b>FICHAS TECNICAS DE DEODORIZACION</b>	<b>Pagina:</b>	Página 22 de 164

**VALVULA XV-P802-F DEL DESAIREADOR**




<b>Nombre:</b> XV-P802-F	Anclaje vertical	<b>Peso:</b>
<b>Marca:</b> VSI		<b># de serie:</b> solenoide
<b>Modelo:</b> FMYB-5120 posicionador ISO 5211 F05 F07 Actuador WT855.1A001MS Electroválvula		<b>Año de fabricación:</b> 2016
<b>Bridas:</b> 2 de 1 $\frac{1}{2}$ pulgadas		<b>Ip.</b> 65
<b>Voltajes:</b> 126/260 VAC -24 VDC		<b>Accionamiento:</b> switches mecánico SPDT 16 A
<b>Presión:</b> 110 PSI	<b>Corrientes:</b> 2,6 A	<b>Electroválvula:</b> 5/2 <b>Watts:</b> 6.3
<p><b>Partes de la electroválvula y herramientas para su mantenimiento:</b>  <b>Posicionador.-</b> Juego de hexagonales – Destornilladores (plano - estrella)- Racor #8  <b>Actuador.-</b> Juego de hexagonales  <b>Cuerpo de la válvula.-</b> Llaves (24-14)mm-Unidad de mantenimiento- Destornillador plano  <b>Válvula ON/ OFF</b> permite el paso de producto que sale del desaireador # 802 hacia el motor  <b>P802.</b></p>		

## ANEXO 8. Fichas Técnicas de Area de Fraccionamiento

	<b>SISTEMA DE GESTION DE INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS</b>	<b>Código:</b>	F/6.3-01-03
		<b>Versión:</b>	03
	<b>PLANTA Y MANTENIMIENTO</b>	<b>Emitido en:</b>	02/10/2024
	<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA</b>	<b>Valido para:</b>	BPM/HACCP/FSSC 22000/RSPO
	<b>FICHAS TECNICAS DE AREA DE FRACCIONAMIENTO</b>	<b>Pagina:</b>	Página 2 de 73

			Oliojoya cía. Ltda.
<b><u>Ficha de datos y características</u></b>			
<b>Equipo:</b> OLIO-FRAC-FI078D “Sistema de agua caliente”			
<b>Proveedor:</b> = DESMET		<b>Año de fabricación:</b> 2014	
<b>Costo de adquisición:</b> 4979,98		<b>Año de adquisición:</b> 2014	
<b>Cantidad de válvulas:</b> 4			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Válvula de 1” on/ff, tres cuerpos–(acero inoxidable) en la salida del tanque de agua caliente</li> <li>• 1 Válvula de 1” on/off, tres cuerpos–(acero inoxidable), entrada del motor-bomba.</li> <li>• 1 Válvula de 2” on/Off, tres cuerpos–(acero inoxidable) salida del motor-bomba.</li> <li>• 1 Válvula de ½” on/off, tres cuerpos–(acero inoxidable) en el manómetro</li> </ul>			
<b>Herramientas para mantenimiento de las válvulas:</b>			
<b>Válvula de 1”.-</b> Llave 13 mm			
<b>Válvula de 2”.-</b> Llave 24 mm			
<b>Válvula de ½”.-</b> Llave 19mm			
<b>Material:</b> Acero Inoxidable			
<b>Capacidad:</b>	<b>Anillo Difusor:</b> No	<b>Serpentín:</b> Sí (Acero Inox)	
<b>Sensores:</b> 2 de nivel - 1 de temperatura		<b>Manhole:</b> sí	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LSL. nivel bajo</li> <li>• LSH., nivel alto</li> <li>• TT., temperatura</li> </ul>		<b>Herramientas para mantenimiento:</b> Llaves: ( 32-24-19-14) mm – 1 1/8” – Juego de hexagonales	

	<b>SISTEMA DE GESTION DE INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS</b>	<b>Código:</b>	F/6.3-01-03
		<b>Versión:</b>	03
	<b>PLANTA Y MANTENIMIENTO</b>	<b>Emitido en:</b>	02/10/2024
	<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA</b>	<b>Valido para:</b>	BPM/HACCP/FSSC 22000/RSPO
	<b>FICHAS TECNICAS DE AREA DE FRACCIONAMIENTO</b>	<b>Pagina:</b>	Página 54 de 73

### SENSOR DE TEMPERATURA-INTERCAMBIADOR1



**Equipo:** LSL-

**Marca:** FOXBORO

**N° de serie:** 13280699

**Modelo:** RTT15-T1ELQTXF-S3RTT

**V:** 10-30 V DC

**Comunicación :** HART 4-20ma

**Temperatura:** 0 A 100°C


**Conexiones:**

**N° de hilos:** 2


**IP:** 65, 67

**Herramientas:** Llave 32 mm – Destornillador plano

## ANEXO 9. Fichas Técnicas de Area de Blanqueo

	<b>SISTEMA DE GESTION DE INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS</b>	<b>Código:</b>	F/6.3-01-01
		<b>Versión:</b>	03
	<b>PLANTA Y MANTENIMIENTO</b>	<b>Emitido en:</b>	02/10/2024
	<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA</b>	<b>Valido para:</b>	BPM/HACCP/FSSC 22000/RSPO
	<b>FICHAS TECNICAS DE AREA DE BLANQUEO</b>	<b>Pagina:</b>	Página 2 de 146

		Olojoya cía. Ltda.
<b>Ficha de datos y características</b>		
<b>Equipo:</b> OLIO-PATT-TQ#3		
<b>Proveedor:</b> Rojas /Echeverría	<b>Año de fabricación:</b> 2008	
<b>Costo de adquisición:</b>	<b>Año de adquisición:</b> 2008	
<b>Cantidad de válvulas :</b> 7		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 válvula de 6" de compuerta de hierro negro en la succión de la bomba.</li> <li>• 3 válvulas de 4" de tres cuerpo (acero inox) en el distribuidor. (Válvula con hilo)</li> <li>• 2 válvulas de 2" de compuerta (hierro negro) serpentín.</li> <li>• 1 válvula de 1" en la descarga del distribuidor.</li> </ul>		
<b>Herramientas para el mantenimiento de las válvulas:</b>		
Válvula de 6".- Llaves: 24mm – 1 1/8"		
Válvula de 4".- Llaves: 24mm – 1 1/8" (Llave de palanca)		
Válvula de 2".- Llaves: 19mm- 1 1/8"		
Válvula de 1".- Llave 14mm		
<b>Material:</b> Acero Inox		
<b>Capacidad:</b> 700 TON.	<b>Anillo difusor:</b> si (Acero Inox)	<b>Serpentín:</b> si (Acero Inox)
<b>Sensores:</b> 1 nivel <ul style="list-style-type: none"> <li>• LSL.03, nivel bajo.</li> </ul>		<b>Manhall:</b> Si Herramientas.- Llaves: 19mm

	<b>SISTEMA DE GESTION DE INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS</b>	<b>Código:</b>	F/6.3-01-01
		<b>Versión:</b>	03
	<b>PLANTA Y MANTENIMIENTO</b>	<b>Emitido en:</b>	02/10/2024
	<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA</b>	<b>Valido para:</b>	BPM/HACCP/FSSC 22000/RSPO
	<b>FICHAS TÉCNICAS DE AREA DE BLANQUEO</b>	<b>Página:</b>	Página 49 de 146

**TANQUE 635**

