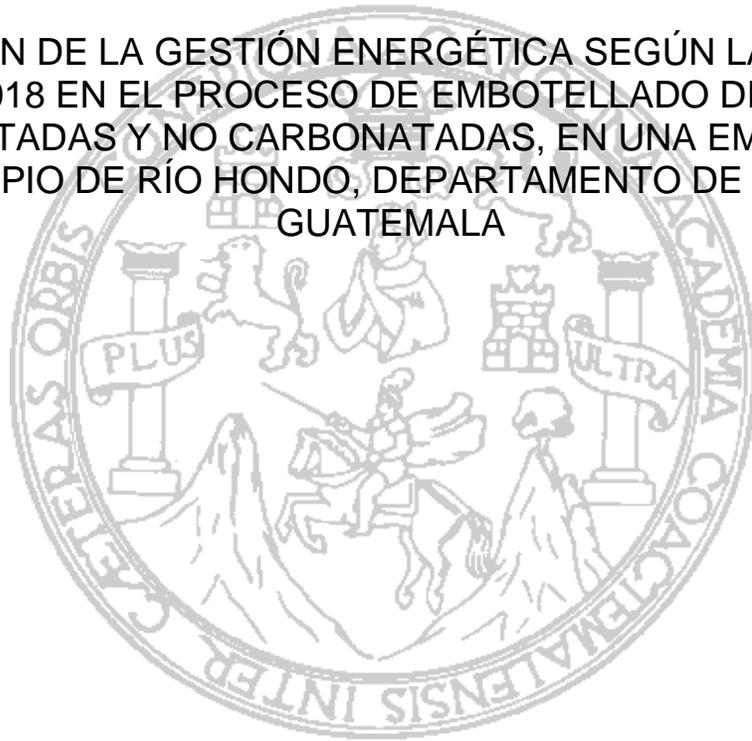


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA SEGÚN LA NORMA ISO
50,001:2018 EN EL PROCESO DE EMBOTELLADO DE BEBIDAS
CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS, EN UNA EMPRESA DEL
MUNICIPIO DE RÍO HONDO, DEPARTAMENTO DE ZACAPA,
GUATEMALA



KARLA NINETH ARTEAGA BARDALES

CHIQUMULA, GUATEMALA, MAYO 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA SEGÚN LA NORMA ISO
50,001:2018 EN EL PROCESO DE EMBOTELLADO DE BEBIDAS
CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS, EN UNA EMPRESA DEL
MUNICIPIO DE RÍO HONDO, DEPARTAMENTO DE ZACAPA,
GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

KARLA NINETH ARTEAGA BARDALES

Al conferírsele el título de

INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

En el grado académico de

LICENCIADA

CHIQUMULA, GUATEMALA, MAYO 2024

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**



**RECTOR
M.A. WALTER RAMIRO MAZARIEGOS BIOLIS**

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	Lic. Zoot. Merlin Wilfrido Osorio López
Representante de Profesores:	Mtro. Helmuth Cesar Catalán Juárez
Representante de Profesores:	Mtro. José Emerio Guevara Auxume
Representante de Graduados:	Ing. Agr. Henry Estuardo Velásquez Guzmán
Representante de Estudiantes:	A.T. Zoila Lucrecia Argueta Ramos
Secretaria:	Lcda. Yessica Azucena Oliva Monroy

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	Mtro. Carlos Leonel Cerna Ramírez
Coordinador de Carrera:	Mtro. José Ramiro García Álvarez

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente:	Mtro. Fredy Samuel Coronado López
Secretario:	Mtro. Víctor Augusto Sandoval Roque
Vocal:	Mtro. José Ramiro García Álvarez

TERNA EVALUADORA

Presidente:	Mtro. Fredy Samuel Coronado López
Secretario:	Mtro. Marlon Alcides Valdez Velásquez
Vocal:	Mtro. Hugo David Cordón y Cordón

Chiquimula, marzo de 2024

Señores

Consejo Directivo

Centro Universitario de Oriente -CUNORI-

Ciudad de Chiquimula

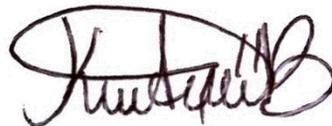
Honorables Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación titulado: EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA SEGÚN LA NORMA ISO 50,001:2018 EN EL PROCESO DE EMBOTELLADO DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS, EN UNA EMPRESA DEL MUNICIPIO DE RÍO HONDO, DEPARTAMENTO DE ZACAPA, GUATEMALA, como requisito previo a optar al título de Ingeniera en Gestión Ambiental Local, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente:

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Karla Nineth Arteaga Bardales
Estudiante Carrera de Gestión Ambiental Local
Carné 201743692



REF- JRGA-GAL-01-2024

Chiquimula, 28 de febrero de 2024

Lic. Merlin Wilfrido Osorio López
Director CUNORI
Chiquimula, Ciudad

Respetable licenciado Osorio:

En atención a la designación efectuada por el Programa de Trabajos de Graduación de la Carrera de Gestión Ambiental Local, para asesorar a la estudiante **KARLA NINETH ARTEAGA BARDALES**, en el trabajo de investigación denominado **“EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA SEGÚN LA NORMA ISO 50,001:2018 EN EL PROCESO DE EMBOTELLADO DE BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS, EN UNA EMPRESA DEL MUNICIPIO DE RÍO HONDO, DEPARTAMENTO DE ZACAPA, GUATEMALA”**, tengo el agrado de dirigirme a usted, para informarle que se ha procedido a asesorar y orientar a la sustentante, sobre el contenido de dicho trabajo.

En mi opinión, el trabajo presentado reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes; razón por la cual, recomendamos la aprobación del informe final para su discusión en el Examen General Público, previo a optar al título de Ingeniera en Gestión Ambiental Local, en el Grado Académico de Licenciada.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

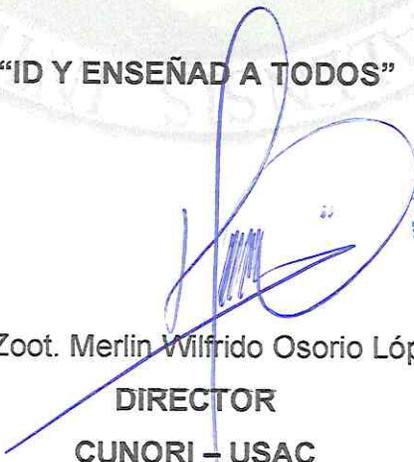
MSc. José Ramiro García Álvarez
Asesor Principal

D-TG-IGAL-095/2024

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó la estudiante **KARLA NINETH ARTEAGA BARDALES** titulado “**EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA SEGÚN LA NORMA ISO 50,001:2018 EN EL PROCESO DE EMBOTELLADO DE BEBIDAS CARBONATADAS, EN UNA EMPRESA DEL MUNICIPIO DE RÍO HONDO, DEPARTAMENTO DE ZACAPA, GUATEMALA**”, trabajo que cuenta con el aval de su Asesor, de la carrera de Gestión Ambiental Local. Por tanto, la Dirección del CUNORI, con base en las facultades que le otorgan las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria, **AUTORIZA** que el documento sea publicado como Trabajo de Graduación a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a dieciséis de abril de dos mil veinticuatro.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Lic. Zoot. Merlin Wilfrido Osorio López

**DIRECTOR
CUNORI – USAC**

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Le agradezco por haberme guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza y brindarme la sabiduría para cumplir mis metas.

A MIS PADRES

Mario Francisco Arteaga Tobar y Evanidia Bardales Tobar por su amor, oraciones, consejos, apoyo incondicional y el esfuerzo para darme la oportunidad de ser profesional.

A MI HERMANA

Maria Judith por su amor y apoyo incondicional.

A MI NOVIO

Por su amor, comprensión y apoyo incondicional.

A MI FAMILIA

Por estar siempre a mi lado y brindarme apoyo para culminar cada meta propuesta y a los que ya no están entre nosotros, también gracias.

A MIS AMIGOS

Por su cariño y las experiencias vividas que nunca saldrán de mi mente.

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

**AL CENTRO UNIVERSITARIO DE
ORIENTE -CUNORI-**

Por abrirme las puertas para ser mi casa de estudios y haberme brindado las herramientas necesarias para mi formación profesional.

**A LA CARRERA DE INGENIERÍA EN
GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL**

Por la formación académica en el campo de la gestión ambiental local.

A MIS CATEDRÁTICOS

Por los conocimientos, experiencias compartidas y las facilidades para mi formación profesional.

A MI ASESOR

Mtro. José Ramiro García Álvarez, por su apoyo, asesoría y la motivación para el cierre de esta etapa, mi más sincero agradecimiento.

A TODOS LOS PRESENTES

Por demostrarme cariño, gracias por acompañarme en este día.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
1 INTRODUCCIÓN	1
2 ANTECEDENTES	3
3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
4 JUSTIFICACIÓN	6
5 OBJETIVOS	8
5.1 Objetivo general	8
5.2 Objetivos específicos	8
6 MARCO TEÓRICO	9
6.1 Energía	9
6.1.1 Energía renovable	9
6.1.2 Energías no renovables	9
6.1.3 Energía eléctrica	9
6.1.4 Energía térmica	9
6.2 Eficiencia energética	10
6.2.1 Importancia de la eficiencia energética	10
6.2.2 Política energética 2019-2050	11
6.3 Norma ISO	12
6.3.1 Norma ISO 50001 Sistemas de gestión de la energía	12
6.3.2 Situación actual de la norma ISO 50001	13
6.3.3 Gestión energética	14
6.3.4 Sistema de Gestión de Energía (SGEn)	14
6.3.5 Metodología de la norma ISO 50001	15
6.3.6 Política energética	16
6.3.7 Revisión energética	16
6.3.8 Línea de base energética LBEn	17

6.3.9	Indicadores de desempeño energético (IDE)	17
6.3.10	Beneficios de certificarse bajo la norma ISO 50001	17
6.4	Efecto invernadero	18
6.4.1	Gases de efecto invernadero (GEI)	18
6.4.2	Dióxido de carbono (CO ₂)	19
6.4.3	Metodología del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC)	19
6.5	Bebidas	19
6.5.1	Bebidas carbonatadas	20
6.6	Proceso productivo	20
6.6.1	Extracción de agua	20
6.6.2	Tratamiento de agua	20
6.6.3	Preparación de jarabe	20
6.6.4	Mezcla final y carbonatación	21
6.6.5	Recopilación de botellas sucias (vidrio)	21
6.6.6	Lavado de botellas de vidrio	21
6.6.7	Producción de botellas de PET	21
6.6.8	Llenado de botellas (vidrio y PET)	21
6.6.9	Control de calidad	22
6.6.10	Empacado de botellas llenas (vidrio y PET)	22
6.6.11	Almacenamiento de producto terminado	22
6.6.12	Despacho y distribución de producto	22
7	MARCO REFERENCIAL	23
7.1	Ubicación del área de estudio	23
7.2	Descripción del área de estudio	23
7.3	Características administrativas del área de estudio	26
7.3.1	Infraestructura	26
7.3.2	Recurso humano	27
7.3.3	Servicios básicos	28
7.3.4	Recursos naturales	28
7.4	Certificaciones de la empresa	30
7.5	Características biofísicas	32

7.5.1 Zonas de vida	32
7.5.2 Clima	33
7.5.3 Uso de la tierra	33
7.6 Características socioeconómicas generales	34
7.6.1 Población	34
7.6.2 Índice de Desarrollo Humano	34
7.6.3 Pobreza	34
7.7 Investigaciones relacionadas con el tema	34
7.7.1 Investigaciones nacionales	34
7.7.2 Investigaciones internacionales	35
8 MARCO METODOLÓGICO	37
8.1 Área de estudio	37
8.2 Descripción de la metodología	37
8.3 Determinación del uso y consumo de energía	37
8.3.1 Revisión de la energía utilizada por la empresa	37
8.4 Verificar el cumplimiento de la Norma ISO 50001:2018	39
8.5 Estimar las emisiones de dióxido de carbono (CO ₂) como gas de efecto invernadero	40
8.6 Análisis de la información	42
9 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
9.1 Determinación del uso y consumo de energía	43
9.2 Verificar el cumplimiento de la Norma ISO 50,001:2018	50
9.3 Estimar las emisiones de dióxido de carbono (CO ₂) como gas de efecto invernadero	53
10 CONCLUSIONES	60
11 RECOMENDACIONES	62
12 REFERENCIAS	63
13 APÉNDICE	72
14 ANEXOS	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Descripción	Página
1	Áreas de manufactura de la empresa embotelladora de bebidas carbonatadas y no carbonatadas	26
2	Áreas administrativas de la empresa embotelladora de bebidas carbonatadas y no carbonatadas	27
3	Áreas de comercialización de la empresa embotelladora de bebidas	27
4	Listado de vegetación en el área de la empresa embotelladora	29
5	Listado de especies animales en el área de la empresa embotelladora	30
6	Criterios y ponderación para priorizar oportunidades de mejora	39
7	Factores de emisión	41
8	Registro semanal promedio de energéticos totales utilizados en el proceso productivo	43
9	Tipos y usos de energía identificados en el proceso de embotellado de bebidas carbonatadas y no carbonatadas	45
10	Consumo de energía eléctrica por circuitos en el proceso de embotellado	46
11	Usos significativos de energía identificados por circuito	48
12	Oportunidades de mejora para el desempeño energético dentro del proceso productivo	49
13	Priorización de oportunidades de mejora para el desempeño energético dentro del proceso productivo	50
14	Cumplimiento de la Norma ISO 50,001:2018; en el proceso de embotellado	51
15	Consumo de Gas Licuado de Petróleo GLP y emisiones de CO ₂ equivalente en el proceso productivo	54
16	Consumo de combustóleo/bunker y emisiones de CO ₂ equivalente en el proceso productivo	55
17	Consumo de combustible diésel y emisiones de CO ₂ equivalente en el proceso productivo	57
18	Consumo de energía eléctrica y emisiones de CO ₂ equivalente en el proceso productivo	58
19	Resumen de emisiones de CO ₂ equivalente por uso de combustibles y energía eléctrica durante 2021 y 2022.	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
1	Evaluación de los certificados ISO 50,001 en los últimos 11 años	13
2	Ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar)	16
3	Mapa del área de influencia de la empresa embotelladora de bebidas carbonatadas y no carbonatadas	24
4	Mapa de macro y micro localización de la unidad de intervención de la empresa embotelladora de bebidas carbonatadas y no carbonatadas	25
5	Mapa de zonas de vida del municipio de Río Hondo, Zacapa	32
6	Mapa de intensidad de uso del suelo de Río Hondo, Zacapa	33
7	Consumos energéticos por tipo de fuente utilizada en el proceso productivo	44
8	Distribución de energía eléctrica por circuitos	46
9	Diagrama de Pareto de usos de energía eléctrica en el proceso productivo por circuitos	47
10	Porcentaje de cumplimiento de la Norma ISO 50,001:2018; en el proceso de embotellado	51
11	Emisiones de CO ₂ equivalente por consumo de GLP	54
12	Emisiones de CO ₂ equivalente por consumo de combustóleo/bunker	56
13	Emisiones de CO ₂ equivalente por consumo de combustible diésel	57
14	Emisiones de CO ₂ equivalente por consumo de energía eléctrica	58

RESUMEN

La embotelladora es una empresa dedicada a la fabricación de bebidas carbonatadas las cuales son envasadas en diferentes presentaciones de envases de vidrio y Polyethylene terephthalate -PET-, bajo las marcas registradas de la compañía internacional; así como el tratamiento y embotellamiento de agua y la distribución de bebidas no carbonatadas, (estas últimas se distribuyen, sin embargo, no son producidas directamente en la planta).

El presente estudio aborda la gestión energética en el proceso de embotellado de bebidas, enfocándose en la planificación, ajuste y control del uso y consumo de energía, así como en la implementación de políticas, estrategias y cambios organizacionales para optimizar el rendimiento energético. Se identifica el impacto significativo de este proceso en los recursos naturales debido al uso desmesurado de maquinaria, el requerimiento excesivo de industrialización y el traslado de productos, lo que resulta en la generación de gases de efecto invernadero y altos costos económicos.

Para abordar esta problemática, se evaluó la gestión energética conforme a la Norma ISO 50,001:2018. Se aplicó una metodología basada en esta norma para desarrollar una revisión energética, identificando áreas de alto consumo energético y oportunidades de mejora. Además, se estimaron las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) asociadas al proceso de embotellado de bebidas conforme a la metodología del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC).

Los resultados del estudio demostraron que el mayor consumo energético se concentra en el proceso de soplado, lo que sugiere oportunidades de mejora con el potencial de generar ahorros significativos de energía. Asimismo, se determinó que el cumplimiento de la Norma ISO 50001:2018 en el proceso productivo es del 46.34%, y se logró una reducción de 1,069 toneladas de CO₂ equivalente entre los años 2021 y 2022.

Se destaca la mejora continua de la empresa embotelladora, que ha obtenido varias certificaciones ISO en años anteriores y ahora busca la certificación ISO 50,001 para mejorar su desempeño energético y por ende reducir su impacto ambiental.

En resumen, este estudio proporciona una evaluación detallada de la gestión energética en el proceso de embotellado de bebidas, identificando áreas de oportunidad para mejorar la gestión energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, con el objetivo de contribuir a la mitigación del cambio climático y promover la sostenibilidad ambiental en la industria alimentaria.

1 INTRODUCCIÓN

La gestión energética involucra la planificación, ajuste, control del uso y consumo de la energía, además temas de estrategia, políticas, cambios organizacionales, auditorias, medidas de mejora, acciones administrativas, capacitación y sensibilización, así mismo, tiene como fin maximizar la productividad, minimizando costos y emisiones de gases a través del uso consciente, juicioso y efectivo de la energía.

En el proceso de embotellado de bebidas carbonatadas y no carbonatadas que se realiza en la empresa se ha impactado significativamente a los recursos naturales, por el uso desmedido de maquinaria y equipo, el requerimiento excesivo de industrialización por la demanda de producción de bebidas, el traslado de producto terminado para almacenamiento, el uso de transporte para la distribución, el uso de combustibles fósiles y por ende generación de gases de efecto invernadero contribuyendo con el calentamiento global; los diversos eslabones de la cadena de producción demandan energía para su operativización.

Por lo que fue necesario evaluar la gestión en el uso de la energía para el proceso de embotellado de bebidas, lo que permitió generar información para establecer e implementar un sistema de gestión de energética con base a la Norma ISO 50,001:2018, el cual pretende reducir y controlar el consumo de energía, reducir costos y minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero, que contribuyen a mitigar el cambio climático, certificar la empresa y gestionar los impactos ambientales derivados del proceso de producción.

Además, se analizó y verificó el cumplimiento de los lineamientos generales de la norma enfocados en la mejora de la gestión energética y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero; así mismo, se estimaron las emisiones de dióxido de carbono (CO₂ equivalente) producido por el uso y consumo de energía en el proceso de embotellado de bebidas carbonatadas y no carbonatadas.

Para la ejecución del estudio se utilizó la metodología establecida en el estándar ISO 50,001:2018 específicamente los requerimientos para el desarrollo de una revisión energética establecidos en la guía de implementación e interpretación del estándar.

A través de un análisis cuantitativo y metodológico, lo cual permitió comparar consumos y usos de energía, identificar las áreas de uso significativo de energía y las oportunidades para mejorar el desempeño energético. Así mismo, para la estimación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) producto del uso y consumo de energía en el proceso de embotellado de bebidas carbonatadas, se utilizó la metodología del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC).

Con la investigación se logró determinar que para el proceso productivo se utiliza energía eléctrica en 13 circuitos, de los cuales cinco son los de mayor consumo; tomando en cuenta que el mayor consumidor es soplado (soplado y etiquetado de la botella de PET), lo que generó oportunidades de mejora que al implementar pueden generar un ahorro de 1,199,371 kW/h.

Además, se determinó que el cumplimiento de la Norma ISO 50,001:2018 (Sistemas de gestión de la energía) en proceso productivo es del 46.34% y que las emisiones de dióxido de carbono equivalente se han reducido en 1069 T CO₂ e de 2021 a 2022.

2 ANTECEDENTES

ISO 50,001 es una norma internacional que permite a las organizaciones o empresas del sector público o privado establecer e implementar sistemas y procesos que son necesarios para el mejoramiento continuo del rendimiento de energía, anudado a ello la eficiencia energética, el uso y consumo de energía; así mismo se especifican los requisitos del Sistema de Gestión de Energía (SGEN); su implementación y desarrollo incluye establecer y alcanzar una política energética, objetivos, metas y planes de acción de energía; para tomar las acciones necesarias que mejoren su rendimiento energético (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2018c).

A nivel mundial, la demanda de certificaciones con ISO 50,001 ha aumentado porque las organizaciones han tenido más interés al conocer los beneficios que aporta, el compromiso activo en la conservación del medio ambiente y por ende el cumplimiento legal; según los datos obtenidos de la encuesta mundial anual de la Organización Internacional de Normalización (ISO), muestra que para el año 2021 existen 21,907 certificados válidos de ISO 50,001:2011 y 2018 (ISO, 2018d).

Según los datos de las encuestas mundiales realizadas en años anteriores por ISO, en Guatemala se certificó una empresa por año de 2013 al 2016 con ISO 50,001:2011; mientras que del año 2018 al 2021 se certificó una empresa por año respectivamente, pero con las actualizaciones establecidas en ISO 50,001:2018 (ISO,2021) (ISO, (ISO, 2022a) (ISO, 2022b) (ISO, 2022c).

La empresa embotelladora de bebidas ha mejorado sus procesos implementando de los estándares de ISO, obteniendo su primera certificación en el año 2015 de FSSC 22000 V4 ISO 22000:2005 + 9001:2008; con el tiempo ha seguido sus procesos de certificación de tres normas, ISO 14001:2015, 45001:2018 y 9001:2015 y sus respectivas recertificaciones; lo que ha permitido tener una mejora continua en los distintos ámbitos de calidad, seguridad industrial y ambiente; anudado a ello la embotelladora tiene como objetivo obtener la certificación de ISO 50001:2018 (Alimentos y Bebidas Atlántida S.A. [ABASA], 2015).

3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el mundo la contaminación ambiental es una de las preocupaciones más importantes y los efectos que se están produciendo, especialmente el cambio climático; existe una vinculación entre el uso de la energía y el cambio climático debido a que en el sector industrial el consumo de energía cada vez aumenta y por ende sus efectos, esto ha sido una de las causas que posiciona a Guatemala en el segundo lugar a nivel regional en el índice de vulnerabilidad al cambio climático para la región de América Latina y el Caribe con categoría de riesgo extremo.

Actualmente en la industria alimentaria uno de los problemas que surgen tanto a nivel nacional como internacional, es el impacto ambiental que generan las empresas industriales de manufactura en la ejecución de sus procesos de producción además de la cantidad considerable de energía que requieren para los mismos.

La energía es uno de los recursos básicos y más utilizados, existen dos métodos de producirla, por medio de fuentes renovables y no renovables; porque las fuentes no renovables suelen producir gases de efecto invernadero, que impactan significativamente al cambio climático; los sectores más demandantes de recursos energéticos son el residencial, transporte e industria, pero en Guatemala aún no se tiene una regulación de gestión de eficiencia energética; por lo que actualmente se regulan con una política y planes de gestión energética.

Según el Ministerio de Energía y Minas (MEM, 2017), el consumo energético en Guatemala ha aumentado de manera constante en los últimos seis años, en 2005 fue de 338,913.54 TJ, y en 2016 el consumo fue de 481,862.72 TJ, indica que las necesidades energéticas del país han crecido 142,949.18 TJ, a un crecimiento promedio de 3.23% anualmente.

En el país, los procesos industriales generalmente no aplican políticas, ni estrategias para garantizar la eficiencia de la gestión energética, debido a que solo se enfocan en la

aplicación de tácticas para poder enmendar las deficiencias operativas, la aplicación de la calidad enfocada a los clientes, estrategias que permiten la mejora continua, mas no en la aplicación de sistemas de gestión que desaprovechen los recursos energéticos y económicos.

En los procesos de la cadena de suministros que se realiza en la empresa embotelladora de bebidas objeto de estudio, se ha impactado significativamente a los recursos naturales, debido a la utilización de combustibles fósiles para satisfacer la demanda requerida de energía, lo que ha provocado generación de gases de efecto invernadero contribuyendo así con el calentamiento global; además, se tiene un elevado costo económico para satisfacer la misma.

En dicha empresa embotelladora el indicador de uso de energía se encuentra muy por debajo de la meta establecida, además en los últimos dos años el indicador de uso de energía ha disminuido en un 0.20; por el uso desmedido de maquinaria y equipo, el requerimiento excesivo de industrialización por la demanda de producción de bebidas, la utilización de equipos convencionales de iluminación, sistemas de climatización, existencia de sistema eléctrico antiguo u obsoleto; y, el traslado de materia prima para el procesamiento y de producto terminado hacia bodegas de almacenamiento.

Este estudio permitió evaluar la gestión del uso de la energía en el proceso de embotellado de bebidas, para mejorar la gestión energética basada en los lineamientos de la norma ISO 50001:2018, que permita a la empresa el cumplimiento de su desempeño energético y de los indicadores de uso de energía.

4 JUSTIFICACIÓN

El crecimiento de la sociedad, los procesos productivos y la industria de un país ha afectado directamente la demanda de energía; Con estas actividades aumentando día a día, las organizaciones se enfrentan a impactos ambientales, agotamiento de fuentes de energía no renovables, inestabilidad del suministro de energía y aumento de los costos de la energía.

El cambio climático causado indirectamente por el consumo energético es uno de los problemas ambientales más graves al que se enfrenta el mundo en la actualidad, ocasionando impactos negativos en la alimentación, transporte, salud y demás actividades económicas que ponen en riesgo el medio ambiente y condiciones de vida del ser humano. Así mismo, la energía es el factor que contribuye principalmente al cambio climático, debido a que representa el 60% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero.

La gestión energética involucra la planificación, ajuste, control del uso y consumo de la energía, además temas de estrategia, políticas, cambios organizacionales, auditorías, medidas de mejora, acciones administrativas, capacitación y sensibilización, así mismo, tiene como fin maximizar la productividad, minimizando costos y emisiones de gases a través del uso consciente, juicioso y efectivo de la energía.

Los sistemas de gestión energética contribuyen a manejar mejor la energía que consumen las organizaciones y mejora la productividad, implementando una política de eficiencia energética con metas alcanzables para usar la energía, diseñar planes de acción para alcanzarlos y medir el progreso; mediante la implementación de tecnologías para la eficiencia energética, reducir desperdicios o mejorar los procesos para minimizar costos.

Así mismo, los sistemas de gestión de la energía basados en el estándar ISO 50,001:2018 apoyan a los tres pilares del desarrollo sostenible; económico, buscando

mejorar la competitividad de las empresas al contar con procesos homologados para la ejecución y evaluación de proyectos de energía y ahorro; social, debido a que la norma promueve la participación de la sociedad que interviene con el desempeño energético, busca exhortar el consumo responsable de los recursos energéticos; y ambiental; debido a que ayuda en la cuantificación y la reducción de los consumos de energía y por ende las emisiones de gases de efecto invernadero al implementar mejores prácticas energéticas y la innovación como herramientas sistemáticas.

La implementación de la norma ISO 50001:2018 en las empresas ha permitido incrementar la eficiencia energética en un 38% respecto a las que no lo han ejecutado, además el 95% de los usuarios de este estándar han indicado que les permitió identificar las actividades con alto consumo energético, el 89% de las organizaciones certificadas muestran alto grado de satisfacción con los resultados obtenidos; así mismo han reducido y controlado el consumo y coste asociado al uso de energía en un 77% optimizando procesos, han reducido las emisiones de gases de efecto invernadero adquiriendo un compromiso con la sostenibilidad y el calentamiento global. Competentemente, los resultados mencionados son aptos para replicarse en cualquier industria embotelladora de bebidas (Laire et al., 2017).

Evaluar la gestión en el uso de la energía para el proceso de embotellado de bebidas en una empresa sujeta a estudio, permitió generar información para establecer e implementar un Sistema de Gestión de Energía con base a la Norma ISO 50001:2018, que reducen y controlan los consumos de energía, reducen costos y minimiza las emisiones de gases de efecto invernadero, que mitigan el cambio climático, certifican la empresa y gestionarán los impactos ambientales derivados de la producción.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Evaluar la gestión energética en el proceso de embotellado de bebidas carbonatadas y no carbonatadas, que contribuya el cumplimiento de las obligaciones ambientales según la Norma ISO 50,001:2018 y la mejora de gestión energética de la empresa.

5.2 Objetivos específicos

- Determinar el uso y consumo de la energía en el proceso de embotellado de bebidas carbonatadas y no carbonatadas, para la implementación de mejoras de gestión energética.
- Verificar el cumplimiento de los lineamientos de la Norma ISO 50,001:2018, para la implementación del sistema de gestión energética en el proceso de embotellado de bebidas carbonatadas y no carbonatadas.
- Estimar las emisiones de dióxido de carbono (CO₂ equivalente) producto del uso y consumo de energía en el proceso de embotellado de bebidas carbonatadas y no carbonatadas.

6 MARCO TEÓRICO

6.1 Energía

Desde la antigüedad el hombre siempre necesito utilizar energías para su subsistencia y desarrollo, por lo que las ha ido encontrando y aplicando en función de sus necesidades y conocimientos. La energía se define como la que tiene capacidad un objeto o grupo de ellos para realizar un determinado trabajo (Roldán Viloria, 2008).

Existen de distintos tipos como; mecánicas, físicas, químicas o eléctricas; y se dispone de diferentes formas; en la mecánica se puede manifestar en: energía cinética y energía potencial y así para cada uno de sus tipos (Vega de Kuyper y Ramírez Morales, 2014).

6.1.1 Energía renovable

Son fuentes de energía inagotables o que puedan ser repuestas a corto o mediano plazo, espontáneamente o intervención del ser humano. Están extendidas en todo el mundo y representan una parte considerable de la producción mundial de energía (Lemus Aguilar et al., 2021).

6.1.2 Energías no renovables

Son las que cubren la mayor parte de la demanda energética en el mundo, son las más avanzadas en cuanto a tecnología de extracción o producción, sin embargo, causan un gran impacto medioambiental (Lemus Aguilar et al., 2021).

6.1.3 Energía eléctrica

Es el movimiento de los electrones que permiten formar una corriente eléctrica, las partículas se desplazan a través de un conductor por la fuerza ejercida sobre las mismas por medio de un campo eléctrico ((Vega de Kuyper y Ramírez Morales, 2014, p. 06).

6.1.4 Energía térmica

Es una fuerza que se libera en forma de calor, se obtiene de la naturaleza y también del Sol mediante una reacción exotérmica como la combustión de combustible, fusión

nuclear o reacciones de fisión, a través de energía eléctrica debido al llamado Joule efecto o a través de este último como residuo de otros procesos químicos o mecánicos. La obtención implica un impacto ambiental debido a que en la combustión se libera dióxido de carbono (comúnmente llamado CO₂ y emisiones contaminantes de distinta índole) (Espinosa Nava, 2017).

6.2 Eficiencia energética

Relaciona los conceptos de eficiencia y energía, puede aplicarse tanto a consumos de energía como a procesos productivos, empresas e instituciones, cadenas de valor, sectores económicos; implica la utilización de la energía de la manera más coste-eficiente para ejecutar un proceso o proveer un servicio, minimizando las pérdidas de energía y el consumo de energía y otras materias primas (Fernández Gómez, 2021).

Se trata de un conjunto de medidas destinadas a mejorar la eficiencia en la relación entre el consumo energético y los resultados finales en productos y servicios. Por consiguiente, la eficiencia energética implica la maximización de la productividad con una menor cantidad de energía utilizada (Hidalgo et al., 2018).

6.2.1 Importancia de la eficiencia energética

La eficiencia energética sigue siendo la opción de menor costo para cumplir los compromisos nacionales referidos al cambio climático, por esta razón, se ha denominado el primer combustible, es decir el recurso que debe ser utilizado antes de cualquier otra alternativa (Banco Mundial, 2017).

Además de la disminución de las emisiones, la eficiencia energética también conlleva otros aspectos positivos para el progreso, tales como una seguridad energética reforzada, una reducción de la carga financiera tanto para los presupuestos nacionales como para los hogares, una mayor fiabilidad en los sistemas de energía eléctrica, una mejora de la competitividad y una optimización de las operaciones en sectores cruciales (Banco Mundial, 2017).

6.2.2 Política energética 2019-2050

Es un instrumento de carácter público, elaborado por el Ministerio de Energía y Minas (MEM) y aprobado bajo el Acuerdo Gubernativo 80-2013, con el objetivo de contribuir al desarrollo energético sostenible de Guatemala tomando en cuenta la equidad social, sin olvidar el respeto al medio ambiente (MEM, 2017).

Está armonizada con convenios internacionales vinculados con el sector energético, la normativa ambiental y la protección de derechos sociales y económicos ratificados por el Estado de Guatemala. En consecuencia, estos instrumentos crean el marco político internacional que contribuye a identificar y orientar la implementación de las líneas estratégicas de acción (MEM, s. f.).

La base legal de esta política se encuentra en la Constitución Política de la República de Guatemala, la cual establece la obligación del Estado de promover el desarrollo social, económico y tecnológico con el fin de prevenir la contaminación ambiental y mantener el equilibrio ecológico. Además, este acuerdo respalda la explotación técnica y racional de los hidrocarburos, minerales y otros recursos no renovables que sean considerados útiles y necesarios para la sociedad. En este sentido, se establece la creación y promoción de condiciones adecuadas para la exploración, explotación y comercialización de estos recursos (MEM, s. f.).

De igual manera, de acuerdo con el artículo 34 de la ley del Organismo Ejecutivo, se asigna al Ministerio de Energía y Minas (MEM) la responsabilidad de investigar y promover la adopción de fuentes de energía nuevas y renovables, así como de fomentar el uso eficiente y el avance del sector energético en sus diversas formas y categorías (MEM, s. f.). Adicionalmente, la política se fundamenta en las siguientes leyes y decretos:

- Hidrocarburos: Ley de Hidrocarburos (Decreto 109-83), Ley de Comercialización de Hidrocarburos (Decreto 109-97), Reglamento de la Ley de Comercialización de Hidrocarburos, acuerdo gubernativo 522-99.

- Energía: Ley General de Electricidad (Decreto 93-96), Reglamento de la Ley General de Electricidad, Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista.
- Desarrollo sostenible: Ley de Áreas protegidas (Decreto 4-89), Reglamento de Estudios de Impacto Ambiental Código Municipal (Decreto 12-2002), Ley de Fondo de Desarrollo Económico de la Nación (Decreto 71-2008), Ley de consejos de Desarrollo Urbano y Rural (Decreto 11-2002).

Así mismo, esta política vela adicionalmente por la elaboración, actualización y ejecución de los planes e instrumentos políticos que surgen como mandatos dentro del sector energético, a partir de ello se generaron los siguientes planes:

- Plan Nacional de Energía 2017-2032
- Plan de Expansión del Sistema de Generación y Transporte 2018-2032
- Plan Nacional de Eficiencia Energética 2019-2032

6.3 Norma ISO

La Organización Internacional de Normalización (ISO) es una entidad global compuesta por organismos nacionales de normalización que desarrollan estándares para la gestión de diversos aspectos dentro de una organización. Estas normas ofrecen ventajas a las organizaciones en términos de calidad, eficiencia económica, ahorro de costos, entre otros beneficios. En el ámbito de la gestión energética, se emplean las normas ISO 50,001 y 50,002 (Colindres Orellana, 2019).

6.3.1 Norma ISO 50001 Sistemas de gestión de la energía

Esta normativa define los criterios necesarios para la implementación de un Sistema de Gestión de Energía (SGEN) en una entidad con el propósito de mejorar su rendimiento energético, optimizar la eficiencia en el uso de la energía y mitigar los efectos ambientales adversos. Además, busca potenciar la competitividad de la organización en los mercados en los que opera, sin comprometer su productividad (Laire et al., 2018).

El logro exitoso de la implementación de un Sistema de Gestión de Energía (SGEN) respalda la mejora de la eficiencia energética, lo cual requiere un compromiso por parte de todos los niveles de la organización. Este enfoque es aplicable a diversas formas de energía utilizadas dentro de la entidad, facilitando la utilización óptima de los recursos energéticos. Además, conduce a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y otros impactos ambientales, así como a la reducción de costos (Colindres Orellana, 2019).

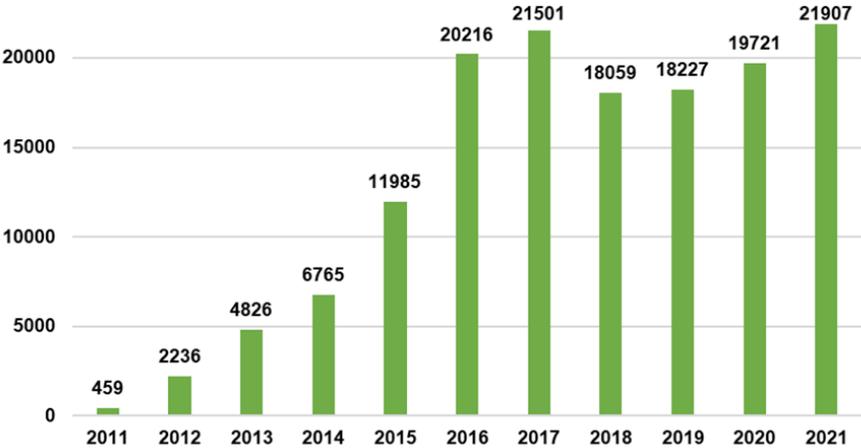
6.3.2 Situación actual de la norma ISO 50001

Anualmente, ISO lleva a cabo una encuesta a nivel mundial para recopilar datos sobre el número de certificaciones activas conforme a sus estándares de sistemas de gestión. Este proceso implica la comunicación con los organismos de certificación principales, reconocidos por el Foro Internacional de Acreditación (IAF) en cada país, solicitando el recuento de certificados válidos (Lemus Aguilar et al., 2021).

El resultado ofrece la visión más completa disponible hasta la fecha sobre certificaciones según los estándares ISO, pese a las fluctuaciones en el número de certificados participantes (nuevas incorporaciones u organismos que participan un año y no el siguiente) y el número de certificados reportados (Lemus Aguilar et al., 2021).

Figura 1

Evaluación de los certificados ISO 50001 en los últimos 11 años



Nota: adaptado de ISO (2022d)

En cuanto a los certificados de sistemas de gestión energética basados en la ISO 50001, se reportaron 21,907 certificados válidos hasta el 31 de diciembre de 2021. Para el 2018 se ve reflejada una baja debido a que el número total de certificados fue menor que en 2017; las razones de la disminución están relacionadas con la participación dado que algunos organismos de certificación que son importantes no participaron, algunos proveedores de datos ajustaron la forma en que informan la cantidad de sectores cubiertos, entre otros (ISO, 2019).

6.3.3 Gestión energética

Se define como la ciencia que involucra la planificación, ajuste y control del uso y consumo de la energía, y busca maximizar productividad y confort, minimizando costos y emisiones mediante uso consciente, juicioso y efectivo de la energía (Laire et al., 2018).

La gestión energética involucra temas de estrategia, política, cambios organizacionales, auditorías energéticas, medidas de mejora energética, acciones administrativas, programas de capacitación y sensibilización, monitoreo de medidas implementadas, entre otros (Laire et al., 2018).

6.3.4 Sistema de Gestión de Energía (SGEN)

Se refiere a un conjunto de componentes que se relacionan o interactúan entre sí para definir una política y objetivos en materia energética, así como los métodos y pasos necesarios para lograr dichos objetivos (Laire et al., 2017).

Son guías administrativas para orientar las decisiones en cuanto a la aplicación de nuevos proyectos de eficiencia energética, consisten en el desarrollo de cuatro pasos: planificación, estudio de posibles acciones, evaluación de las acciones y ejecución de las acciones (MEM, 2017).

El sistema incluye una política energética, objetivos, metas y planes de acción de energía relacionados con la eficiencia energética, el uso de energía y el consumo de energía, y que cumplan los requisitos legales aplicables y otros requisitos; además permite a la

organización establecer y alcanzar objetivos y metas de energía, para tomar las acciones necesarias para mejorar su rendimiento energético (ISO, 2018a).

6.3.5 Metodología de la norma ISO 50001

La norma ISO 50001 facilita a las empresas, independientemente de su actividad o tamaño, una herramienta que permite la reducción de los consumos de energía, los costos financieros asociados y las emisiones de gases en el medio ambiente, reducción notable del impacto ambiental; esta metodología permite la integración con otros sistemas de gestión como el de calidad, medioambiente, inocuidad de los alimentos, de seguridad y salud laboral, entre otros; además se aplica a través del ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) planificar, hacer, verificar, actuar (Lemus Aguilar et al., 2021).

- **Planificar:** entender el contexto de la organización establecer una política de energía y un equipo de gestión de energía, considerar las acciones para abordar los riesgos y oportunidades, llevar a cabo una revisión de la energía, identificar los usos significativos de energía y establecer indicadores de rendimiento energético, la línea base de energía, objetivos y metas de energía, y planes de acción necesarios para conseguir resultados que mejoren la eficiencia energética (Lemus Aguilar et al., 2021).
- **Hacer:** implementar planes de acción, los controles operacionales y de mantenimiento, la comunicación, y asegurar la competencia teniendo en cuenta el rendimiento energético en el diseño y las adquisiciones (Lemus Aguilar et al., 2021).
- **Verificar:** monitorear, analizar, evaluar, auditar y realizar una revisión de gestión de la eficiencia energética (Lemus Aguilar et al., 2021).
- **Actuar:** tomar acciones ante las no conformidades y mejorar continuamente el rendimiento energético (Lemus Aguilar et al., 2021).

Figura 2

Ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar)



Nota: adaptado de ISO (2018a)

6.3.6 Política energética

Este documento constituye la principal herramienta mediante la cual la organización formaliza su compromiso y respaldo a la gestión de la energía. Debe ser una declaración clara y comprensible para todos los miembros de la organización, facilitando su implementación en las actividades laborales. Además, debe garantizar la disponibilidad de la información y los recursos necesarios para alcanzar los objetivos y metas establecidos, así como comprometerse con el cumplimiento de los requisitos legales y otros criterios relacionados con el uso y la eficiencia energética que la organización haya adoptado (Laire et al., 2018).

6.3.7 Revisión energética

Se trata de un procedimiento destinado a identificar los diferentes usos y consumos de energía, así como evaluar sus niveles de eficiencia correspondientes. Esta fase se reconoce como una de las más críticas en el proceso de implementación y mantenimiento de un Sistema de Gestión de Energía (SGEN); se recomienda su actualización periódica,

típicamente anualmente, o en situaciones en las que la organización experimente cambios significativos que afecten el uso y consumo de energía (Laire et al., 2018).

6.3.8 Línea de base energética LBEn

Se trata del punto de referencia utilizado para medir el rendimiento energético de la organización, definido como el comportamiento de los indicadores energéticos durante un período específico. Su establecimiento se basa en datos obtenidos durante la primera revisión energética y puede calcularse mediante diversos métodos. Además, se recomienda su actualización en casos excepcionales o según un cronograma predeterminado (Laire et al., 2018).

6.3.9 Indicadores de desempeño energético (IDEn)

Se emplean para evaluar el rendimiento energético de la organización. Al comparar el comportamiento de un indicador antes y después de la implementación del SGEN, se determina si las medidas adoptadas están generando los efectos esperados para mejorar el rendimiento energético. Estos indicadores se definen a partir de los resultados de la revisión energética, lo que permite su seguimiento durante la fase de verificación (Laire et al., 2018).

6.3.10 Beneficios de certificarse bajo la norma ISO 50001

- Reducción y control del consumo y el costo asociado al uso de energía en la organización, mediante la optimización de procesos y rendimiento, con una reducción estimada de hasta un 77%, según casos de éxito.
- Disminución de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), demostrando un compromiso con la sostenibilidad y el Cambio Climático, lo que conlleva un aumento en el cumplimiento regulatorio e industrial.
- Mejora de la imagen pública de la empresa (ante clientes, proveedores, accionistas y opinión pública) y su acceso al mercado al contar con el certificado ISO 50001, alineándose con otras normas internacionales. Además, se reduce el riesgo comercial hasta en un 46%.

- Posibilidad de integrar buenas prácticas que conducen a una mayor eficiencia en todos los aspectos y ámbitos de trabajo.
- Consideración de beneficios adicionales para los consumidores de productos generados por empresas certificadas bajo esta norma (SGS Academy, 2018).
- Permite integrar buenas prácticas que resulten en una forma de trabajo más eficiente en todos los ámbitos y sentidos.
- Además, se deben considerar beneficios o ventajas que aportaría a los clientes consumidores de los productos generados por las empresas certificadas bajo esta norma (SGS Academy, 2018).

6.4 Efecto invernadero

Es un fenómeno que se compara con la captura térmica que produce un invernadero, los gases en la atmósfera actúan como un cristal que retiene parte de la energía solar que debería de salir; este fenómeno suele dividirse en dos:

- Efecto invernadero natural: ocurre por acciones de la naturaleza.
- Efecto invernadero antropogénico: es provocado por las actividades del hombre, en la utilización de agentes fósiles (Trespacios et al., 2018).

6.4.1 Gases de efecto invernadero (GEI)

Son compuestos químicos en forma gaseosa presentes en la atmósfera terrestre. Tienen la capacidad de absorber la radiación infrarroja del sol, lo que resulta en un incremento de la retención de calor en la atmósfera, intensificando así el efecto invernadero y generando un impacto más preocupante. Este fenómeno conduce al aumento de la temperatura global del planeta, siendo principalmente causado por actividades humanas como la generación y uso de energía a partir de combustibles fósiles. Por lo tanto, los gases de efecto invernadero representan una preocupación ambiental significativa (MEM, 2018).

Dentro de los GEI que han causado mayor impacto se encuentra el dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido nitroso (N₂O), Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC), Hexafluoruro de azufre (SF₆) y vapor de agua.

6.4.2 Dióxido de carbono (CO₂)

Este gas se origina tanto de manera natural como como resultado secundario de la quema de combustibles fósiles y biomasa, así como de cambios en el uso de la tierra y otros procedimientos industriales (MEM, 2018). Constituye el 70% de los gases de efecto invernadero (GEI) y se genera principalmente a través de la combustión de petróleo, gas natural, carbón y otros combustibles fósiles (Trespalcios et al., 2018).

6.4.3 Metodología del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC)

Las directrices IPCC de 2006 presentan tres niveles para estimar las emisiones procedentes del combustible fósil, estiman las emisiones de carbono según las especies que se emiten, durante el proceso de combustión, la mayor parte del carbono se emite de inmediato como CO₂.

- Nivel 1: la estimación de emisiones se centra en el combustible utilizado, ya que las emisiones de todas las fuentes de combustión pueden calcularse utilizando datos sobre la cantidad de combustible quemado, generalmente obtenidos de estadísticas de energía nacionales, y los factores de emisión promedio (Garg et al., 2006).
- Nivel 2: se estiman las emisiones de la combustión a partir de las estadísticas similares de combustible, como las utilizadas en el nivel 1, sin embargo, se utilizan factores de emisión específicos del país (Garg et al., 2006).

6.5 Bebidas

Son líquidos con o sin alcohol compuestos principalmente por agua. A esta materia prima básica se le puede añadir o no ingredientes como zumos, sales minerales, aromas, azúcar, dióxido de carbono o alcohol. La combinación de estos ingredientes da lugar a un amplio portafolio de productos, todos en distintos empaques y presentaciones para facilitar el consumo (Solórzano Cordón, 2019).

6.5.1 Bebidas carbonatadas

Se consideran como un líquido burbujeante y refrescante al que se le ha agregado cierta mezcla de ingredientes con el fin de satisfacer las preferencias de las personas que las consumen. Contienen dióxido de carbono disuelto, saborizantes, colorantes, entre otros. Las bebidas carbonatadas no alcohólicas se dividen en bebidas sin sabor, bebidas con sabor y bebidas dietéticas (Sandoval Martínez, 2006).

6.6 Proceso productivo

La planta embotelladora tiene dos procesos de embotellado una para vidrio y otra para PET. A continuación, se describen los principales procesos de producción (Ambiente y Desarrollo Consultores S.A., 2020). Este proceso se presenta en el diagrama de flujo (véase apéndice A).

6.6.1 Extracción de agua

El agua empleada para los procesos de producción generalmente es extraída de pozos mecánicos, mediante bombas sumergibles (Ambiente y Desarrollo Consultores S.A., 2020).

6.6.2 Tratamiento de agua

El agua una vez almacenada se le realiza un tratamiento de filtrado mediante filtros con diferentes capas de material filtrante, luego se pasa por un proceso de nanofiltración, donde por medio de filtros de membrana se obtiene el agua para la producción de bebidas carbonatadas. Para las bebidas no carbonatadas se utiliza un sistema de ósmosis inversa, donde de igual manera se cuenta con filtros de membrana para acondicionar el agua (Ambiente y Desarrollo Consultores S.A., 2020).

6.6.3 Preparación de jarabe

El agua tratada se bombea hacia el tanque agitador, donde se le agrega azúcar y carbón activado. El agua pasa por un proceso de calentamiento a temperaturas de 75° - 80° C. Posteriormente se filtra el jarabe simple utilizando un filtro tipo prensa (Ambiente y Desarrollo Consultores S.A., 2020).

6.6.4 Mezcla final y carbonatación

El jarabe, agua tratada y el gas carbónico, se mezclan en un equipo que dosifica las cantidades exactas de cada uno de esos para lograr el producto final, esta mezcla pasa a las diferentes máquinas llenadoras (Ambiente y Desarrollo Consultores S.A., 2020).

6.6.5 Recopilación de botellas sucias (vidrio)

Se realiza el desencajonado; las botellas sucias se extraen de las cajas y se colocan en un transporte que permite la entrada de las botellas de vidrio hacia la lavadora, en ese momento las botellas pasan por un punto de inspección, en donde son retiradas las botellas que no califican para ser lavadas, las cuales según el desperfecto que se tenga pueden ser conducidas al proceso de lavado manual o al centro de acopio de residuos y desechos (Ambiente y Desarrollo Consultores S.A., 2020).

6.6.6 Lavado de botellas de vidrio

Este proceso es realizado por medio de una máquina lavadora, llevando a cabo un proceso de inmersión durante 7.3 minutos en una solución de soda cáustica al 3% y vapores provenientes de la caldera, al salir del proceso pasan por un control de calidad (Ambiente y Desarrollo Consultores S.A., 2020).

6.6.7 Producción de botellas de PET

El envase es procesado dentro de la planta de producción, las preformas pasan por un proceso de soplado, el cual consiste en empujar el fondo de la preforma con una varilla de estiramiento y luego se inyectan con aire comprimidos 20 bares de presión con lo cual se logra obtener la botella (Ambiente y Desarrollo Consultores S.A., 2020).

6.6.8 Llenado de botellas (vidrio y PET)

Se utiliza una máquina que está programada para llenar automáticamente el tanque de llenado ubicándose debajo de la boquilla dispensador, realizando un movimiento tipo carrusel, cuando la botella se encuentra en posición es llenada y pasa al coronador (para tapa metálica) y capsuladora (para tapa plástica); en este proceso se garantiza el sellado

de los empaques de la máquina llenadora (Ambiente y Desarrollo Consultores S.A., 2020).

6.6.9 Control de calidad

Las botellas llenas y listas para empacar pasan por control de calidad, donde se realiza una revisión visual con equipo electrónico de iluminación para detectar variaciones de nivel y otros parámetros de calidad; si no se aprueba, las botellas se retiran y descartan (Ambiente y Desarrollo Consultores S.A., 2020).

6.6.10 Empacado de botellas llenas (vidrio y PET)

Las botellas llenas se colocan en cajas o empacadas con plástico en caso de botellas de PET, para luego finalizar con el paletizado y estar listas para transportarlas hacia la bodega de producto terminado (Ambiente y Desarrollo Consultores S.A., 2020).

6.6.11 Almacenamiento de producto terminado

La actividad de almacenamiento consiste en ordenar de manera clasificada (sabor y tipo de empaque) todas las bebidas producidas en la bodega de producto terminado (Ambiente y Desarrollo Consultores S.A., 2020).

6.6.12 Despacho y distribución de producto

Se realiza con una flotilla de camiones que distribuyen el producto en tiendas y abarroterías (Ambiente y Desarrollo Consultores S.A., 2020).

7 MARCO REFERENCIAL

7.1 Ubicación del área de estudio

La empresa embotelladora está ubicada en el kilómetro 126.5 carretera al Atlántico, aldea Santa Cruz, municipio de Río Hondo, departamento de Zacapa, Guatemala. Las coordenadas GTM, donde se localiza la empresa son las siguientes: X=588815.307 y para Y=1658924.872 (Samayoa Moscoso, 2018).

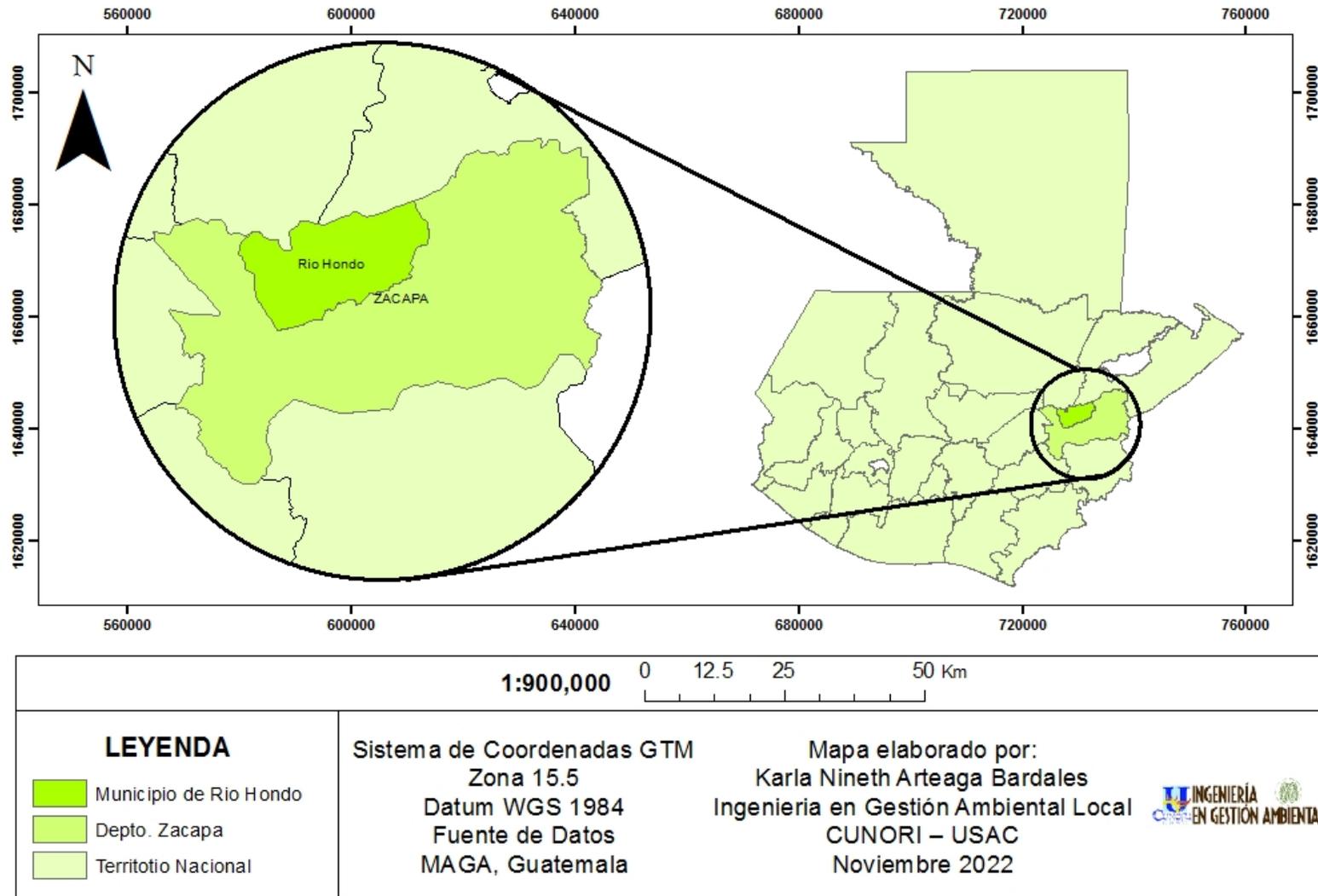
El área de influencia institucional es el municipio de Río Hondo, el cual pertenece al departamento de Zacapa y se localiza al este de la cabecera departamental, entre las coordenadas geográficas: 15°02'36" latitud norte y 89°35'06" longitud oeste del Meridiano de Greenwich, se encuentra a una altitud de 184 msnm en su cabecera municipal, su extensión territorial es de 458.09 km², colinda al norte con el municipio del Estor (Izabal), al sur con los municipios de Zacapa y Estanzuela, al este con el municipio de Gualán y Zacapa y al oeste con el municipio de Teculután. Se ubica a 14 kilómetros de la cabecera departamental y a 142 kilómetros de la ciudad capital (Consejo Municipal de Desarrollo del municipio de Río Hondo, Zacapa, Guatemala, 2018).

7.2 Descripción del área de estudio

Es una empresa dedicada a la fabricación de bebidas carbonatadas las cuales son embotelladas o envasadas en diferentes presentaciones de envases de vidrio y Polyethylene terephthalate -PET-, bajo las marcas registradas de la compañía internacional; así como el tratamiento, embotellamiento o envasado de agua pura y la distribución de bebidas no carbonatadas, (estas últimas se distribuyen, sin embargo, no son producidas directamente en la planta) (Ambiente y Desarrollo Consultores, S.A., 2020).

Figura 3

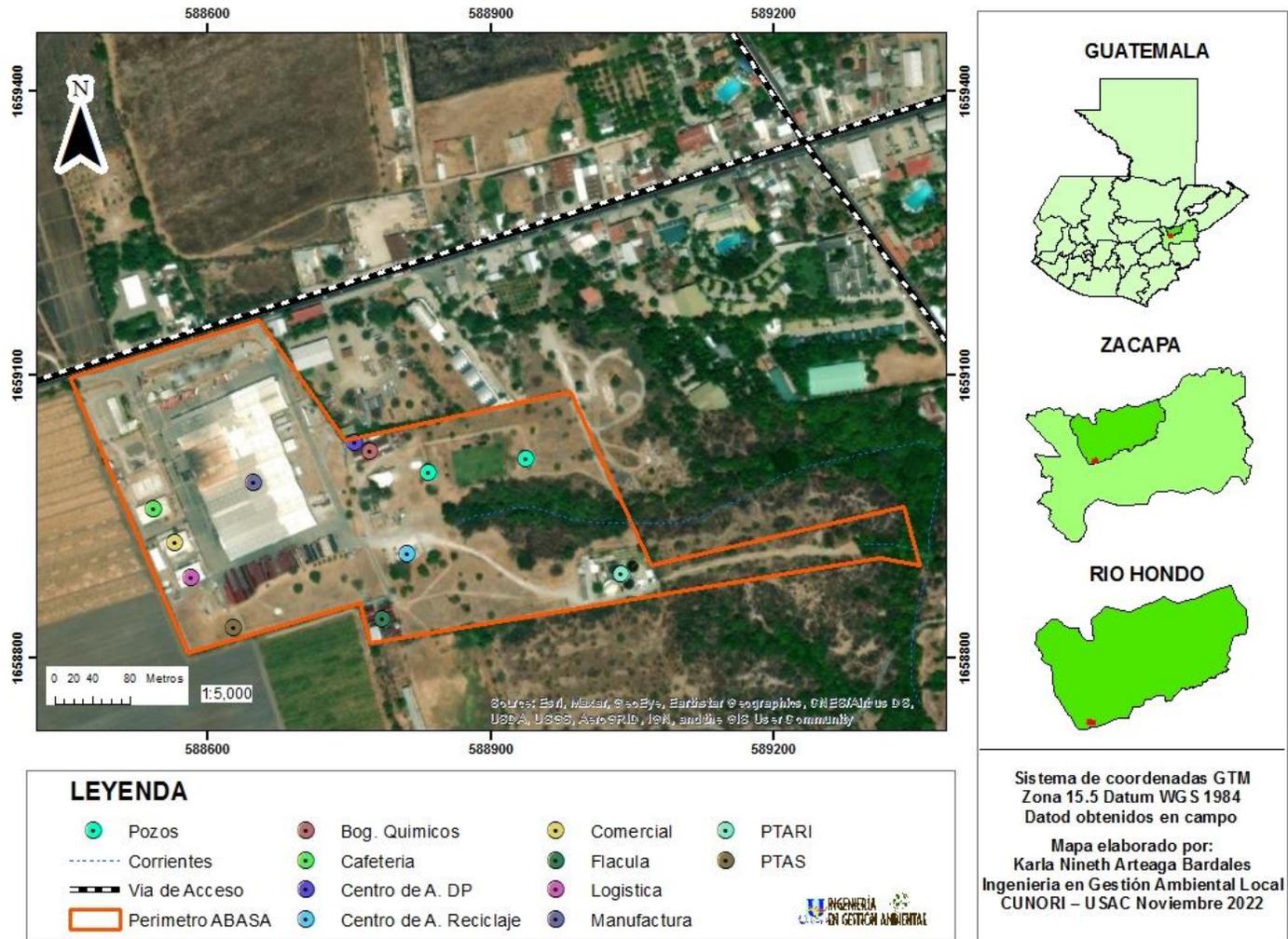
Mapa del área de influencia de la empresa embotelladora de bebidas carbonatadas y no carbonatadas



Nota: Elaboración propia

Figura 4

Mapa de macro y micro localización de la unidad de intervención de la empresa embotelladora de bebidas carbonatadas y no carbonatadas



Nota: Elaboración propia

7.3 Características administrativas del área de estudio

7.3.1 Infraestructura

La empresa embotelladora cuenta con 30 áreas dentro de su infraestructura para su proceso de manufactura y despacho de bebidas comprendiendo así un área total de 147,500 m², la cual se divide de siguiente manera:

Tabla 1

Áreas de manufactura de la empresa embotelladora de bebidas carbonatadas y no carbonatadas

No.	Área	Utilidad
1	Bag in Box	Se lleva a cabo la fabricación de bebidas para los equipos post mix (máquinas dispensadoras)
2	Bodega Alterna	Se utiliza para el almacenamiento de herramientas y equipo.
3	Bodega de materia prima	Aquí se hace la recepción de materia prima para la elaboración de las bebidas.
4	Bodega de químicos	Se utiliza para el almacenamiento de productos químicos en toneles y recipientes pequeños.
5	Bodega de preforma	Se utiliza para el almacenamiento de la preforma.
6	Cleaning in Pace (CIP)	Se encargan de realizar los saneamientos de los diferentes equipos donde hay contacto directo con el producto.
7	Filtro de carbón	Se realiza la deshidratación y solidificación del carbón a través de un filtro rotativo.
8	Flacula	Se realiza el descarte de todo producto que no cumple con calidad o regresan del mercado; y posterior se da un lavado previo a la botella de vidrio.
9	Centro de acopio de desechos peligroso	Se utiliza para el almacenamiento temporal de desechos peligrosos.
10	Centro de acopio de reciclaje	Se utiliza para el almacenamiento temporal de los residuos reciclables.
11	PTAP*	Se realiza el proceso de potabilización del agua que se extrae de los pozos y que posteriormente se utilizará para el proceso de manufactura.
12	PTAS*	Se cuenta con una planta aerobia que se encarga de tratar el agua utilizado en los sanitarios, lavamanos, entre otros.
13	PTAR*	Se le da el tratamiento requerido al agua proveniente del proceso de manufactura, se cuenta con una planta que posee un tratamiento mixto anaerobio /aerobio.
14	Sala de jarabes	Se preparan los jarabes para la producción de la bebida.
15	Salón de embotellado	Se realiza el llenado de producto por líneas, es decir por el tipo de material de la botella.
16	Salón de empaque	Se realiza el empackado de bebidas tanto de las líneas 1 y 2, como de productos no carbonatados, procedentes de otras embotelladoras.
17	Soplado	Se encarga del soplado de las preformas, las cuales sirven para el embotellamiento de la bebida.
18	Suministros	Se almacenan suministros para cada uno de los procesos dentro de las instalaciones
19	Taller de mantenimiento	Aquí son llevados algunos equipos desmontables para su reparación o mantenimiento.

Nota: Planta de Tratamiento de Agua Potable -PTAP-, Planta de Tratamiento de Aguas Sanitarias -PTAS-
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales -PTAR-, Elaboración propia

Tabla 2

Áreas administrativas de la empresa embotelladora de bebidas carbonatadas y no carbonatadas

No.	Área	Utilidad
1	Administración	Se realizan todos los procesos administrativos de la empresa.
2	Área de aislamiento	Este espacio se habilitó debido a la pandemia del COVID 19; específicamente para aquellas personas que presenten algún síntoma o que desean ingresar por primera vez.
3	Cafetería	Servicio de alimentación al personal en las instalaciones.
4	Clínica	Es utilizado para prestar servicios médicos a las personas que se encuentran en horario laboral en la planta.
5	Garita	Se realizan los procedimientos necesarios para poder ingresar a las instalaciones.
6	Oficina de liquidación	En esta área se lleva a cabo el proceso de contabilidad de las ventas realizadas diariamente.
7	Operaciones	Se encargan de coordinar todas las gestiones para la movilización de los transportes.
8	Sede sindical	El área se utiliza para reuniones para velar por los derechos de los trabajadores sindicalizados.

Nota: Elaboración propia.

Tabla 3

Áreas de comercialización de la empresa embotelladora de bebidas

No.	Área	Utilidad
1	Bodega de Producto Terminado (BPT)	Se encarga del almacenamiento del producto terminado y la recepción a los vehículos para que el producto sea comercializado.
2	Comercialización	En esta área se llevan a cabo los procesos de venta.
3	Sala de ventas	Se realiza la planificación de las operaciones de venta al mercado.

Nota: Elaboración propia.

7.3.2 Recurso humano

La empresa embotelladora tiene aproximadamente 258 empleados de los cuales 159 trabajadores directos y el resto son tercerizados, distribuidos en diferentes áreas; el número de empleados puede variar de acuerdo con las necesidades de la empresa (Ambiente y Desarrollo Consultores, S.A., 2020).

7.3.3 Servicios básicos

- **Energía eléctrica:** el servicio de energía eléctrica en la empresa embotelladora lo presta DEORSA (Ambiente y Desarrollo Consultores S.A., 2020).
- **Abastecimiento de agua:** el abastecimiento de agua en la empresa embotelladora proviene de la extracción de agua de pozo, actualmente se encuentran utilizando el agua de 2 pozos, de los cuales se extrae en promedio de 35357.56 m³ mensuales; seguidamente se le agrega hipoclorito de Calcio, luego pasa por filtros pulidores y lámparas UV para almacenarse en una cisterna; y posteriormente ser tratada para procesos o conducida a los servicios no industriales (Ambiente y Desarrollo Consultores S.A., 2020).
- **Manejo de residuos sólidos:** se generan una variedad de residuos y desechos sólidos, los cuales se les da su debida gestión. Se dispone de recipientes debidamente identificados y con sus respectivos colores (azul, papel y cartón; verde, vidrio; amarillo, plástico; gris, desechos comunes; y rojo, desechos peligrosos) para la clasificación de los residuos y desechos sólidos en puntos estratégicos, y alrededor de la empresa; así mismo se cuenta con tres centros de acopio; posteriormente son entregados a recolectores para su tratamiento y disposición final adecuada (Ambiente y Desarrollo Consultores S.A., 2020).
- **Manejo de residuos líquidos:** en la empresa embotelladora se generan aguas residuales de tipo doméstico (ordinarias) generadas por el uso de instalaciones sanitarias y de tipo especial (industriales) provenientes del proceso industrial; las cuales reciben tratamiento específico e individual (Ambiente y Desarrollo Consultores S.A., 2020).

7.3.4 Recursos naturales

- **Hidrología:** la embotelladora se encuentra localizada en la vertiente del mar Caribe en la cuenca del Río Motagua específicamente en una zona de

escurrimiento, el cual tiene como principal afluente el Río Grande de Zacapa (Ambiente y Desarrollo Consultores S.A., 2020).

- **Suelos:** según la serie de suelos de Simmons (1959), los suelos del área del proyecto corresponden a los de los valles, que tienen una alta variabilidad espacial, por lo que la composición de las capas es altamente variable. En general están compuestos por materiales sedimentarios, de arenas, limos y arcillas (Ambiente y Desarrollo Consultores S.A., 2020).
- **Flora:** la flora característica del área en la empresa embotelladora se encuentra representada en la tabla 4 (Ambiente y Desarrollo Consultores S.A., 2020).

Tabla 4

Listado de vegetación en el área de la empresa embotelladora

No.	Nombre común	Nombre científico
1	Neem	<i>Azadirachta indica</i>
2	Upay	<i>Cordia dentata</i>
3	Aripin	<i>Caesalpinia velutina</i>
4	Yaje	<i>Leucaena diversifolia</i>
5	Guayacán	<i>Cuajacum coulteri</i>
6	Mango	<i>Mangifera indica</i>
7	Cactus	<i>Cactaceae</i>
8	Paxte	<i>Luffa aegyptiaca</i>
9	Jocote	<i>Anacardium</i>
10	Guacamayo	<i>Triplaris americana</i>
11	Limonos	<i>Citrus sp</i>
12	Madre de cacao	<i>Gliricida sepium</i>

Nota: Tomado de Ambiente y Desarrollo Consultores S.A (2020)

- **Fauna:** la diversidad de la fauna está relacionada a la vegetación de la región, que, aunque representa altos niveles de degradación, brinda refugio, alimento y otros servicios a especies de fauna asociadas a este tipo de ecosistemas. La fauna característica del área de la embotelladora se encuentra representada en la tabla 5 (Ambiente y Desarrollo Consultores S.A., 2020).

Tabla 5

Listado de especies animales en el área de la empresa embotelladora

No.	Nombre común	Nombre científico
1	Conejo	<i>Oryctolagus cuniculus</i>
2	Ratones	<i>Rattus norvegicus</i>
3	Gavilanes	<i>Acciiter nisus</i>
4	Sapos	<i>Bufo ni sus</i>
5	Comadreas	<i>Mustela frenata</i>
6	Lagartijas	<i>Lacertilia</i>
7	Tacuazín	<i>Didelphis marsupialis</i>

Nota: Tomado de Ambiente y Desarrollo Consultores S.A (2020)

7.4 Certificaciones de la empresa

En la empresa embotelladora de bebidas se ha certificado en las distintas normas ISO:

ISO 22,000 Sistemas de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos, es una decisión estratégica para las organizaciones porque mejora el desempeño global en la inocuidad de los alimentos; además, da la capacidad para proporcionar alimentos o productos inocuos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente (ISO, 2018a).

ISO 9,001 Sistemas de Gestión de la Calidad, promueve la adopción de un enfoque a procesos al desarrollar, implementar y mejorar la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para aumentar la satisfacción del cliente (ISO, 2015a).

- FSSC 22000 V4 ISO 22000:2005: se certificó el 25 de diciembre de 2015 y fue válido hasta el 24 de diciembre de 2018;
- ISO 9001;2008: la empresa se certificó el 25 de diciembre de 2015 y fue valido hasta septiembre de 2018.
- FSSC 22000 V4.1 ISO 22000:2005 + 9001:2015: se realizó el seguimiento por transición el 19 de junio de 2018.
- FSSC 22000: recertificación el 24 de diciembre de 2018, y fue válida hasta el 29 de enero de 2021.
- ISO 9001:2015: se realizó la recertificación el 25 de diciembre de 2018 y fue válida hasta el 25 de diciembre de 2021.

- FSSC 22000 V5 ISO 22000:2018: se certificó el 05 de mayo de 2020 y fue válido hasta el 25 de diciembre de 2021.
- FSSC 22000 V5.1 ISO 22000:2018: se realizó la auditoría de recertificación en febrero de 2022 (ABASA, 2015).

ISO 14,001 Sistemas de Gestión Ambiental su propósito es proporcionar a las organizaciones un marco de referencia para proteger el medio ambiente y responder a las condiciones ambientales cambiantes, en equilibrio con las necesidades socioeconómicas, además especifica requisitos para lograr los resultados previstos para su Sistema de Gestión Ambiental (ISO, 2015b).

ISO 45,001 Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), su propósito es proporcionar una referencia para gestionar los riesgos para SST; además prevenir lesiones y deterioro de la salud relacionados con el trabajo a los trabajadores y proporcionar lugares de trabajo seguros y saludables; además eliminar los peligros y minimizar los riesgos tomando medidas de prevención y protección eficaces (ISO, 2018b).

- ISO 14001:2004: se certificó el 22 de enero de 2018, y tuvo vigencia hasta el 15 de septiembre de 2018.
- OHSAS 18001:2007: se certificó el 22 de enero de 2018 y fue válida hasta el 21 de enero de 2021.
- ISO 14001:2015: se realizó el seguimiento por transición y se certificó el 14 de marzo de 2019 y fue válido hasta el 21 de enero de 2021.
- ISO 45001:2018: se recertifico por transición OHSAS 18001:2007 a ISO 45001:2018, el cual quedó válido del 22 de enero de 2018 hasta enero de 2021 (ABASA, 2015).

La empresa ejecuta auditorías multisitio ISO 14001:2015, 45001:2018 y 9001:2015, por fases donde se tiene como alcance el proceso de producción y despacho de bebidas carbonatadas, no carbonatadas e isotónicas y jarabe terminado.

- ISO 9001:2015 válido de 19 enero 2022 a 19 enero 2025
- ISO 45001:2018 válido de 30 diciembre 2021 a 30 diciembre 2024
- ISO 14001:2015 válido de 19 enero 2022 a 19 enero 2025 (ABASA, 2015).

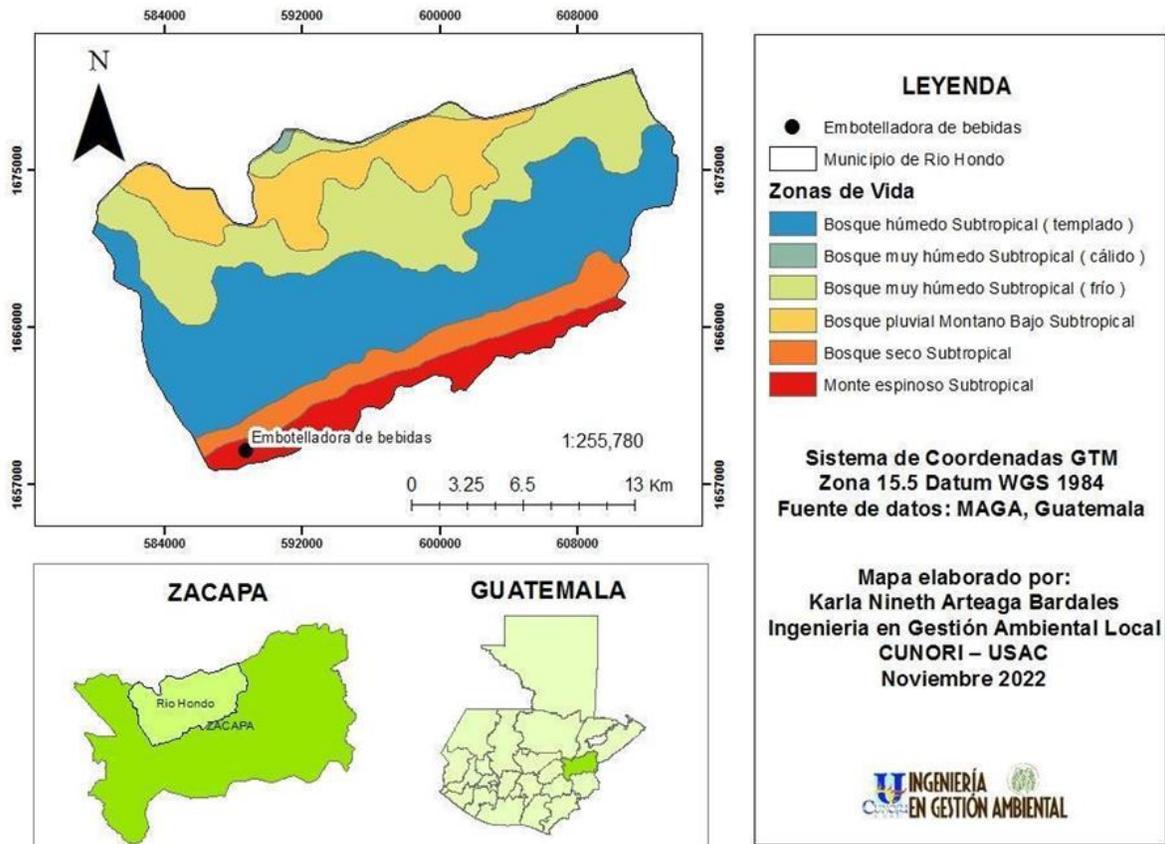
7.5 Características biofísicas

7.5.1 Zonas de vida

La ubicación de la empresa corresponde al Monte Espinoso Subtropical (me-S), que presenta condiciones climáticas representadas por días claros en la mayor parte del año y una escasa precipitación anual de 400 a 600 mm que generalmente se presenta durante los meses de agosto a octubre, con una evapotranspiración potencial promedio de 130% y una biotemperatura que oscila de 24 a 26 °C. La elevación varía entre 180 a 400 msnm (Ambiente y Desarrollo Consultores, S.A., 2020).

Figura 5

Mapa de zonas de vida del municipio de Rio Hondo, Zacapa



Nota: Elaboración propia

7.5.2 Clima

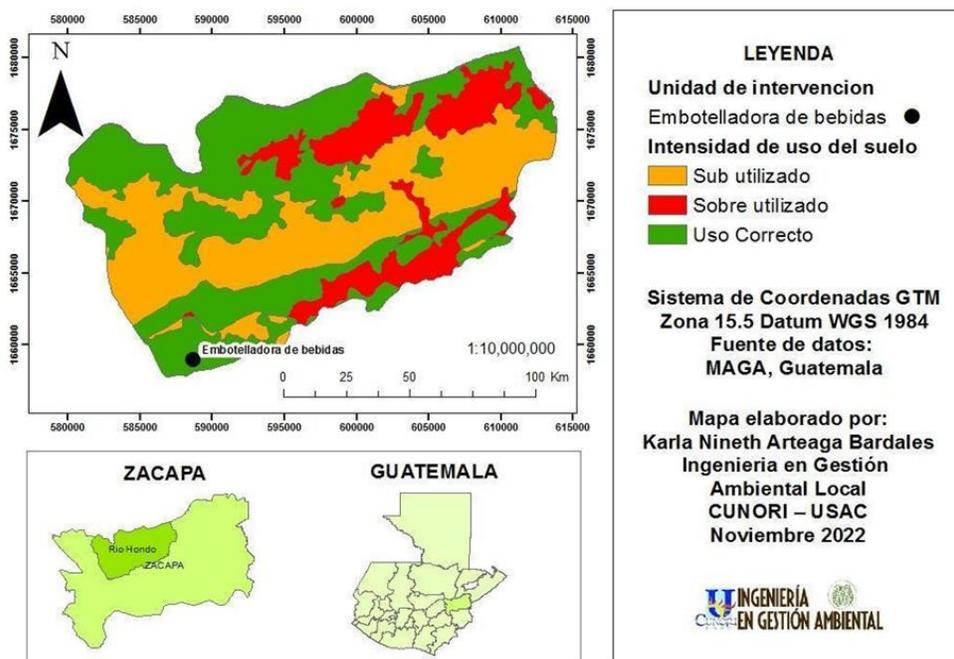
Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2018), como se citó en Consejo Municipal de Desarrollo del municipio de Río Hondo, Zacapa, Guatemala (COMUDE, 2018), las características climáticas del municipio son singulares en la región, pues tiene un clima variado, cálido en el sector del valle del motagua y templado entre la región montañosa, la temperatura oscila con una mínima de 19 °C y una máxima de 33 °C; se encuentra en el sector del valle de motagua y cuenta con un clima cálido.

7.5.3 Uso de la tierra

El uso del suelo en el área circundante a la empresa corresponde a zonas industriales y comerciales, según el mapa de uso de la tierra, el 45.7% de territorio tiene un uso correcto; el 17.4% sobre utilizado y el 36.9% subutilizado; además, el 16.67% de la superficie de Río Hondo es utilizado por agricultura limpia, el 35.77% bosque latifoliado, coníferas y mixto; el 45.75% charral o matorral; el 0.7% para cuerpos de agua y el 0.38% por zonas mineras (PNUD, 2018, como se citó en COMUDE, 2018).

Figura 6

Mapa de intensidad de uso del suelo de Río Hondo, Zacapa



Nota: Elaboración propia

7.6 Características socioeconómicas generales

7.6.1 Población

Según proyecciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2020), para el año 2022, la población se estima en 23,771 habitantes, de la cual el 48.59% son hombres y el 51.41% son mujeres.

Además, el 99.5% de la mismas se define como no indígena y únicamente el 0.5% pertenece al grupo Chortí', kaqchikel y Q'eqchi. Otro dato importante para entender la dinámica de la población del municipio es el área en el que habitan, según el censo INE 2018 el 70.76% de la población se ubica en el área rural y el 29.24% está en el área urbana (PNUD, 2018, como se citó en COMUDE, 2018).

7.6.2 Índice de Desarrollo Humano

El Índice de Desarrollo Humano para el municipio de Río Hondo es de 0.691, siendo el tercero más alto del departamento, lo que indica que la población ha tenido mejores oportunidades de vida en materia de salud, educación e ingresos económicos (PNUD,2018, como se citó en COMUDE, 2018).

7.6.3 Pobreza

Según el plan de desarrollo municipal y los mapas de pobreza 2002, la incidencia de pobreza general en el municipio de Río Hondo es de 28.50% y la pobreza extrema de 2.60%; siendo el municipio que tiene el porcentaje más bajo del departamento (PNUD,2018, como se citó en COMUDE, 2018).

7.7 Investigaciones relacionadas con el tema

7.7.1 Investigaciones nacionales

- Solorzano Cordón realizó el análisis de la norma ISO 14001 versión 2015, para diseñar sistemas de gestión ambiental en plantas embotelladoras de bebidas en 2019, para analizar el estándar internacional ISO 14001:2015, para diseñar sistemas de gestión ambiental, para obtener información se utilizó una metodología de tipo proyectiva, con un diseño de campo no experimental, una

investigación de tipo evolutivo contemporáneo, un método de análisis-síntesis, un diseño cualitativo cuantitativo.

Estableció los lineamientos y compromisos ambientales que las embotelladoras deben asumir, así mismo se determinó que la variable más influyente es el manejo de los recursos naturales y que el cumplimiento de la norma garantiza que las organizaciones no se limiten en reducir la contaminación ni evitarla sino que las obliga a implementar medidas que beneficien al ambiente; por lo que ha recomendado la implementación de estrategias de gestión para el manejo de recursos naturales que permita tener un control de sus impactos (Solórzano Córdón, 2019).

- El diseño de un plan de gestión energética eléctrica basado en las normas ISO 50001 y 50002 para el Palacio Nacional de la Cultura, fue realizado por Colindres Orellana en el año 2019, en la que se presentó la situación actual del edificio referente al área energética, planificación, línea base energética, indicadores de desempeño energético, objetivos, metas y planes de acción de mejora continua que se resume en cuatro etapas; planificar, hacer, verificar y actuar.

A partir de los parámetros se diseñó el plan de gestión de la energía eléctrica propio del edificio, además de una estimación de GEI y cuánto se puede llegar a reducir con la implementación de este; lo que beneficiará en el cumplimiento de los acuerdos de París (Colindres Orellana, 2019).

7.7.2 Investigaciones internacionales

- Aros Sepulveda, realizó el levantamiento y estudio de eficiencia energética en línea de producción de vinos en 2017, para este estudio se levantó información de los equipos y sistemas que se utilizan actualmente en la viña San Pedro Tarapacá Isla de Maipo, cuantificaron las pérdidas de energía por su ineficiencia.

La información se obtuvo con mediciones directas de consumos de energía, en un sentido similar se utilizó información entregada por la empresa como la cantidad de compra mensual de combustible, facturas eléctricas y de estudios previos; con los datos obtenidos se realizaron balances de energía; para determinar cómo se consumió de manera eficiente la energía necesaria en los distintos procesos obteniendo así un ahorro en los consumos para los mismos niveles de producción.

Recomendando que se pueden lograr ahorros de 3 - 4% en el consumo de energía, con lo que se demuestra la viabilidad económica de aplicar la eficiencia energética para la empresa llegando a obtener un ahorro monetario anual de \$3.600.000 CLP con un tiempo de retorno de 4 años (Aros Sepulveda, 2017).

- La propuesta de una metodología de implantación de la norma ISO 50001 a la industria manufacturera en El Salvador, fue realizada por Lemus Aguilar et al., en el año 2021, esta investigación tuvo como objetivo desarrollar una metodología efectiva que permita la implantación de la norma, facilitando a la industria manufacturera su puesta en marcha de manera eficiente lo que permite un mayor aprovechamiento de la energía y reducción en costos a través de una gestión integral y consecuentemente una disminución de los impactos ambientales negativos; se determinó que la aplicación de un SGEN genera un impacto significativo en materia ambiental debido a que su implementación permite que las emisiones de CO₂ se reduzcan de manera significativa.

Se recomienda establecer medidas que puedan contribuir con la implementación y fomento del ahorro mediante técnicas y tácticas de eficiencia como lo son las medidas de carácter tecnológico donde se utilicen e innoven fuentes de energía renovable (Lemus Aguilar et al., 2021).

8 MARCO METODOLÓGICO

8.1 Área de estudio

La investigación se desarrolló en el área de manufactura y administrativa en una empresa, ubicada en el municipio de Río Hondo, departamento de Zacapa, dedicada a la producción de bebidas carbonatadas y no carbonatadas, dividida en área de manufactura y área de distribución o comercialización.

8.2 Descripción de la metodología

La metodología utilizada en la investigación es la establecida en la Norma ISO 50,001:2018, “**Sistemas de gestión de la energía**”, a través del capítulo 6.3 revisión energética donde se realizó un análisis cuantitativo y metodológico que permitió conocer a detalle los flujos de los tipos de energía utilizados en la empresa, con la finalidad de realizar una comparación de los consumos, usos de la energía.

8.3 Determinación del uso y consumo de energía

Para determinar el uso y consumo de energía en el proceso de embotellado se siguieron los pasos establecidos en la guía de implementación e interpretación de los requisitos del estándar ISO 50,001:2018 específicamente en el capítulo 6.3 revisión energética.

8.3.1 Revisión de la energía utilizada por la empresa

Para ejecutar la revisión de la energía se inició realizando observaciones en las instalaciones de la empresa en acompañamiento con el supervisor de ambiente y de servicios auxiliares de la empresa embotelladora para posteriormente proceder de la siguiente manera (Flores Díaz et al., 2020):

a. Analizar consumos pasados y/o presentes de los tipos de energía

- Recopilación de datos energéticos (pasados): Planos, diagramas de procesos, tarifas de energía, esto permitió la identificación de fuentes de energía con sus unidades correspondientes en un periodo determinado.

- Monitoreo de consumos y usos de energía en circuitos y líneas de producción (presentes): se empleó el instrumento (véase apéndice B), realizando observaciones
- mediciones semanales (7 días, tomando la medición a las 6hrs para tener un consumo de 24hrs), cuatro semanas en total en los meses de enero, febrero, marzo y abril (se seleccionó la primera semana completa de cada mes); para lo que se utilizaron los datos que brindaron los medidores identificados.
- Se consolidó empíricamente el consumo de combustibles, mediante la variación en volumen de los tanques de almacenamiento.
- Se realizó un registro de los distintos tipos de energía que utiliza la empresa con sus unidades correspondientes en un periodo determinado.
- Seguidamente se realizó la conversión de los energéticos consumidos de kW/h y L a MJ, y un promedio semanal de los mismos.
- Por último, se realizó el cálculo del indicador, es la división de las unidades de energía global entre el número de unidades de producción en litros, lo que refleja cuantas unidades de energía se utilizan para producir un litro de bebida (Flores Díaz et al., 2020).

b. Evaluar el uso de energía en el pasado y en la actualidad

- Una vez identificados los tipos y consumos de energía, se realizó la vinculación de los tipos de energía con sus usos.
- Para el análisis de los datos obtenidos se procedió a realizar tablas y gráficos para la interpretación de los resultados de cada monitoreo semanal y con los datos históricos recabados.
- Este análisis incluye los tipos de energía actuales identificados y cuantificados, los usos de la energía identificados y consumo de energía medido o estimado, asociado con cada uso de la energía en un periodo seleccionado (Flores Díaz et al., 2020).

c. Identificar los usos significativos de energía

- Se identificaron los usos significativos de energía a través de tablas y análisis de Pareto con los consumos obtenidos anteriormente.
- Se determinó las variables relevantes que afectan el consumo de energía, lo que generó una tabla de áreas, procesos, usos significativos por consumo de energía y quienes son los responsables de esos usos (Flores Díaz et al., 2020).

d. Determinar y priorizar oportunidades de mejora del desempeño energético

- Se realizó un inventario de oportunidades de mejora, a través; de lluvias de ideas con los responsables identificados, estudios antes realizados en otras embotelladoras, variables relevantes, entre otros.
- Con la información obtenida se realizó una tabla que contenga la acción de mejora, el costo estimado, el ahorro de energía y las emisiones evitadas.
- Se utilizó la siguiente tabla para priorizar de las oportunidades de mejora, en la que se le colocó una ponderación según el criterio establecido (Flores Díaz et al., 2020).

Tabla 6

Criterios y ponderación para priorizar oportunidades de mejora

Criterios	Ponderación	Descripción
Costo estimado	0-5	0-Mayor costo de implementación 5-Menor costo de implementación
Ahorro de energía estimado	0-5	0- Mayor ahorro de energía 5-Menor ahorro de energía
Impacto Ambiental (cantidad de emisiones evitadas)	0-5	0-Menor impacto ambiental 5-Mayor impacto ambiental
Interés empresarial	0-5	0-Menor interés empresarial 5-Mayor interés empresarial

Nota: Elaboración propia

8.4 Verificar el cumplimiento de la Norma ISO 50001:2018

Para verificar el cumplimiento de la Norma ISO 50,001:2018, se realizó mediante un cuestionario, con base a los puntos auditables tomando en cuenta que se incluyeron

solamente las acciones que implican la forma verbal “debe”, debido a que indica que es un requisito que por obligatoriedad debe cumplir la empresa para certificarse.

El cuestionario contiene el punto de norma, una descripción, la verificación (cumple o no cumple) y observaciones; el cual se ejecutó con el supervisor de ambiente y de servicios auxiliares, (véase apéndice C); la verificación se ejecutó en el programa Microsoft Excel, colocando una “X” si cumple o no cumple en la casilla correspondiente.

Para calcular el porcentaje de cumplimiento se tomó como base las 82 preguntas y se realizó una regla de tres para conocer el cumplimiento, actual de la norma y que al conocer al resultado permita la toma de decisiones futuras a la empresa.

8.5 Estimar las emisiones de dióxido de carbono (CO₂ equivalente) como gas de efecto invernadero

Para la cuantificación de las emisiones de CO₂ equivalente se recolectó la información por tipo de fuente, (móvil, estacionaria, y por el consumo de electricidad), según las directrices de IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Para calcular las emisiones de GEI se multiplicó el dato de consumo de combustible por el factor de emisión por defecto asociado con la actividad objeto de medición, de acuerdo con la siguiente fórmula (MEM, s.f.).

$$\text{Emisiones de GEI} = \text{Datos de actividad} * \text{Factor de emisión}$$

Emisiones de GEI= kg CO₂ e/año – T CO₂ e/año

Datos de actividad= Combustible L/año – L/mes

Factor de emisión= kg CO₂ e /L

Se utilizaron los factores de emisión de CO₂ e por defecto del transporte terrestre para nivel 1 según la metodología IPCC los cuales se encuentran en el Anexo A.

Tabla 7

Factores de emisión de CO₂ equivalente por fuente de energía

No.	Fuente de energía	Factor de emisión
1	Gas Licuado de petróleo (GLP)	1.6528 (kg CO ₂ e / L)
2	Combustóleo (Bunker)	2.93974 (kg CO ₂ e / L)
3	Diesel	2.56210 (kg CO ₂ e / L)
4	Energía eléctrica consumida (red eléctrica nacional)	0.3913 (kg CO ₂ e /kWh)

Nota: adaptado de Garg et al., (2006), Gómez et al., (2006), Davies Waldron et al., (2006), MEM (2019)

La estimación de las emisiones se realizó en tres fuentes:

- **Combustible utilizado para movilidad**

Emisiones de GEI = Datos de actividad * Factor de emisión

Emisiones de GEI= kg CO₂e

Datos de actividad= Litros de combustible L

Factor de emisión= kg CO₂e /L

- **Combustible utilizado en calderas y generadores (estacionario)**

Emisiones de GEI = Datos de actividad * Factor de emisión

Emisiones de GEI= kg CO₂e

Datos de actividad= Litros de combustible L

Factor de emisión= kg CO₂e /L

- **Electricidad utilizada en el proceso de embotellado**

Emisiones de GEI = Datos de actividad * Factor de emisión

Emisiones de GEI= kg CO₂e

Datos de actividad= kW/h

Factor de emisión= kg CO₂e /kWh

- **Conversiones**

Si los datos recabados se encontraban en dimensiones distintas se convirtieron a las dimensiones de las fórmulas establecidas, debido a que a que los factores de emisión de IPCC se encuentran en Kg/TJ, se utilizaron las siguientes conversiones:

- 1 gal = 3.785412L
- 1 kW/h = 3.6MJ
- Combustóleo: 41.8MJ/L
- GLP = 25.5MJ/L
- Diesel = 39 MJ/L

Además, los resultados obtenidos se dividieron entre 1000 para convertir a toneladas.

8.6 Análisis de la información

Con toda la información recabada se diseñaron tablas con el programa de Microsoft Excel que contienen los resultados de los consumos, usos significativos, oportunidades de mejora, cumplimiento de la norma, datos de las emisiones producidas y como afectan la gestión energética del proceso de embotellado de bebidas carbonatadas y no carbonatadas, también se realizaron gráficas para una mejor interpretación de estos; a través de lo obtenido permitirá a la empresa la toma de decisiones que mejoren progresivamente el rendimiento energético en su proceso productivo y en el cumplimiento de estándares internacionales.

9 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1 Determinación del uso y consumo de energía

9.1.1 Energía utilizada por el proceso productivo

Para poder iniciar con la revisión de energía utilizada en el proceso productivo se realizaron observaciones en las instalaciones de la empresa en acompañamiento del supervisor de ambiente lo cual permitió identificar los diferentes tipos de energía que son energía eléctrica y térmica; así mismo, a través de los planos eléctricos se determinaron los circuitos de energía como se pueden observar en el Anexo B; y se procedió de la siguiente manera:

a. Análisis de consumos por tipos de energía

A través de observaciones se identificaron los tipos, fuentes y circuitos de energía; por lo que se procedió a realizar el monitoreo de usos y consumos en los circuitos de energía eléctrica y térmica, tomando datos durante cuatro semanas y utilizando el formato para el monitoreo de consumos energéticos en el proceso de embotellado (véase apéndice B); obteniendo los resultados (véase apéndice C), los cuales se resumen en la tabla 8, registro de energéticos totales utilizados semanalmente en el proceso productivo.

Tabla 8

Registro semanal promedio de energéticos totales utilizados en el proceso productivo

Periodo	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Promedio
Producción (L)	3,741,186.58	2,155,959.99	2,089,741.80	4,372,821.00	3,089,927.34
Energía eléctrica (KW/h)	161,325.93	135,786.03	154,084.52	186,339.54	159,384.01
Energía eléctrica (MJ)	580,773.35	488,829.71	554,704.27	670,822.34	573,782.42
Combustóleo Bunker (MJ)	466,570.14	160,744.41	233,205.96	372,275.19	308,198.92
Gas Licuado de Petróleo (MJ)	40,645.45	25,666.90	68,923.15	125,397.47	65,158.24
Diésel (MJ)	0	0	0	88,569.00	22,142.25
Global (MJ)	1,087,988.93	675,241.01	856,833.38	1,257,064.00	969,281.83
Indicador Ue* / Up**	0.29	0.31	0.41	0.29	0.33

Nota: Unidades de Energía -Ue-, Unidades de producción -Up-, Elaboración propia

Anudado a ello, se determinó que, por cada tipo de energético, se consumen de forma semanal en promedio 573,782.42 MJ de energía eléctrica, 308,198.92 MJ de combustóleo o bunker, 65,158.24 MJ de Gas Licuado de Petróleo -GLP-, y 22,142.25 MJ

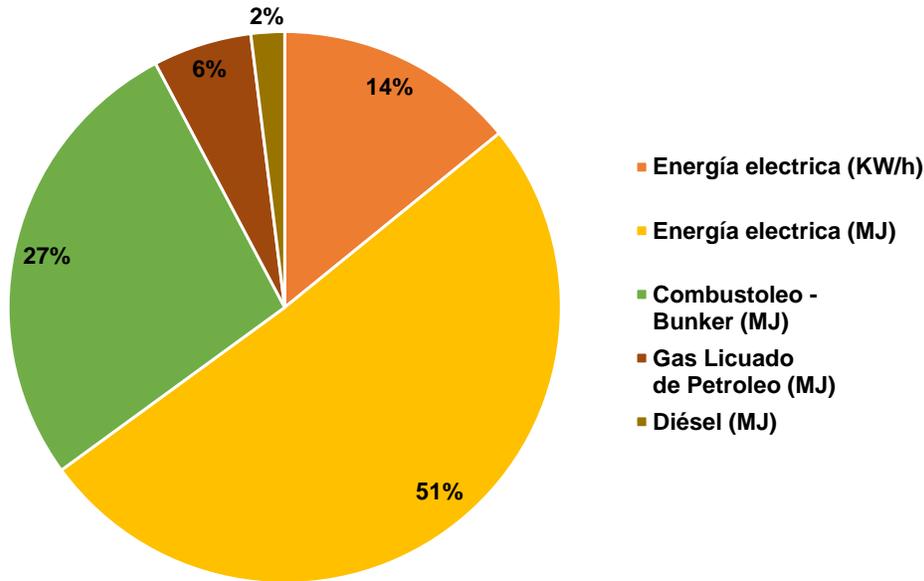
de combustible diésel, este último solo se ve reflejado en una semana debido a que es solamente utilizado para el funcionamiento de generadores eléctricos en caso de cortes de energía por el proveedor que presta el servicio; y un consumo global promedio de 969,281.83 MJ.

Además; se muestra un indicador de uso de energía por producción, que dio un resultado de 0.33 MJ/L en promedio semanal, lo que significa que se usan esas unidades de energía en MJ (mega julios) para producir un litro de bebida.

Así mismo, con el registro semanal se obtuvo el consumo energético por tipo de fuente en porcentajes, como se puede observar en la figura 7, que la energía eléctrica se utiliza en un 59% y que es la fuente más empleada en el productivo, seguido del combustóleo o bunker con un 32%, observándose que en la mayoría de los procesos se utilizan estos dos energéticos; mientras que el consumo de GLP representa un 6% y el diésel un 2% debido a que este utilizado únicamente para generadores de energía.

Figura 7

Consumos energéticos por tipo de fuente utilizada en el proceso productivo



Nota: Elaboración propia

b. Uso de la energía en el proceso productivo

Con la información de los energéticos utilizados, se realizó un análisis de los tipos de energía por circuito y el uso de cada uno, como se muestra en la tabla 9; determinando que existen 13 circuitos de energía eléctrica y 3 de energía térmica con usos específicos.

Tabla 9

Tipos y usos de la energía identificados en el proceso de embotellado de bebidas carbonatadas y no carbonatadas

Tipo de energía	Energéticos	Circuitos	Usos
Eléctrica	Energía eléctrica	Suministros 1	Compresores de amoniaco Calderas Secadores
		Suministros 2	Condensadores evaporativos Aire positivo Tratamiento de agua Compresores de aire Transportadores de cajilla Secador
		Suministros 3	Pozos Cisterna de agua cruda
		Línea 1	Jarabes Agitadores de tanques Condensadores
		Línea 2	Lavadora de botellas Carbo cooler Paletizadora Empacadora Transportadores Desencajonadora Llenadora Rinser Termoencojible
		Línea 3	Transportadores Warner Elevador de tapa Envolvedora Llenadora Paletizadora Despaletizadora
		Transformadores secos	Transportadores Banco Tanque de bunker Iluminación ASEBI Oficinas administrativas (aires acondicionados)
		NF/RO	Nanofiltración Osmosis Inversa
		PTAR	Planta de tratamiento de aguas residuales
		CIP	Cleaning in Place
		RO recuperación	Osmosis inversa de recuperación de agua
		Soplado	Proceso de soplado de preforma
		Térmica	Bunker
Gas Licuado de petróleo	Suministros y BPT		Montacargas
Diesel	Generador eléctrico		Generadores de energía

Nota: Elaboración propia

Al consumo de energía eléctrica a partir de los consumos obtenidos en el monitoreo, se determinó que el mayor consumidor de energía eléctrica es el circuito de soplado utilizando en cuatro semanas 225,414 kW/h lo que representa el 35% del consumo total de energía eléctrica. Para el caso de la energía térmica (combustóleo) se usa solo en la caldera, el GLP en montacargas y el diésel para generadores eléctricos.

Tabla 10

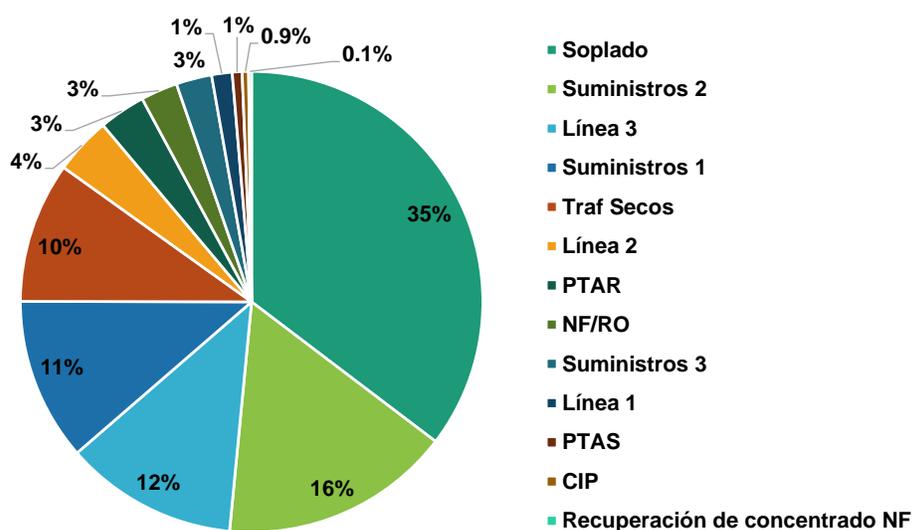
Consumo de energía eléctrica por circuitos en el proceso de embotellado

Circuito	Total, por circuito (kW/h)	Porcentaje
Soplado	225,414.00	35%
Suministros 2	103,066.73	16%
Línea 3	77,109.19	12%
Suministros 1	72,784.49	11%
Transformadores Secos	62,924.73	10%
Línea 2	25,455.84	4%
PTAR	20,784.00	3%
NF/RO	16,413.53	3%
Suministros 3	15,890.92	3%
Línea 1	9,142.72	1%
PTAS	4,360.79	1%
CIP	2,860.00	0.90%
Recuperación de concentrado NF	1,329.08	0.10%

Nota: Elaboración propia

Figura 8

Distribución de la energía eléctrica por circuitos



Nota: Elaboración propia

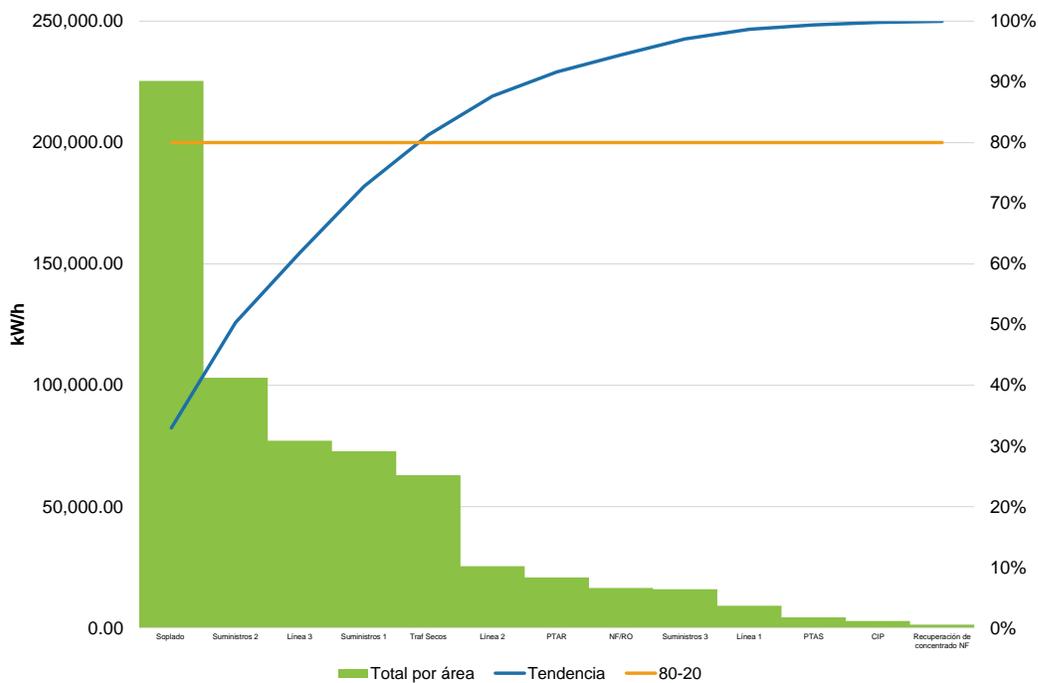
c. Usos significativos de energía

Los usos significativos de energía son aspectos clave dentro del sistema de gestión de la energía, debido a la prioridad se logra para atenderlos. Con los resultados del monitoreo semanal y en el diagrama de Pareto se identificaron los usos significativos de energía por circuitos para la energía eléctrica.

En la figura 9 se muestra cómo se identificaron los cinco circuitos que son los que tienen los usos significativos, es decir, aquellos circuitos que consumen el 80% de la energía eléctrica que es empleada en el proceso de embotellado de bebidas carbonatadas y no carbonatadas; los cuales se describen a continuación:

Figura 9

Diagrama de Pareto, de usos de energía eléctrica en el proceso productivo por circuito



Nota: Elaboración propia

- ✓ **Soplado:** el consumo se debe específicamente por equipos que utilizan resistencias para el calentamiento de la preforma (botella de PET) y para el etiquetado de estas, este servicio es prestado por un proveedor externo, sin embargo, es un proceso que

se realiza dentro de las instalaciones por lo que la energía empleada es brindada por la embotelladora.

- ✓ **Suministros 2:** el consumo se debe a la energía empleada para el funcionamiento de los compresores de aire y condensadores.
- ✓ **Línea 3:** el consumo se debe a una línea con equipos completamente eléctricos, además el Warner (equipo) es el mayor consumidor debido a que se encarga de acumular las bebidas para la formación de paquetes según su presentación.
- ✓ **Suministros 1:** el consumo se debe a la energía empleada para el funcionamiento de compresores de amoniaco.
- ✓ **Transformadores secos:** se debe al consumo de energía empleado en iluminación, aires acondicionados en áreas administrativas y al uso de ASEBI (equipo) que se encarga del descarte de las botellas de vidrio tras su lavado cuentan con alguna partícula.

Tabla 11

Usos significativos identificados en por circuito

Área/circuito	Proceso	Uso significativo	Responsable
Soplado	Soplado y etiquetado de botellas de PET	Sopladora, etiquetadora	Proveedor
Suministros 2	Embotellado	Compresores de aire y condensadores	Supervisor de servicios auxiliares
Línea 3	Embotellado	Equipo (Warner)	Supervisor de producción y mantenimiento
Suministros 1	Servicios auxiliares	Compresores de amoniaco	Supervisor de servicios auxiliares
Transformadores secos	Manufactura	Iluminación, aire acondicionado, ASEBI	Supervisor de servicios auxiliares

Nota: Elaboración propia

Al haber identificado las áreas, procesos, usos significativos por circuito, es decir aquellas variables que son relevantes en la gestión energética; así mismo se identificaron a los responsables de cada uno de los circuitos lo cual permitirá dar un mayor seguimiento a las mejoras identificadas posteriormente.

d. Oportunidades de mejora del desempeño energético

Con información obtenida de oportunidades de mejora establecidas en otras plantas embotelladoras y con el apoyo del personal de ambiente y servicios auxiliares se identificaron las siguientes oportunidades de mejora, para ser implementadas en la empresa, las cuales se pueden observar en la tabla 12.

Tabla 12

Oportunidades de mejora para el desempeño energético dentro del proceso productivo

No.	Oportunidad de mejora	Costo estimado de inversión (otras plantas)	Ahorro de energía (kWh)
1	Reajustes de sopladora y etiquetadora	Q750,000.00	60,449
2	Reemplazo de motores de 3 compresores de amoniaco	Q371,250.00	185,943
3	Instalación de analizadores con monitoreo remoto en tiempo real en los 13 circuitos	Q127,500.00	N/A
4	Instalación de generadores de energía fotovoltaica	Q4,665,450.00	876,540
5	Aumento de temperatura de llenado de L3 (3-4°C)	Q187,500.00	34,722
6	Automatización de compresores de amoniaco	Q525,000.00	17,407
7	Optimización de presión en el circuito de aire	Q37,500.00	24,310

Nota: Elaboración propia, basado en ABASA (2022)

Se seleccionaron siete oportunidades de mejora las cuales pueden ser aplicadas en el proceso de embotellado de la empresa; que al implementarlas generaran un ahorro de energía de 1,199,371 kW/h (4317733.8 MJ) con una inversión estimada en Q6,664,200.00.

Seguidamente se procedió a realizar la priorización con el supervisor de ambiente y servicios auxiliares tomando en cuenta los criterios establecidos en la tabla 6; lo que permitió obtener los siguientes resultados que se muestran en la tabla 13.

Tabla 13

Priorización de oportunidades de mejora para el desempeño energético dentro del proceso productivo

No.	Oportunidad de mejora	Costo	Ahorro	Impacto	Interés empresarial	TOTAL
1	Reajustes de sopladora y etiquetadora	2	5	5	5	17
2	Reemplazo de motores de 3 compresores de amoníaco	3	4	4	5	16
3	Instalación de analizadores con monitoreo remoto en tiempo real en los 13 circuitos	4	0	1	4	9
4	Instalación de generadores de energía fotovoltaica	1	5	5	4	15
5	Aumento de temperatura de llenado de L3 (3-4°C)	3	2	3	5	13
6	Automatización de compresores de amoníaco	4	1	2	5	12
7	Optimización de presión en el circuito de aire	5	2	3	5	15

Nota: Elaboración propia

9.2 Cumplimiento de la Norma ISO 50,001:2018

Se realizó la verificación del cumplimiento de los requisitos auditables establecidos en la norma ISO 50,001:2018, a través de un cuestionario dirigido a supervisor de ambiente en planta, el cual permitió obtener los siguientes resultados (véase apéndice D).

En cuanto al cumplimiento global se obtuvo un 46.34% de desempeño de la norma ISO 50,001:2018, en el proceso de embotellado de bebidas carbonatas y no carbonatadas; como se muestra en la tabla 15 y figura 10.

Tabla 14

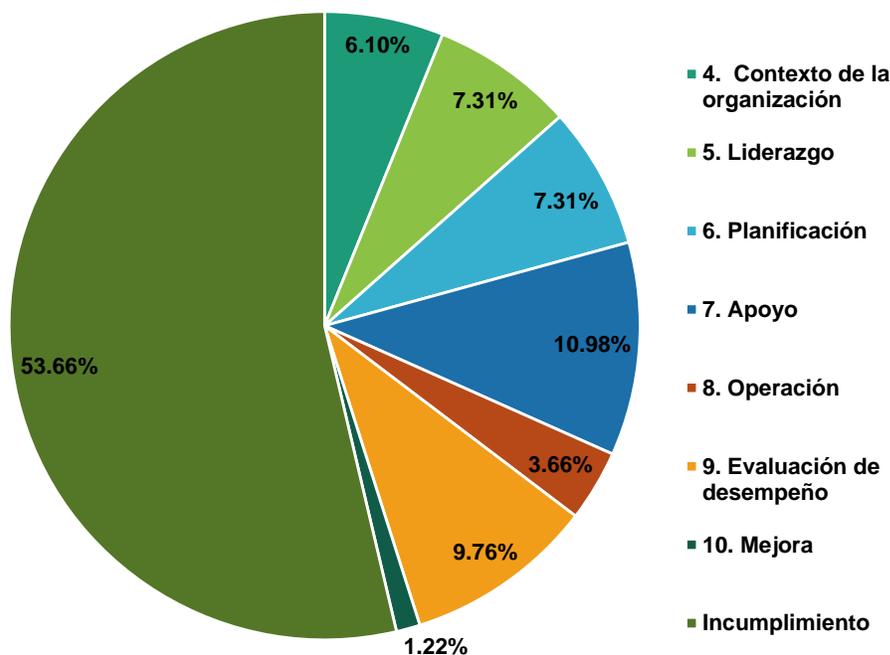
Cumplimiento de la Norma ISO 50,001:2018; en el proceso de embotellado

Capítulo de Norma	Porcentaje de cumplimiento
4. Contexto de la organización	6.10%
5. Liderazgo	7.31%
6. Planificación	7.31%
7. Apoyo	10.98%
8. Operación	3.66%
9. Evaluación de desempeño	9.76%
10. Mejora	1.22%
TOTAL	46.34%

Nota: Elaboración propia

Figura 10

Porcentaje de cumplimiento de la Norma ISO 50,001:2018; en el proceso de embotellado.



Nota: Elaboración propia

- **Contexto de la organización:** se obtuvo un porcentaje de 6.10, debido a que no tienen determinados problemas específicos de rendimiento de energía externos a la embotelladora, así mismo, no se ha determinado la aplicabilidad de los requisitos

legales en cuanto a eficiencia energética, ya que en el país no se tiene una ley de ahorro de energía; y no se cuenta con un Sistema de Gestión de Energía (SGEN) implementado; aún se están realizando diagnósticos para la implementación del mismo; sin embargo se tienen determinadas las partes interesadas y los requisitos pertinentes.

- **Liderazgo:** se obtuvo un porcentaje de 7.31, de cumplimiento, debido a que se cuenta con una política integrada (general) y no se establecieron acciones específicas de gestión energética; pero se ha demostrado trabajo en equipo como base fundamental en la gestión, lo que ha permitido aprovechar habilidades y conocimientos de los colaboradores estableciendo un grupo de progreso para mejorar el desempeño de la gestión energética y contar con formación para la futura implementación del Sistema de Gestión Energética (SGEN).
- **Planificación:** se tiene un porcentaje de cumplimiento de 7.31, porque las necesidades y expectativas identificadas no son específicas, el sistema de gestión con el que se cuenta es integrado; además no se ha realizado antes una revisión energética, ni una línea base energética y no se ha planificación para la recolección de datos de energía; pero se han planificado acciones que puedan abordar los riesgos y se han establecido objetivos para cumplir metas en cuanto al consumo anual de energía utilizado en el proceso productivo.
- **Apoyo:** es el capítulo con mayor porcentaje de cumplimiento con el 10.98, debido a que se asignan recursos para proyectos de mejora, se cuenta con personal capacitado sobre la norma que conoce el impacto que generan las actividades realizadas; sin embargo, la información disponible no se encuentra controlada.
- **Operación:** se cumple en un porcentaje de 3.66, debido a que no se cuenta con una planificación documentada para controlar los usos significativos de la energía, y no se han establecido los criterios para evaluar el rendimiento energético cuando se

realizan adquisiciones; pero en la ampliación de la empresa se considera que en las adquisiciones que se realicen se evalúe el rendimiento energético.

- **Evaluación del desempeño:** se tiene un porcentaje de cumplimiento del 9.76, porque no se realizan auditorías internas de esta norma por no disponer de un Sistema de Gestión Energética (SGEN) y con la certificación; sin embargo, en cuanto a monitoreo, medición y análisis, se realiza un registro diario del consumo general comparado con la producción de bebidas.
- **Mejora:** tiene un porcentaje de cumplimiento de 1.22, porque no se realizan auditorías internas para identificar no conformidades, sin embargo, se llevan a cabo acciones de mejora por desviaciones en el indicador general de consumo de energía.

9.3 Estimación de emisiones de dióxido de carbono (CO₂ equivalente) como gas de efecto invernadero

Para estimar las emisiones de dióxido de carbono producido como gas de efecto invernadero en el proceso productivo, se analizó la información del consumo de energía eléctrica, gas licuado de petróleo (GLP), combustóleo o bunker y diésel, de los registros durante el año 2021 y 2022; seguidamente se realizó el cálculo por tipo de fuente y el análisis, con los siguientes resultados.

9.3.1 Combustible para movilidad

Para movilidad en las instalaciones de la empresa se utiliza GLP especialmente para equipo de carga y descarga de productos de la cadena de suministro; en la tabla 15 y figura 11 se muestran el consumo de GLP y las emisiones de dióxido de carbono en T CO₂ equivalente.

Anudado a ello, se muestra en la figura 11, las emisiones de CO₂ e por consumo de GLP disminuyeron del 2021 al 2022, de 122 a 111 T CO₂ e, es decir en 11 Toneladas/año, debido principalmente a la instalación de alarmas para detección de fugas en los tanques

de almacenamiento; lo que permite identificar si al momento que se está recargando un cilindro no se está fugando el combustible.

Tabla 15

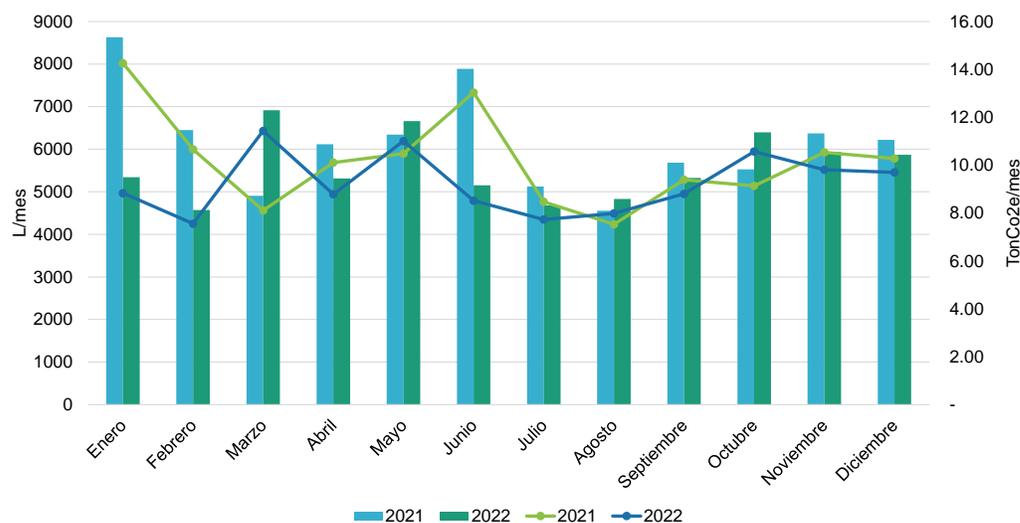
Emisiones de CO₂ equivalente por consumo de Gas Licuado de Petróleo GLP en el proceso productivo

GLP Mes/Año	Litros		Ton CO ₂ e	
	2021	2022	2021	2022
Enero	8,627	5,343	14	9
Febrero	6,449	4,572	11	8
Marzo	4,907	6,916	8	11
Abril	6,116	5,315	10	9
Mayo	6,344	6,660	10	11
Junio	7,887	5,154	13	9
Julio	5,124	4,677	8	8
Agosto	4,555	4,833	8	8
Septiembre	5,682	5,326	9	9
Octubre	5,527	6,396	9	11
Noviembre	6,373	5,936	11	10
Diciembre	6,219	5,870	10	10
7. TOTAL	73,810	66,998	122	111

Nota: Elaboración propia

Figura 11

Emisiones de CO₂ equivalente por consumo de GLP



Nota: Elaboración propia

9.3.2 Combustión estacionaria

Para determinar las emisiones de CO₂ equivalente por combustión estacionaria, se analizó por tipo de combustible, con los siguientes resultados:

a. Combustóleo o bunker

En la tabla 16, se muestra en el consumo de combustóleo de los años 2021 y 2022, así como el cálculo de las emisiones de CO₂ equivalente.

Tabla 16

Consumo de combustóleo/bunker y emisiones de CO₂ equivalente en el proceso productivo.

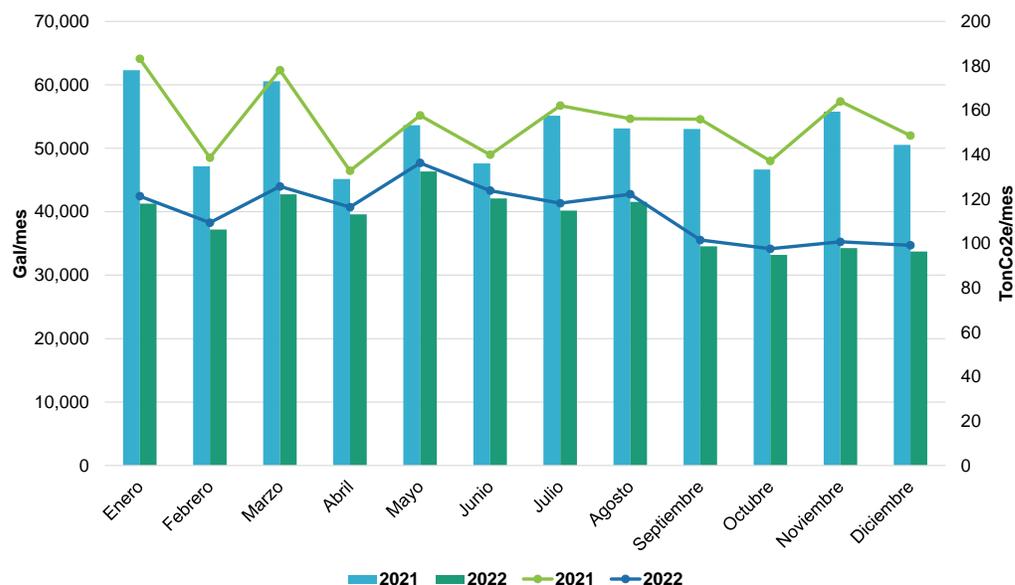
Bunker Mes/Año	Litros		Ton CO₂e	
	2021	2022	2021	2022
Enero	62,294	41,260	183	121
Febrero	47,146	37,188	139	109
Marzo	60,564	42,745	178	126
Abril	45,147	39,576	133	116
Mayo	53,618	46,347	158	136
Junio	47,604	42,101	140	124
Julio	55,121	40,170	162	118
Agosto	53,115	41,563	156	122
Septiembre	53,028	34,534	156	102
Octubre	46,645	33,202	137	98
Noviembre	55,776	34,266	164	101
Diciembre	50,531	33,736	149	99
Total	630,589	466,688	1854	1372

Nota: Elaboración propia

Las emisiones de CO₂ e por consumo de combustóleo disminuyeron del 2021 al 2022 como se muestra en la figura 12, siendo de 1,854 a 1,372 T CO₂ e, es decir en 482 Toneladas/año, esto debido a la instalación de aislamiento térmico en tuberías de conducción de vapor, la operación de forma independiente los circuitos de vapor y la instalación de trampas de vapor; lo cual ha disminuido las pérdidas de calor en el circuito de vapor.

Figura 12

Emisiones de CO₂ equivalente por consumo de combustóleo/bunker



Nota: Elaboración propia

b. Combustible Diésel

En la tabla 17, se muestra el consumo de combustible diésel de los años 2021 y 2022, así como el cálculo de las emisiones de CO₂ equivalente.

Así mismo, se muestra en la figura 13 que las emisiones de CO₂ equivalente por consumo de diésel han aumentado del año 2021 al 2022 respectivamente de 24 a 36 T CO₂ e, es decir 12 Toneladas/año debido a que se tuvieron fallas en las estaciones eléctricas y los transformadores que alimentan los circuitos de energía, por lo que se utilizaron los generadores eléctricos con mayor periodicidad.

Tabla 17

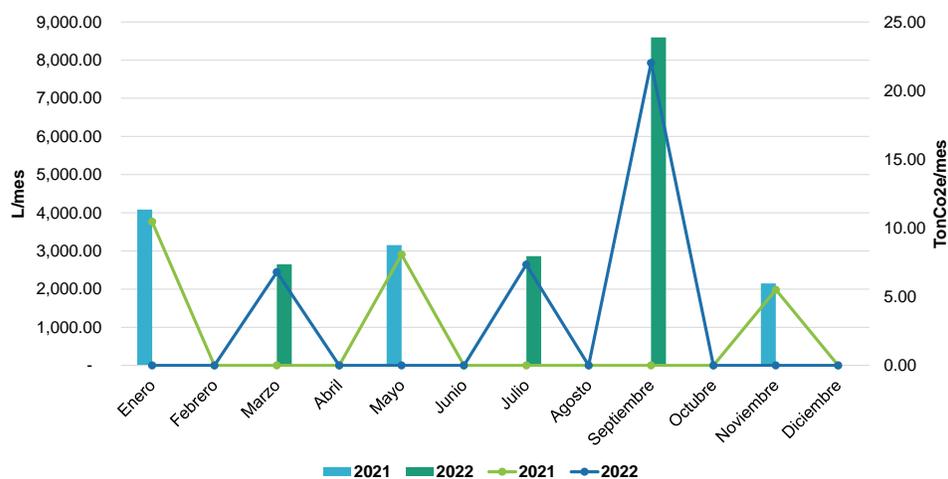
Consumo de combustible diésel y emisiones de CO₂ equivalente en el proceso productivo

Diesel Mes/Año	Litros		Ton CO ₂ e	
	2021	2022	2021	2022
Enero	4,083	0	10	0
Febrero	0	0	0	0
Marzo	0	2,650	0	7
Abril	0	0	0	0
Mayo	3,152	0	8	0
Junio	0	0	0	0
Julio	0	2,865	0	7
Agosto	0	0	0	0
Septiembre	0	8,596	0	22
Octubre	0	0	0	0
Noviembre	2,150	0	6	0
Diciembre	0	0	0	0
TOTAL	9,385	14,111	24	36

Nota: Elaboración propia

Figura 13

Emisiones de CO₂ equivalente por consumo de combustible diésel



Nota: Elaboración propia

c. Energía eléctrica

Para estimar las emisiones de CO₂ equivalente por consumo de energía eléctrica utilizada en el proceso productivo, se analizó el consumo de energía eléctrica utilizado en el proceso productivo de 2021 y 2022; obteniendo los resultados de la tabla 18.

Las emisiones de CO₂ equivalente por consumo de energía eléctrica han disminuido del año 2021 al 2022, de 4,123 a 3,535 T CO₂ e, con una reducción de 588 Toneladas/año; debido a la optimización de tiempos en saneamiento de tanques y circuitos de agua y al reemplazo del alumbrado convencional por lámparas fotovoltaicas,

Tabla 18

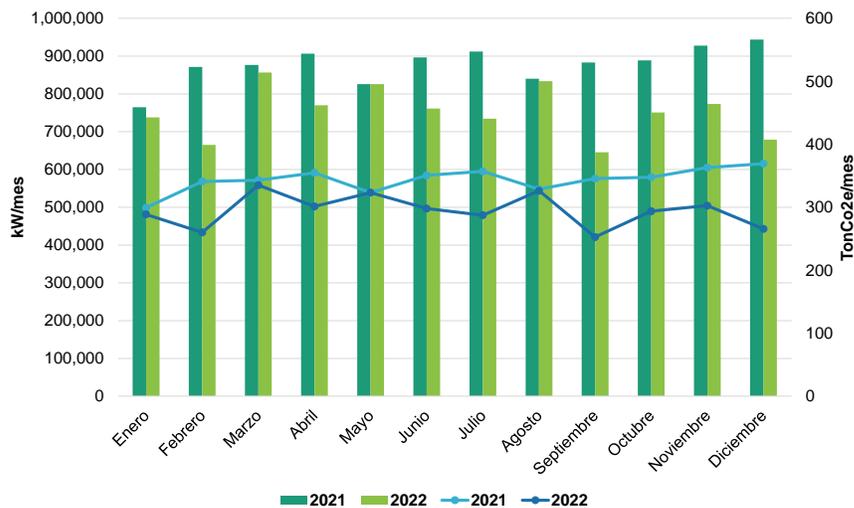
Consumo de energía eléctrica y emisiones de CO₂ equivalente en el proceso productivo

Electricidad Mes/Año	KW/h		TonCo2e	
	2021	2022	2021	2022
Enero	764,750	737,894	299	289
Febrero	871,250	664,866	341	260
Marzo	876,750	856,590	343	335
Abril	906,500	769,955	355	301
Mayo	826,000	826,060	323	323
Junio	896,375	761,331	351	298
Julio	912,150	734,368	357	287
Agosto	840,000	833,840	329	326
Septiembre	883,075	645,750	346	253
Octubre	888,852	750,750	348	294
Noviembre	927,925	773,500	363	303
Diciembre	943,700	679,039	369	266
Total	10,537,327	9,033,943	4123	3535

Nota: Elaboración propia

Figura 14

Emisiones de CO₂ equivalente por consumo de energía eléctrica



Nota: Elaboración propia

Las emisiones de CO₂ equivalente por uso de combustibles y energía eléctrica han disminuido del año 2021 al 2022, en 1,069 T CO₂ e como se puede ver la tabla 19 y que, en promedio, anualmente se están emitiendo 5,589 T CO₂ e.

Tabla 19

Resumen de emisiones de CO₂ equivalente por uso de combustibles y energía eléctrica durante 2021 y 2022

Energético/Año	Ton CO₂ e	
	2021	2022
Gas Licuado de Petroleo	122	111
Combustoleo - Bunker	1,854	1,372
Diesel	24	36
Electricidad	4123	3535
Total, año	6123	5054

Nota: Elaboración propia

La reducción de emisiones de CO₂ equivalente respecto al año 2021 y 2022 disminuyeron en cuanto a GLP, bunker y electricidad, porque se han implementado medidas para ahorrar los consumos de combustibles y se han optimizado procesos para energía eléctrica.

10 CONCLUSIONES

- Se determinó que, en el proceso productivo de bebidas carbonatadas y no carbonatadas, se utiliza energía eléctrica en 13 circuitos, de los cuales cinco son los de mayor consumo, soplado (soplado y etiquetado de la botella de PET), suministros 2 (compresores de aire y condensadores), línea 3 (embotellado de bebida en botella de PET), suministros 1 (compresores de amoniaco) y transformadores secos (iluminación, aires acondicionados y ASEBI).
- Se determinó que, la energía térmica generada por combustibles es utilizada en tres circuitos, que son servicios auxiliares (caldera), suministros y producción (montacargas) y manufactura (generadores eléctricos).
- De acuerdo con los resultados el mayor consumo de energía eléctrica se realiza en el área de soplado, estimando un consumo semanal (7 días) promedio de 56,353 kW/h debido a que es un proceso donde la única fuente es energía eléctrica y una de las actividades de mayor demanda.
- La gestión energética permitiría un ahorro de 1,199,371 kW/h (4,317,733.8 MJ) en el proceso productivo de bebidas carbonatadas y no carbonatadas para lo cual se requiere una inversión de Q. 6,664,200.00
- Al final del estudio, la empresa embotelladora de bebidas carbonatadas y no carbonatas cumple con el 46.34% respecto a la Norma ISO 50,001:2018 (Sistemas de Gestión de la Energía), lo que evidencia que las estrategias y acciones implementadas permiten mejorar la eficiencia; sin embargo, pero aún está por debajo del 50% de cumplimiento.
- La Norma ISO 50,001:2018 (Sistemas de gestión de la energía), permite a la empresa embotelladora mejorar la gestión energética y la sostenibilidad, generando beneficios a largo plazo.

- Las emisiones de dióxido de carbono por consumo de combustible y energía eléctrica generan en promedio 5,589 T CO₂ equivalente. determinado con datos de 2021 y 2022.
- Los resultados indican que las emisiones de dióxido de carbono equivalente se han reducido de 1,069 T CO₂ equivalente de 2021 a 2022.

11 RECOMENDACIONES

- Al área de mantenimiento de la empresa embotelladora de bebidas carbonatadas y no carbonatadas que pueda actualizar los planos eléctricos cada cambio estructural efectuado, y agregar la sustitución de equipos para sistematizar de mejor forma la información de los diferentes circuitos de la empresa.
- Al área de servicios auxiliares y mantenimiento, implementar las siete oportunidades de mejora identificadas en el estudio de evaluación de la gestión energética según la norma ISO 50,001:2018 en el proceso de embotellado de bebidas carbonatadas y no carbonatadas, para mejorar la gestión energética e implementar el Sistema de Gestión de Energía (SGEN).
- Al grupo de mejora de energía realizar auditorías energéticas año con año para identificar áreas específicas que permitan mejorar la gestión energética y reducción de emisiones de CO₂.
- Implementar prácticas y tecnologías que mejoren la eficiencia energética en la cadena de producción de bebidas carbonatadas y no carbonatadas; como la optimización en los procesos de producción, implementación de energía renovable (fotovoltaica) y uso de biogás, transportes eficientes, lo que permitirá tanto beneficios ambientales como económicos.
- Al personal de procesos de producción, se recomienda utilizar la energía térmica como fuente de ahorro y optimización de recursos en los siguientes circuitos: servicios auxiliares (caldera), suministros y producción (montacargas) y manufactura (generadores eléctricos).

12. REFERENCIAS

Alimentos y Bebidas Atlántida, Sociedad Anónima. (2015). Auditorías ABASA sistema de gestión [Documento en Excel].

Alimentos y Bebidas Atlántida, Sociedad Anónima. (2023). *Manufactura Guatemala: evaluación de consumos de energía – 2023* [documento en Power Point].

Ambiente y Desarrollo Consultores S.A. (2020). *Unificación y actualización de expedientes D-176-10 y 475-2010 Plan de Gestión Ambiental -PGA- del proyecto planta ABASA* [Documento en PDF].

Aros Sepúlveda, D. A. (2017). *Levantamiento y estudio de eficiencia energética en línea de producción de vinos* [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica Federico Santa María]. Repositorio Universidad Técnica Federico Santa María. <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/23030/3560900231971UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



Banco Mundial. (01 de diciembre de 2017). *Eficiencia energética*. <https://www.bancomundial.org/es/results/2017/12/01/energy-efficiency#:~:text=Adem%C3%A1s%20de%20reducir%20las%20emisiones,d e%20las%20operaciones%20en%20sectores>

Colindres Orellana, E. I. (2019). *Diseño de un plan de gestión energética eléctrica basado en las normas ISO 50001 y 50002 para el Palacio Nacional de la Cultura* [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio del Sistema Bibliotecario de la Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/13823/1/Enrique%20Isaac%20Colindres%20Orellana.pdf>

Consejo Municipal de Desarrollo del municipio de Río Hondo, Zacapa, Guatemala. (2018). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del municipio de Río Hondo 2019-2032. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. <https://es.scribd.com/document/532571882/1903-PDM-OT-RIO-HONDO-ZACAPA#logout>

Davies Waldron, C., Harnisch, J., Lucon, O., Mckibbon, R. S., Saile, S. B., Wagner, F. y Walsh, M. P. (2006). Combustión móvil. En S. Eggleston, L. Buendía, K. Miwa, T. Ngara y K Tanabe (editores). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero: energía* (volumen 2, capítulo 3, pp. 3.1.3.78). Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf

Espinosa Nava, M. A. (2017). *Energía, compilación de información* [Diapositivas]. <https://core.ac.uk/download/pdf/154798687.pdf>



Fernández Gómez, J. (2021). *Eficiencia energética en el sector industrial*. Cuadernos Orkestra Instituto Vasco de Competitividad. <https://www.orkestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orkestra/210005-Eficiencia-Energ%C3%A9tica-Sector-Industrial-INFORME-COMPLETO-.pdf>

Flores Díaz, L. y Jáuregui Nares., I. (2020). *Guía de implementación e interpretación de requisitos del estándar ISO 50001:2018*. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. https://www.conuee.gob.mx/transparencia/boletines/SGen/manuales/Guia_ISO_50001_2018_paginas_web1.pdf

Garg, A., Kazunari, K. y Pulles, T. (2006). Introducción. En S. Eggleston, L. Buendía, K. Miwa, T. Ngara y K Tanabe (editores). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero: energía* (volumen 2, capítulo 1, pp. 1-30). Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_1_Ch1_Introduccion.pdf

Gómez, D. R., Watterson, J. D., Americano, B. B., Ha, Ch., Marland, G., Matsika, E., Namayanga, L. N., Osman-Elasha, B., Kalenga Saja, J. D. y Treanton, K. (2006). Combustión estacionaria. En S. Eggleston, L. Buendía, K. Miwa, T. Ngara y K Tanabe (editores). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventario nacionales de gases de efecto invernadero: energía* (volumen 2, capítulo 2, pp. 1-30). Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

Hidalgo G., M., Moreno J. y Salinas R., G. (2018). *Eficiencia energética en la estrategia: identificando oportunidades de valor*. Agencia Chilena de Eficiencia Energética.  <https://guiaiso50001.cl/guia/wp-content/uploads/2018/05/La-Eficiencia-Energe%CC%81tica-en-la-Estrategia-Identificando-Oportunidades-de-Valor-Impresio%CC%81n.pdf>

Instituto Nacional de Estadística. (2020). *Estimaciones y proyecciones de la población total a nivel municipal 2015-2035 (al 30 de junio de cada año)*. <https://www.ine.gob.gt/ine/wp-content/uploads/2020/08/Estimaciones-y-Proyecciones-Municipales-2015-2035.xlsx>

Laire, M. de, Fiallos, Y. y Aguilera, A. (2018). *Guía de implementación de sistemas de gestión de energía basados en ISO 50001*. Agencia de Sostenibilidad Energética. <https://drive.google.com/file/d/1OBbFU1XgjCcUt4r8gt79EVubcoLsHAY/view>

Laire, M. de, Fiallos, Y. y Aguilera, A. (2017). *Beneficios de los sistemas de gestión de energía basados en ISO 50001 y casos de éxito*. Agencia Chilena Eficiencia Energética. https://guiaiso50001.cl/guia/wp-content/uploads/2017/05/Casos_exito_correccion9.pdf

Lemus Aguilar, C. A., Menjivar Portillo, S. E. y Sánchez Alemán, F. C. (2021). *Propuesta de una metodología de implantación de la norma ISO 50001 a la industria manufacturera en El Salvador* [Tesis de licenciatura, Universidad de El Salvador]. Repositorio Institucional Universidad de El Salvador. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/23473/1/Propuesta%20de%20una%20metodolog%C3%ADa%20de%20implantaci%C3%B3n%20de%20la%20Norma%20ISO%2050001%20a%20la%20industria%20manufacturera%20ES.pdf>

Ministerio de Energía y Minas. (2017). *Plan nacional de eficiencia energética 2019-2023*. <https://mem.gob.gt/wp-content/uploads/2020/10/08.-Plan-Nacional-de-Eficiencia-Energetica.pdf>



Ministerio de Energía y Minas. (2018). *Política energética 2019-2050*. <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2018/11/Pol%C3%ADtica-Energ%C3%A9tica-2019-2050.pdf>

Ministerio de Energía y Minas. (2019). *Balance energético 2019*. <https://mem.gob.gt/wp-content/uploads/2020/10/BALANCE-ENERGETICO-2019.pdf>

Ministerio de Energía y Minas. (s.f.). *Política energética 2013-2027: energía para el desarrollo calidad, cantidad competitividad*. <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2013/02/PE2013-2027.pdf>

Organización Internacional de Normalización. (2015a). *Norma internacional ISO 9001: sistemas de gestión de la calidad-requisitos* (5ª edición).
<http://www.itvalledelguadiana.edu.mx/ftp/Normas%20ISO/ISO%209001-2015%20Sistemas%20de%20Gesti%C3%B3n%20de%20la%20Calidad.pdf>

Organización Internacional de Normalización. (2015b). *Norma internacional ISO 14001: sistemas de gestión ambiental - requisitos con orientación para uso* (3ª edición).
<http://www.itvalledelguadiana.edu.mx/ftp/Normas%20ISO/ISO%2014001-2015%20Sistemas%20de%20Gestion%20Mabiental.pdf>

Organización Internacional de Normalización. (2018a). *ISO 2200:2018(es): sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos - requisitos para cualquier organización de la cadena alimentaria* (2ª edición).
<https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:22000:ed-2:v2:es>

Organización Internacional de Normalización. (2018b). *ISO 45001:2018(es): sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo - requisitos con orientación para su uso*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:45001:ed-1:v1:es>



Organización Internacional de Normalización. (2018c). *ISO 50001:2018(es): sistemas de gestión de la energía - requisitos con orientación para su uso*.
<https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:50001:ed-2:v1:es>

Organización Internacional de Normalización. (2018d). *ISO_50001 data per country and sector – 2011 to 2017*.
https://isotc.iso.org/livelink/livelink/18809652/04._ISO_50001_-_data_per_country_and_sector_-_2011_to_2017.xlsx?func=doc.Fetch&nodeid=18809652

Organización Internacional de Normalización. (2019). *The ISO survey of management system standard certifications -2018- explanatory note.*
https://isotc.iso.org/livelink/livelink/fetch/-8853493/8853511/8853520/18808772/20719433/21911005/0._Explanatory_note_on_ISO_Survey_2018_results.pdf?nodeid=20719021&vernum=-2

Organización Internacional de Normalización. (2021). *ISO Survey 2018 results number of certificates and sites per country and the number of sector overall.*
https://isotc.iso.org/livelink/livelink/20722049/1._ISO_Survey_2018_results_-_Number_of_certificates_and_sites_per_country_and_the_number_of_sector_overall.xlsx?func=doc.Fetch&nodeid=20722049

Organización Internacional de Normalización. (2022a). *ISO server 2019 results number of certificates and sites per country and the number of sector overall.*
https://isotc.iso.org/livelink/livelink/21412354/1._ISO_Survey_2019_results_-_Number_of_certificates_and_sites_per_country_and_the_number_of_sector_overall.xlsx?func=doc.Fetch&nodeid=21412354



Organización Internacional de Normalización. (2022b). *ISO server 2020 results number of certificates and sites per country and the number of sector overall.*
https://isotc.iso.org/livelink/livelink/21901590/1._ISO_Survey_2020_results_-_Number_of_certificates_and_sites_per_country_and_the_number_of_sector_overall.xlsx?func=doc.Fetch&nodeid=21901590

Organización Internacional de Normalización. (2022c). *ISO server 2021 results number of certificates and sites per country and the number of sector overall.*
https://isotc.iso.org/livelink/livelink/22270909/1.ISO_Survey_2021_results_-_Number_of_certificates_and_sites_per_country_and_the_number_of_sector_overall.xlsx?func=doc.Fetch&nodeid=22270909

Organización Internacional de Normalización. (2022d). *The ISO survey of management system standard certifications -2021- explanatory note*. https://isotc.iso.org/livelink/livelink/fetch/-8853493/8853511/8853520/18808772/0.Explanatory_note_and_overview_on_ISO_Survey_2021_results.pdf?nodeid=22272345&vernum=-2

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2011). *Cifras para el desarrollo humano en Zacapa*. <https://docplayer.es/45045180-Cifras-para-el-desarrollo-humano-zacapa.html>

Roldán Viloria, J. (2008). *Fuentes de energía, instalaciones eólicas, instalaciones solares térmicas, instalaciones fotovoltaicas, consejos para economizar energía*. Cengage Paraninfo S.A. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=1VSdl7o_t2kC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Fuentes+de+energ%C3%ADa&ots=aGpct2VEh6&sig=qSnmz7CX-qiQgHBYUvbBf5U9NpM#v=onepage&q=Fuentes%20de%20energ%C3%ADa&f=false



Samayoa Moscoso, A. A. (2018). *Diagnóstico y actividades ambientales realizadas en la empresa de Alimentos y Bebidas de Atlántida S.A. municipio de Río Hondo departamento de Zacapa, Guatemala, 2018* [Informe de EPS, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Oriente]. Biblioteca Virtual Centro Universitario de Oriente. https://hksoluciones.sfo2.digitaloceanspaces.com/hksoluciones/tesisusac/libros/19_IGAL_EPS-3298_-_CD_2718.pdf?X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=EDVVKX7GE6M4PQ6FC2BS%2F20221128%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20221128T174924Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=31d62c15b7636ab0eac3c24d6dcb484a42de6e698175ce2e4eece031beb48760

Sandoval Martínez, A. S. (2006). *Cuantificación de cafeína en bebidas carbonatadas de mayor consumo por niños en edad escolar y pre adolescentes, en colegios privados de la ciudad capital* [Tesis de Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Biblioteca Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2479.pdf

SGS Academy. (2018). Requisitos de la norma ISO 50001:2018 [documento electrónico].

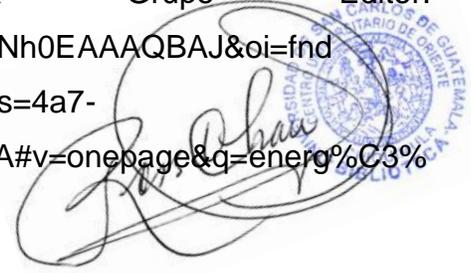
<https://mail.google.com/mail/u/0/?ogbl#inbox/FMfcgzGrbHsJxJMCSBGBLDICrIRRIjt?projector=1&messagePartId=0.1>

Solórzano Córdón, K. D. (2019). *Análisis de la norma ISO 14001 versión 2015, para el diseño de sistemas de gestión ambiental en plantas embotelladoras de bebidas* [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Oriente]. Repositorio del Sistema Bibliotecario Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/12442/1/19%20IGAL%20TG-3388-2808-Solorzano.pdf>



Trespalcios, J., Blanquicett, C. y Carrillo, P. (2018). *Gases y efecto invernadero*. Instituto de Desarrollo Sostenible/CEU/Universidad del Norte. <https://www.local2030.org/library/585/Gases-y-efecto-invernadero.pdf>

Vega de Kuyper, J. C., y Ramírez Morales, S. (2014). Conceptos básicos sobre energía. En *Fuentes de energía, renovables y no renovables: aplicaciones*. (pp. 3-20). Alfaomega Grupo Editor.
https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=PNh0EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=energ%C3%ADa+renovable&ots=4a7-lhe5jV&sig=g4UENgyA_kCmSWIQIJXZixVTInA#v=onepage&q=energ%C3%ADa%20renovable&f=false



13 APÉNDICE

Apéndice A.

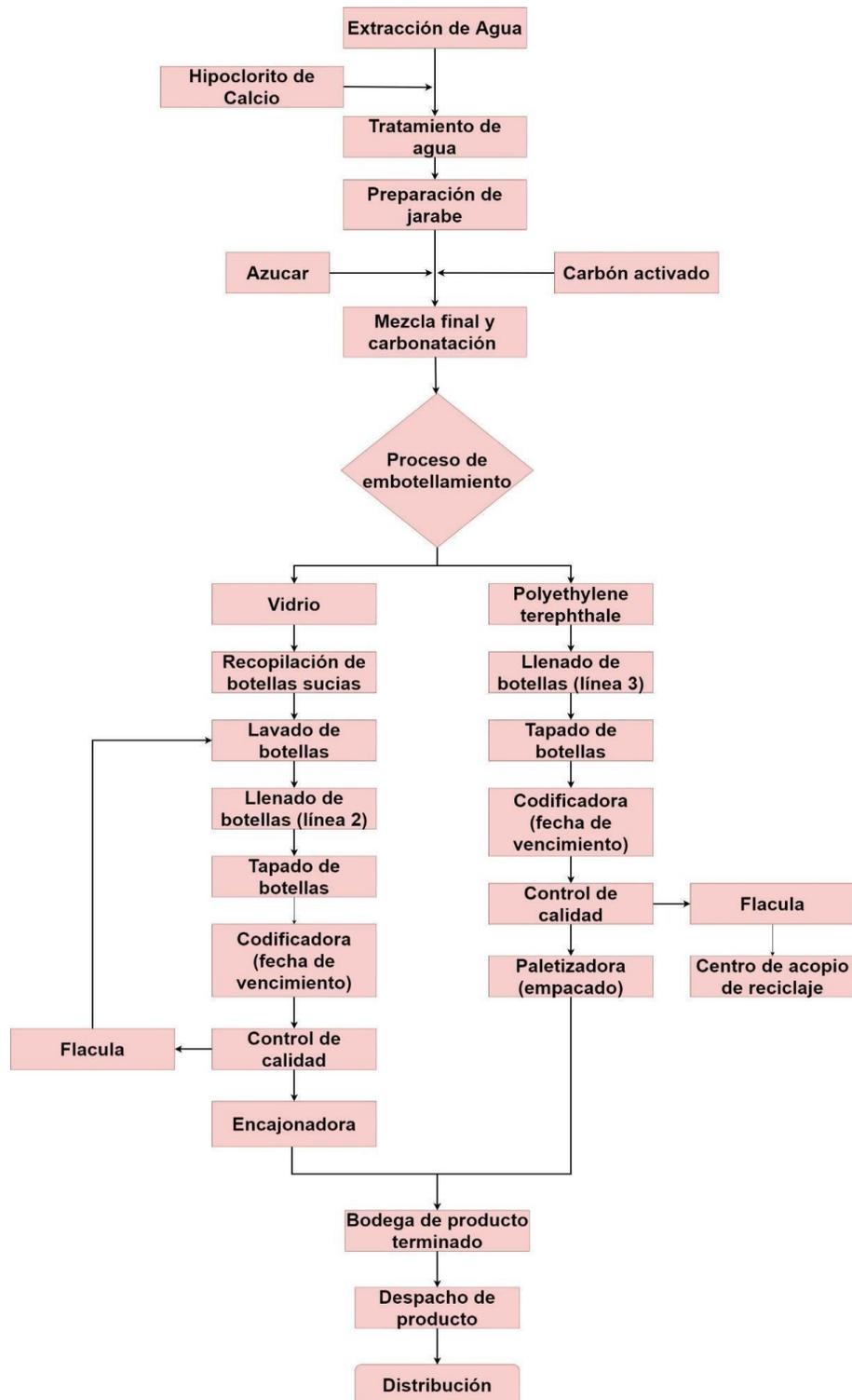


Figura A1. Diagrama de flujo del proceso de producción de la empresa embotelladora de bebidas carbonatadas y no carbonatadas. Adoptado de Ambiente y Desarrollo Consultores S.A. (2020)

Apéndice C

No. Área o Circuito	Fecha						
	9/01/2023	10/01/2023	11/01/2023	12/01/2023	13/01/2023	14/01/2023	15/01/2023
1 Suministros 1	3608.01	3328.2	2143.79	2885.03	2637.97	2491.99	568.02
2 Suministros 2	4550.61	4684.15	4304.31	4258	4472	3857.99	1950.79
3 Suministros 3	517.12	562.48	594.23	602.57	670.51	689.92	591.26
4 Línea 1	375.05	399.07	374.2	387.43	416.18	345.24	241.62
5 Línea 2	1952.68	1775.7	1298.69	2058.96	1706.91	1268.23	251.28
6 Línea 3	3079.87	3287.26	3110.68	1797.76	3409.66	3257.64	593.63
7 Transformadores Secos	2106.68	2040.82	2083.3	2196.19	2018.31	1703.02	1529.67
8 NF/RO	467.32	561.93	807.96	623.35	861.09	740.17	483.26
9 PTAR	924.9	957.3	982.5	915.4	1093.2	952.3	605.6
10 CIP	80	78	92	119	75	120	102
11 Recuperación de concentrado NF	42.1	42.42	56.23	40.5	74.67	63.21	8.2
12 Soplado	9042	9086	9256	5008	9658	4710	6392
13 PTAS	148.33	159.63	158.93	168.65	167.17	181.46	185.47
TOTAL, POR DIA	26894.67	26962.96	25262.82	21060.84	27260.67	20381.17	13502.8

Tabla C1. Consumos de energía eléctrica (kW/h) utilizado en la segunda semana de enero 2023 para el proceso de embotellado

Combustible (gal)	9/01/2023	10/01/2023	11/01/2023	12/01/2023	13/01/2023	14/01/2023	15/01/2023
Bunker	491	457	386	491	422	316	386
GLP	60.16	60.16	60.16	60.16	60.16	60.16	60.16
TOTAL, POR DIA	551.16	517.16	446.16	551.16	482.16	376.16	446.16

Tabla C2. Consumos de combustible (gal) utilizados en la segunda semana de enero 2023 para el proceso de embotellado

No. Área o Circuito	Fecha						
	7/02/2023	8/02/2023	9/02/2023	10/02/2023	11/02/2023	12/02/2023	13/02/2024
1 Suministros 1	3561.7	2808.77	1558.89	428.29	135.47	931.69	1988.68
2 Suministros 2	3202.53	3422.28	3175.78	2321.26	2705.66	2833.99	2533.49
3 Suministros 3	536.48	527.47	532.28	576.94	607.9	593.38	504.96
4 Línea 1	326.66	287.37	303.55	290.8	126.63	189.44	296.71
5 Línea 2	183.22	161.76	156.22	181.17	172.05	79.88	41.81
6 Línea 3	3148.33	3234.05	2750.13	1360.82	2834.47	2819.1	2016.19
7 Transformadores Secos	1776.73	2043.66	2254.64	2131.11	2069.54	1837.51	1604.64
8 NF/RO	399.18	460.96	446.97	610.67	988.97	706.59	396.18
9 PTAR	602.2	701.1	626.6	464	702	847.9	413.2
10 CIP	69	75	105	161	77	65	98
11 Recuperación de concentrado NF	36.78	36.21	46.22	28.15	81.44	49.97	31.87
12 Soplado	10024	10376	8000	4572	8600	11120	2450
13 PTAS	163.94	163.91	168.39	171.34	171.92	171.01	140.28
TOTAL, POR DIA	24030.75	24298.54	20124.67	13297.55	19273.05	22245.46	12516.01

Tabla C3. Consumos de energía eléctrica (kW/h) utilizados en la segunda semana de febrero 2023 para el proceso de embotellado

Combustible (gal)	7/02/2023	8/02/2023	9/02/2023	10/02/2023	11/02/2023	12/02/2023	13/02/2024
Bunker	140	173	141	105	246	1	210
GLP	90	90	90	90	90	90	90
TOTAL, POR DIA	230	263	231	195	336	91	300

Tabla C4. Consumos de combustible (gal) utilizados en la segunda semana de febrero 2023 para el proceso de embotellado

No. Área o Circuito	Fecha						
	7/03/2023	8/03/2023	9/03/2023	10/03/2023	11/03/2023	12/03/2023	13/03/2023
1 Suministros 1	2063.67	2127.97	3218.1	2849.3	3112.63	3028.44	1427.79
2 Suministros 2	3229.36	3141.71	3507.22	3673.6	4146.84	4153.44	3587.94
3 Suministros 3	522.18	515.45	555.47	583.54	590.53	566.49	491.32
4 Línea 1	319.65	279.94	342.13	347.43	313.9	254.27	229.86
5 Línea 2	294	239.41	235.98	361.7	543.57	631.73	109.15
6 Línea 3	2567.87	2777.78	3131.08	3034.94	3142.39	3090.52	1875.98
7 Transformadores Secos	2541.71	2388.5	2441.25	2478.19	2540.78	2279.1	2141.55
8 NF/RO	318.68	349.2	464.61	440.71	605.66	615.61	375.41
9 PTAR	790.4	731.9	682.8	534.7	456.2	559.2	557.1
10 CIP	142	92	87	105	112	90	118
11 Recuperación de concentrado NF	41.62	32.57	35.25	43.38	38.84	44.6	19.48
12 Soplado	6518	8316	9412	8636	8924	9238	5466
13 PTAS	154.95	147.35	150.86	153.3	149.9	147.99	158.9
TOTAL, POR DIA	19504.09	21139.78	24263.75	23241.79	24677.24	24699.39	16558.48

Tabla C5. Consumos de energía eléctrica (kW/h) utilizados en la segunda semana de marzo 2023 para el proceso de embotellado

Combustible (gal)	7/03/2023	8/03/2023	9/03/2023	10/03/2023	11/03/2023	12/03/2023	13/03/2023
Bunker	70	140	387	316	175	211	175
GLP	174.1	174.1	174.1	174.1	174.1	174.1	174.1
TOTAL, POR DIA	244.1	314.1	561.1	490.1	349.1	385.1	349.1

Tabla C6. Consumos de combustible (gal) utilizados en la segunda semana de marzo 2023 para el proceso de embotellado.

No. o Circuito	Fecha						
	10/04/2023	11/04/2023	12/04/2023	13/04/2023	14/04/2023	15/04/2023	16/04/2023
1 Suministros 1	3315.3	2565.8	2663.16	1836.74	5766.1	6565.25	3167.74
2 Suministros 2	4600.44	4668	4254.6	3357.9	4394.7	4597.6	3480.54
3 Suministros 3	569.53	561.87	540.41	468.86	566.27	698.29	553.21
4 Línea 1	379.81	409.31	400.29	262.21	426.83	478.36	338.78
5 Línea 2	2143.48	2157.6	1544.6	1628.8	2089.27	1944.33	243.66
6 Línea 3	3136.25	3165.35	3077.95	1701.1	3229.7	3479.85	2998.84
7 Transformadores Secos	2580.01	2830.73	2733.15	2353.25	2919.1	2813.4	2488.19
8 NF/RO	661.19	778	653.21	326.33	815.26	906.2	548.86
9 PTAR	817.1	861.8	946.5	499.6	897.3	872.8	788.4
10 CIP	101	107	118	60	184	177	51
11 Recuperación de concentrado NF	69.74	69.09	64.27	22.15	73.91	89.85	46.36
12 Soplado	9544	9264	9040	4190	9760	9678	9134
13 PTAS	142.61	138.28	139.97	133.41	140.98	134.16	147.7
TOTAL, POR DIA	28060.46	27576.83	26176.11	16840.35	31263.42	32435.09	23987.28

Tabla C7. Consumos de energía eléctrica (kW/h) utilizados en la segunda semana de abril 2023 para el proceso de embotellado

Combustible (gal)	10/04/2023	11/04/2023	12/04/2023	13/04/2023	14/04/2023	15/04/2023	16/04/2023
Bunker	281	351	281	351	351	422	316
GLP	174.1	174.1	174.1	174.1	174.1	174.1	174.1
Diesel	0	0	500	100	0	0	0
TOTAL, POR DIA	455.1	525.1	955.1	625.1	525.1	596.1	490.1

Tabla C8. Consumos de combustible (gal) utilizados en la segunda semana de abril 2023 para el proceso de embotellado

Apéndice D

Tabla 28. Resultados de verificación de cumplimiento de la Norma ISO 50,001:2018; en el proceso de embotellado de bebidas.

Punto de Norma	Descripción	Verificación		Observaciones
		Cumple	No cumple	
4. Contexto de la organización				
4.1 La comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	¿Se tienen determinados los problemas externos e internos que son relevantes para la mejora del rendimiento energético?		x	No se tiene determinados problemas específicos de rendimiento de energía externamente solo internos
	¿Se han determinado las partes interesadas que son relevantes para el rendimiento energético?	x		Se cuenta con la identificación de las partes interesadas que son: proveedores internos, autoridades y corporativo
	¿Se cuenta con los requisitos pertinentes de las partes interesadas identificadas?	x		Se tienen identificados los requisitos pertinentes que deben de cumplir las partes interesadas, como por ejemplo el cumplimiento de metas y ahorros
4.2 La comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas	¿Se aseguran de tener acceso a los requisitos legales aplicables?	x		Se cuenta con una matriz que establece los requisitos legales aplicables ambientalmente, sin embargo, no hay una ley específica de ahorro de energía
	¿Se tiene determinado como se aplican los requisitos legales a su eficiencia energética?		x	No se ha determinado por que no hay una ley de ahorro de energía vigente actualmente
	¿Se tiene determinados lo límites y la aplicabilidad del SGEN, para establecer el alcance?	x		El alcance establecido es de manera integral para todo el sistema de gestión y allí se encuentran determinados los límites y aplicabilidad
4.3 La determinación del alcance del Sistema de Gestión de la Energía SGEN	¿El alcance considera los problemas externos e internos y las necesidades y expectativas de las partes interesadas y pertinentes?	x		En el alcance se toma en cuenta los peligros y riesgos que generan los aspectos e impactos ambientales significativos durante el proceso productivo
	¿Se cuenta con un Sistema de Gestión de la Energía implementado		x	Aun se están realizando diagnósticos para su implementación e integración al sistema de gestión

Punto de norma	Descripción	Verificación		Observaciones
		Cumple	No cumple	
5. Liderazgo				
5.1 Liderazgo y compromiso	¿La alta dirección demuestra su liderazgo y compromiso con respecto a la mejora continua del rendimiento energético y la eficacia del SGE?	x		La alta dirección ha demostrado liderazgo y compromiso a través acciones que permiten a los colaboradores su formación para la implementación del SGE
5.2 Política energética	¿Se cuenta con una política energética establecida?		x	Se cuenta con una política integral que toma en cuenta el aspecto de calidad, seguridad y ambiente; sin embargo, no especifica la gestión de la energía
	¿La política energética es apropiada para el propósito de la organización?		x	La política con la que se compromete a cumplir, gestionar, minimizar y mejorar aspectos ambientales
	¿La política energética proporciona un marco para establecer y revisar los objetivos y metas de energía?		x	No, la política integrada no proporciona un marco para establece los objetivos y metas
	¿La política energética incluye el compromiso de asegurar la disponibilidad de información y de los recursos necesarios para lograr los objetivos y metas?		x	No, la política integrada no incluye asegurar la disponibilidad de información y recursos necesarios para lograr los objetivos y metas
	¿La política energética incluye el compromiso de cumplir con los requisitos legales aplicables?	x		La política integrada establece el cumplimiento de los requisitos legales aplicables en materia de ambiente generalizado, debido a que no se cuenta con una ley específica para gestión de energía
	¿La política energética incluye el compromiso de mejora continua?	x		La política integrada establece mejorar continuamente la eficacia del desempeño del sistema integrado en el proceso productivo.
	¿La política energética apoya la adquisición de los productos y servicios energéticamente eficientes?		x	En la política integrada no se tiene establecido la adquisición de productos y servicios energéticamente eficientes
	¿La política energética apoya el diseño de actividades para la mejora del rendimiento energético?		x	La política integrada no especifica el diseño de actividades para la mejora del rendimiento energético
5.3 Organización funciones, responsabilidades y autoridades	¿La política energética está documentada, es comunicada y se revisa periódicamente?	x		La política integrada se encuentra documentada en el sistema con su código correspondiente, se encuentra colocada en los puestos de trabajo, y es comunicada cada vez que se realiza un cambio.
	¿La alta dirección debe asegurarse que las responsabilidades se asignen y sean comunicadas dentro de la organización?	x		Se han establecido grupos de mejora y uno de ellos es específicamente para la mejora de la eficiencia energética en el proceso productivo
	¿La alta dirección debe asignar la responsabilidad y autoridad para el equipo de gestión de energía?	x		Se han establecido grupos de mejora y uno de ellos es específicamente para la mejora de la eficiencia energética en el proceso productivo.

Punto de norma	Descripción	Verificación		Observaciones
		Cumple	No cumple	
6. Planificación				
6.1 Las acciones para abordar riesgos y oportunidades	¿Se consideran las necesidades y expectativas de las partes interesadas y pertinentes y el alcance del SGEN?		x	Las que se tienen no son específicas debido a que el sistema de gestión que se tiene es integrado
	¿Se planifican acciones para abordar riesgos y oportunidades?	x		Se planifican acciones a través del grupo de mejora
6.2 Los objetivos de energía y la planificación para alcanzarlos	¿Se tienen establecidos objetivos de energía, consistentes, medibles?	x		Si, a través del cumplimiento de la meta anual establecida al indicador
	¿Se tienen establecidos planes de acción para lograr los objetivos?	x		Los planes de acción se realizan anudado a las acciones del grupo de mejora
6.3 Revisión de la energía	¿Se lleva a cabo una revisión energética?		x	No se cuenta con una revisión energética documentada
	¿En la revisión de la energía se analiza el uso de la energía y el consumo?		x	No se cuenta con una revisión energética documentada
	¿En la revisión de la energía se han identificado los usos significativos de energía?		x	No se cuenta con una revisión energética documentada
	¿En la revisión de la energía se han identificado oportunidades de mejora?		x	Se identifican oportunidades de mejora pero no derivan de un revisión energética
	¿En la revisión de la energía se ha estimado el uso futuro de la energía?		x	No se cuenta con una revisión energética documentada

Punto de norma	Descripción	Verificación		Observaciones
		Cumple	No cumple	
6. Planificación				
6.4 Indicadores de rendimiento energético	¿Se tienen definidos los indicadores de desempeño energético?	x		Se cuenta con indicador del uso de energía
	¿Los indicadores de desempeño energético son apropiados para medir y monitorear el desempeño energético?	x		Se cuenta con indicador por tipo de energía y uno por el consumo total de energía
	¿Los indicadores de desempeño energético demuestran la mejora del rendimiento energético?	x		Si debido a que se compara el consumo de energía con la producción
6.5 Línea base energética	¿Basado en la revisión energética se tiene establecida una línea base de energía?		x	No se cuenta con la línea base de energía
	¿Se tiene retenida la información de la LBE, datos relevantes y modificaciones como información documentada?		x	
6.6 La planificación para la recolección de datos de energía	¿Se aseguran que las características clave de las operaciones que afectan el rendimiento energético son identificadas, medidas y monitoreadas?		x	Se cuenta con algunas mediciones de puntos específicos pero no abarcan todo el proceso productivo
	¿Se cuenta con un plan para la recolección de datos de energía apropiado?		x	Los datos solo son registrados en un formato, se tabulan y se calcula el indicador
	¿Se cuenta con equipos utilizados para la medición que proporcionen datos precisos y repetibles?		x	Se han instalado medidores en los distintos circuitos identificados por energía eléctrica, sin embargo; para energía térmica no se cuentan con medidores en puntos específicos

Punto de Norma	Descripción	Verificación		Observaciones
		Cumple	No cumple	
7. Apoyo				
7.1 Recursos	¿Se cuenta con los recursos necesarios para el establecimiento, implementación, mantenimiento y mejora continua de la eficiencia energética?	x		Se asignan recursos para mejora de eficiencia energética
7.2 Competencia	¿Se ha determinado las competencias necesarias para el personal que bajo su control afecta el rendimiento energético?		x	Se ha capacitado al personal operativo acerca de la eficiencia energética, y al personal administrativo acerca de la norma; sin embargo, es necesaria las capacitaciones específicas por puesto de trabajo
	¿Se cuenta con las personas competentes?	x		Si se cuenta con personal capacitado en norma ISO 50,001:2018
	¿El personal conoce la política energética?	x		La política es comunicada, pero es integrada.
7.3 Conciencia	¿El personal conoce su contribución en la eficacia del SGEN, el logro de los objetivos, metas y los beneficios de la mejora del rendimiento energético?	x		El personal conoce que dentro de las actividades que ejecutan para el proceso productivo existen oportunidades de mejora y las exponen a través de foros para poder implementarlas y así poder lograr objetivos.
	¿El personal conoce el impacto que generan las actividades que realizan respecto al rendimiento energético?	x		Se han realizado foros de energía que permiten que los colaboradores conozcan el impacto que generan los desperdicios de energía.

Punto de Norma	Descripción	Verificación		Observaciones
		Cumple 7. Apoyo	No cumple	
7.4 Comunicación	¿Se cuenta con un procedimiento de comunicaciones internas y externas?	x		Se cuenta con el procedimiento establecido en el sistema de gestión con su código correspondiente
	¿Se cuenta con un procedimiento de comunicación que garantice que la información comunicada es consistente con la información del SGEN?	x		Se cuenta con un proceso documentado para todas las comunicaciones, además se realizan comunicaciones en tableros de las instalaciones.
	¿Se cuenta con un procedimiento de comunicación donde el personal puede realizar comentarios o sugerir mejoras al SGEN?	x		El proceso de comunicación está documentado, además se realizan foros.
	¿El SGEN cuenta con información documentada?		x	La información del sistema integrado se encuentra documentada, pero la de gestión de energía específicamente no.
	¿La información documentada cuenta con apropiada identificación y descripción?		x	Los formatos para el registro de datos no se encuentran en el sistema integrado de gestión
7.5 Información documentada	¿Se cuenta con un formato y medios de comunicación apropiados para la información documentada?		x	No se cuenta con formatos específicos para la recolección de datos
	¿Se encuentra la información documentada controlada, disponible para su uso donde y cuando sea necesario?		x	Específicamente la información de la gestión energética no está controlada debido a que los formatos que se utilizan actualmente no forman parte del sistema integrado
	¿Se encuentra la información documentada controlada y protegida adecuadamente?	x		La información es protegida por el personal específico.

Punto de Norma	Descripción	Verificación		Observaciones
		Cumple	No cumple	
8. Operación				
8.1 Planificación y control operativo	¿Se cuenta con una planificación para ejecutar y controlar los procesos relacionados con los usos significativos de energía?		X	No se cuenta con una planificación documentada para controlar los usos significativos de energía
	¿Se cuenta con un control de cambios planificados que incluya las consecuencias de los cambios no deseados y la adopción de medidas de mitigación para efectos adversos?	X		Se cuenta con una matriz que debe presentarse antes de realizar un cambio en algún equipo o proceso.
	¿La empresa se asegura de que los usos significativos de energía son controlados?		X	Se lleva un registro diario de consumos, pero esto no asegura su control
8.2 Diseño	¿Se consideran las oportunidades de mejora de eficiencia energética y el control operacional en la implementación de cambios?	X		Si en todos los cambios que se realizan actualmente se están considerando la eficiencia energética
	¿Se cuenta con información documentada de las actividades de diseño relacionadas con eficiencia energética?	X		Si, al realizar el proceso de gestión de compra de un producto o servicio se establece que el diseño debe considerar la eficiencia energética
8.3 Adquisiciones	¿Se tienen establecidos los criterios para evaluar el rendimiento energético durante la vida útil de funcionamiento cuando la adquisición de productos que generaran un impacto significativo?		X	No, no se tienen establecidos
	¿Se comunica las especificaciones de los productos adquiridos asegurando la eficiencia energética de los equipos?		X	Si se comunica, pero no se asegura que los productos adquiridos sean los más eficientes

14 ANEXOS

Anexo A.

CUADRO 3.2.1			
FACTORES DE EMISIÓN DE CO₂ POR DEFECTO DEL TRANSPORTE TERRESTRE Y			
RANGOS DE INCERTIDUMBRE ^a			
Tipo de combustible	Por defecto (kg/TJ)	Inferior	Superior
Gasolina para motores	69 300	67 500	73 000
Gas/Diesel Oil	74 100	72 600	74 800
Gases licuados de petróleo	63 100	61 600	65 600
Queroseno	71 900	70 800	73 700
Lubricantes ^b	73 300	71 900	75 200
Gas natural comprimido	56 100	54 300	58 300
Gas natural licuado	56 100	54 300	58 300

Fuente: Cuadro 1.4 del capítulo Introducción del Volumen Energía.

Notas:

^a Los valores representan el 100 por ciento de oxidación del contenido de carbono del combustible.

^b Véase el Recuadro 3.2.4 Lubricantes en la combustión móvil para obtener una orientación acerca de los usos de los lubricantes.

Figura A1. Factores de emisión de CO₂ equivalente por defecto para combustión móvil establecido en la metodología IPCC, Davies et al (2006).

CUADRO 2.3 FACTORES DE EMISIÓN POR DEFECTO PARA LA COMBUSTIÓN ESTACIONARIA EN LAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS Y DE LA CONSTRUCCIÓN (kg de gas de efecto invernadero por TJ sobre una base calórica neta)										
Combustible	CO ₂			CH ₄			N ₂ O			
	Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior	Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior	Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior	
Petróleo crudo	73 300	71 100	75 500	r 3	1	10	0,6	0,2	2	
Orimulsión	r77 000	69 300	85 400	r 3	1	10	0,6	0,2	2	
Gas natural licuado	r64 200	58 300	70 400	r 3	1	10	0,6	0,2	2	
Gasolina	Gasolina para motores	r69 300	67 500	73 000	r 3	1	10	0,6	0,2	2
	Gasolina para la aviación	r 70 000	67 500	73 000	r 3	1	10	0,6	0,2	2
	Gasolina para motor a reacción	r70 000	67 500	73 000	r 3	1	10	0,6	0,2	2
Queroseno para motor a reacción	r71 500	69 700	74 400	r 3	1	10	0,6	0,2	2	
Otro queroseno	71 900	70 800	73 700	r 3	1	10	0,6	0,2	2	
Esquisto bituminoso	73 300	67 800	79 200	r 3	1	10	0,6	0,2	2	
Gas/Diesel Oil	74 100	72 600	74 800	r 3	1	10	0,6	0,2	2	
Fuelóleo residual	77 400	75 500	78 800	r 3	1	10	0,6	0,2	2	
Gases licuados de petróleo	63 100	61 600	65 600	r 1	0,3	3	0,1	0,03	0,3	
Etano	61 600	56 500	68 600	r 1	0,3	3	0,1	0,03	0,3	
Nafta	73 300	69 300	76 300	r 3	1	10	0,6	0,2	2	
Bitumen	80 700	73 000	89 900	r 3	1	10	0,6	0,2	2	
Lubricantes	73 300	71 900	75 200	r 3	1	10	0,6	0,2	2	
Coque de petróleo	r97 500	82 900	115000	r 3	1	10	0,6	0,2	2	
Alimentación a procesos de refineries	73 300	68 900	76 600	r 3	1	10	0,6	0,2	2	
Otro petróleo	Gas de refinaria	n57 600	48 200	69 000	r 1	0,3	3	0,1	0,03	0,3
	Ceras de parafina	73 300	72 200	74 400	r 3	1	10	0,6	0,2	2
	Espiritu blanco y SBP	73 300	72 200	74 400	r 3	1	10	0,6	0,2	2
	Otros productos del petróleo	73 300	72 200	74 400	r 3	1	10	0,6	0,2	2
Antracita	98 300	94 600	101000	10	3	30	r 1,5	0,5	5	
Carbón de coque	94 600	87 300	101000	10	3	30	r 1,5	0,5	5	
Otro carbón bituminoso	94 600	89 500	99 700	10	3	30	r 1,5	0,5	5	
Carbón sub-bituminoso	96 100	92 800	100 000	10	3	30	r 1,5	0,5	5	
Lignito	101 000	90 900	115 000	10	3	30	r 1,5	0,5	5	
Esquisto bituminoso y alquitrán	107 000	90 200	125 000	10	3	30	r 1,5	0,5	5	
Briquetas de carbón de lignito	n 97 500	87 300	109 000	n 10	3	30	r 1,5	0,5	5	
Combustible evidente	97 500	87 300	109 000	10	3	30	r 1,5	0,5	5	
Coque	Coque para horno de coque y coque de lignito	r107 000	95 700	119 000	10	3	30	r 1,5	0,5	5
	Coque de gas	r107 000	95 700	119 000	r 1	0,3	3	0,1	0,03	0,3

Figura A2. Factores de emisión de CO₂ equivalente por defecto para combustión estacionaria establecido en la metodología IPCC Garg et al (2006).

Anexo B.

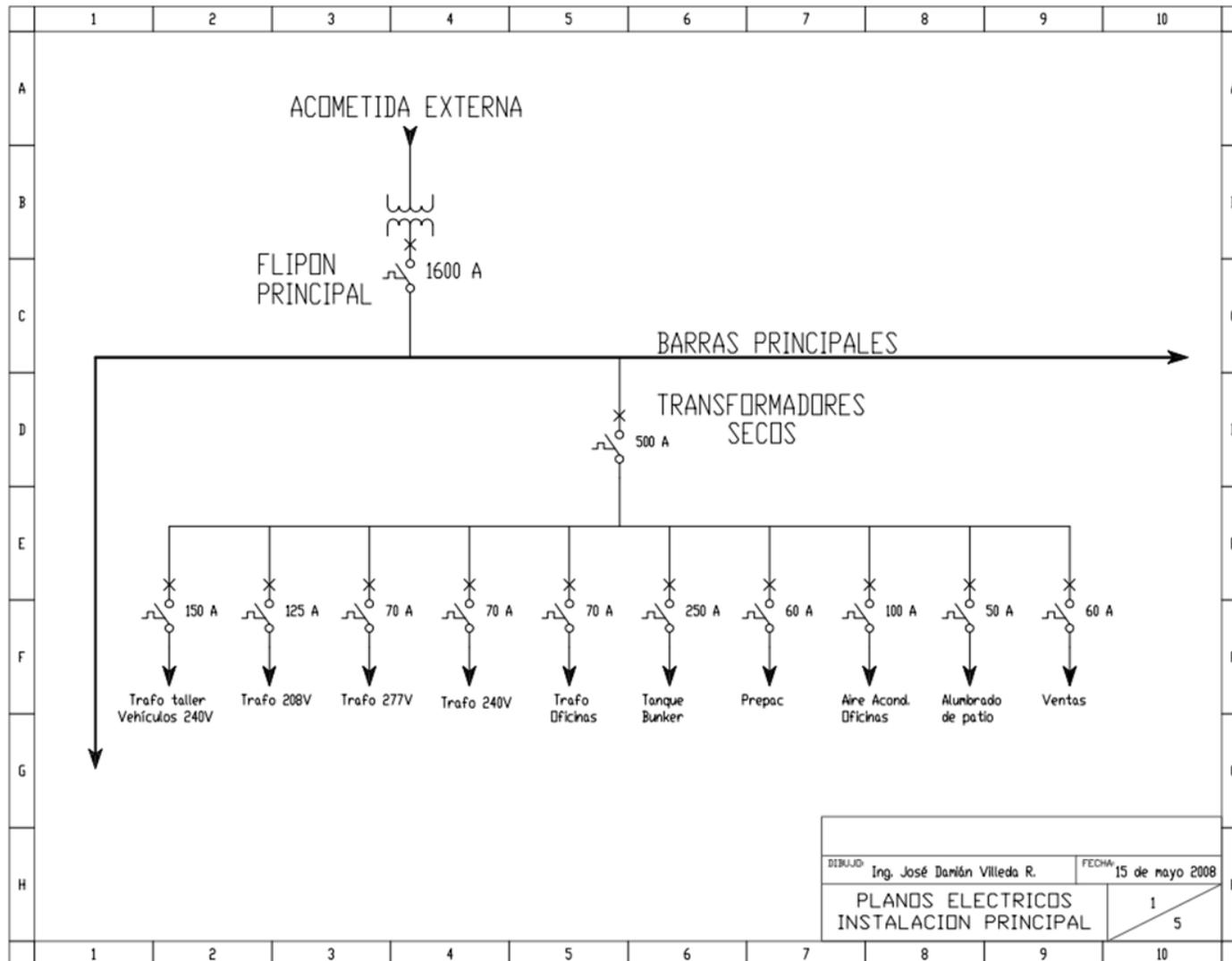


Figura B1. Planos eléctricos por circuitos de la empresa embotelladora de bebidas carbonatadas y no carbonatadas

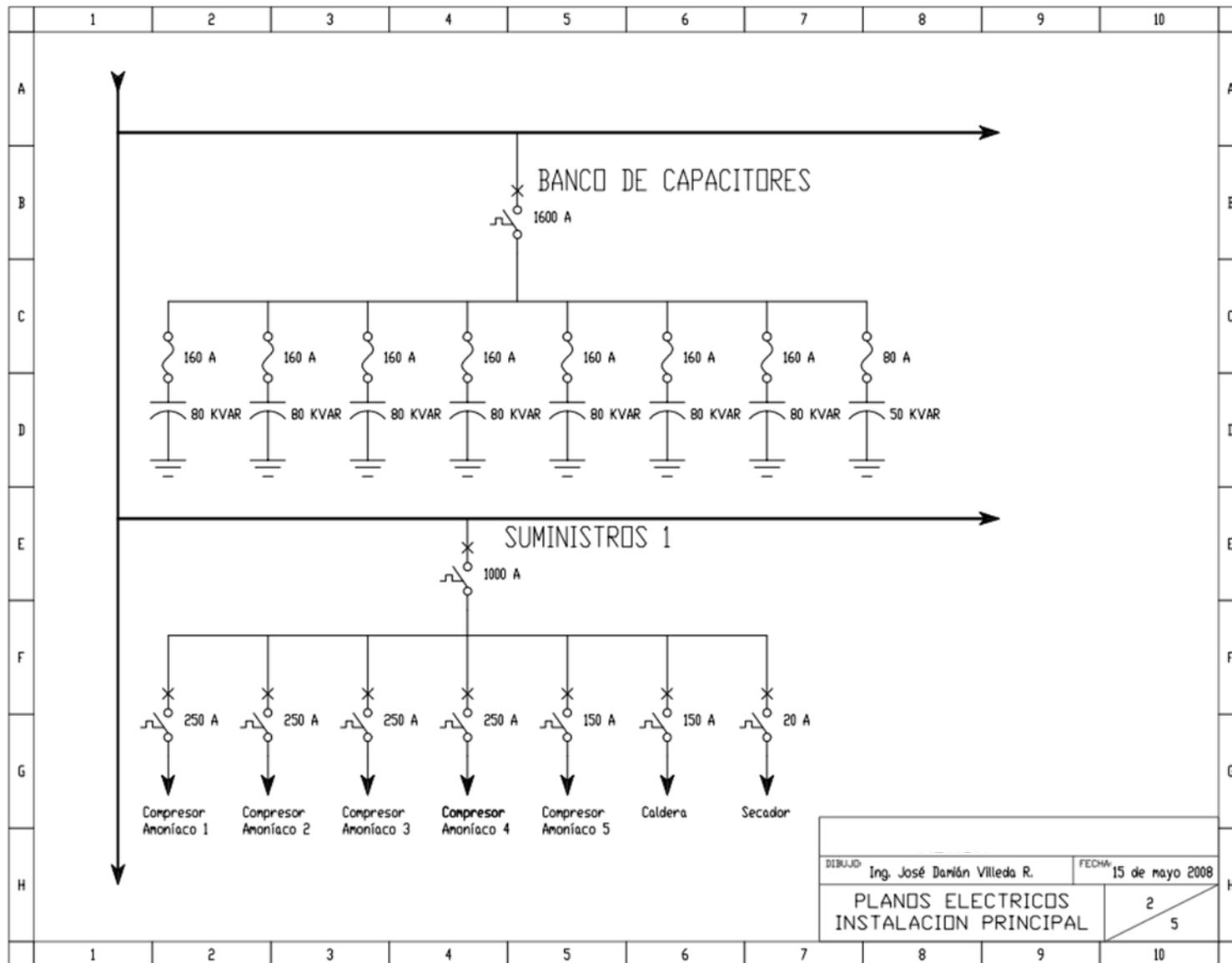


Figura B2. Planos eléctricos por circuitos de la empresa embotelladora de bebidas carbonatadas y no carbonatadas

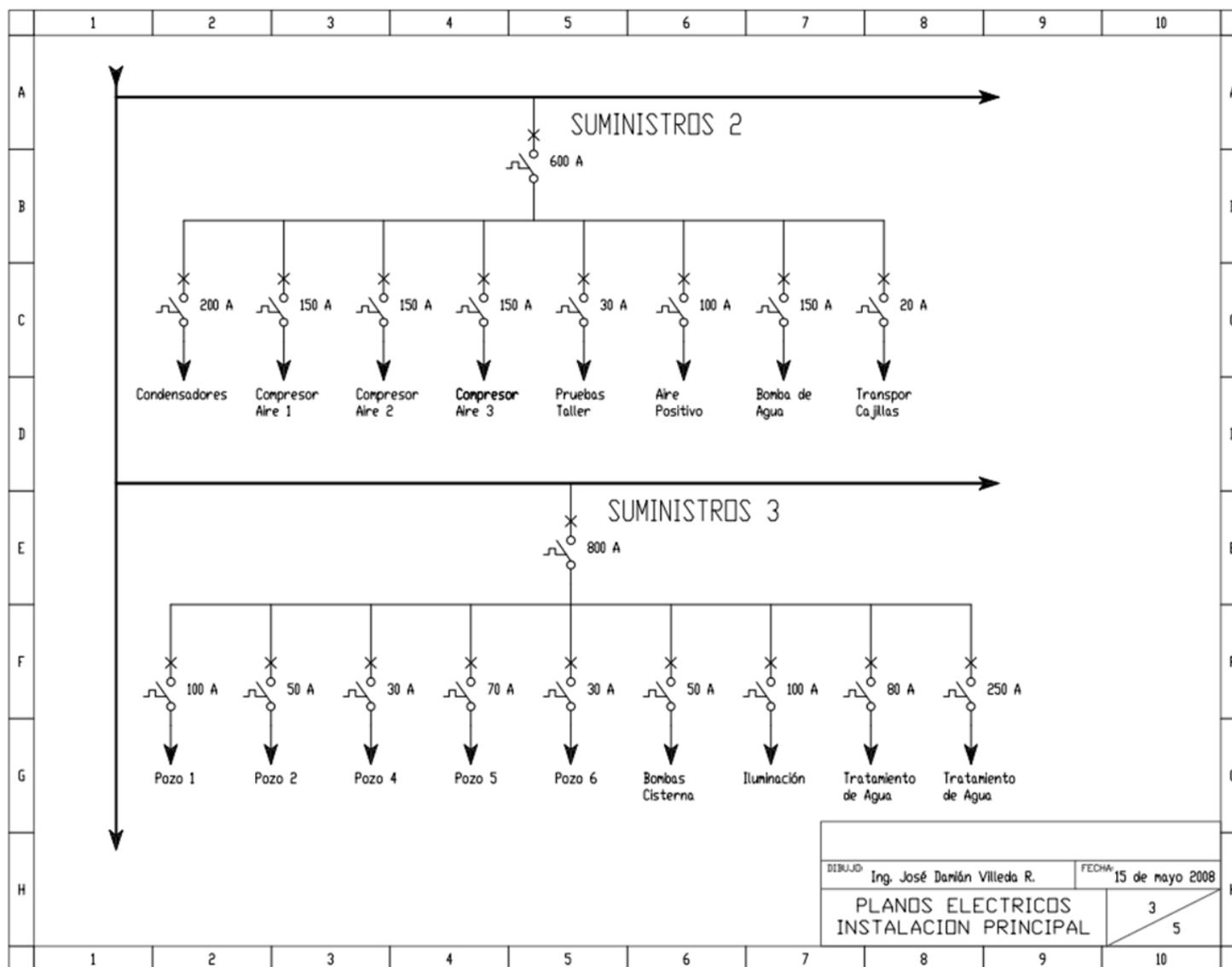


Figura B3. Planos eléctricos por circuitos de la empresa embotelladora de bebidas carbonatadas y no carbonatadas

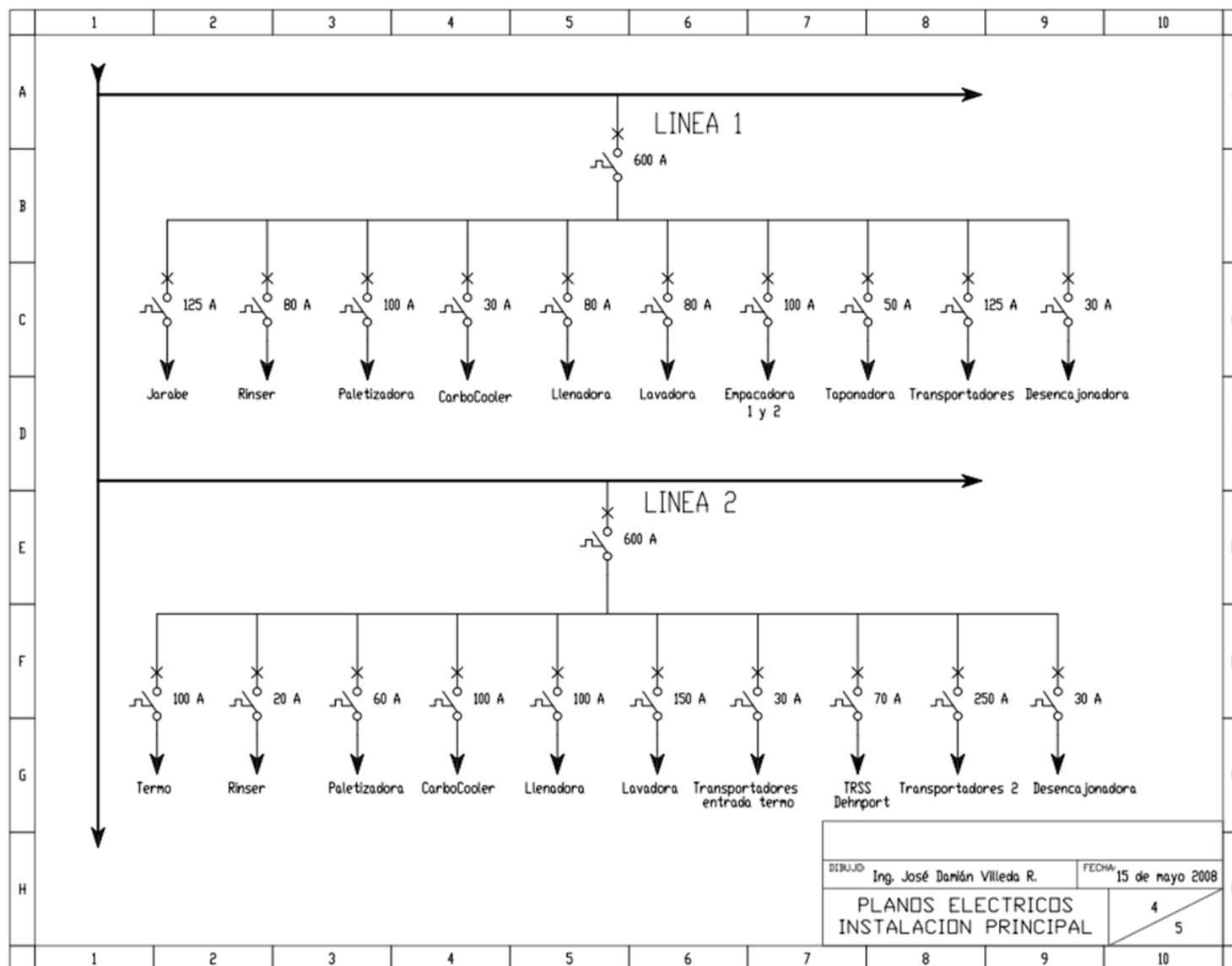


Figura B4. Planos eléctricos por circuitos de la empresa embotelladora de bebidas carbonatadas y no carbonatadas

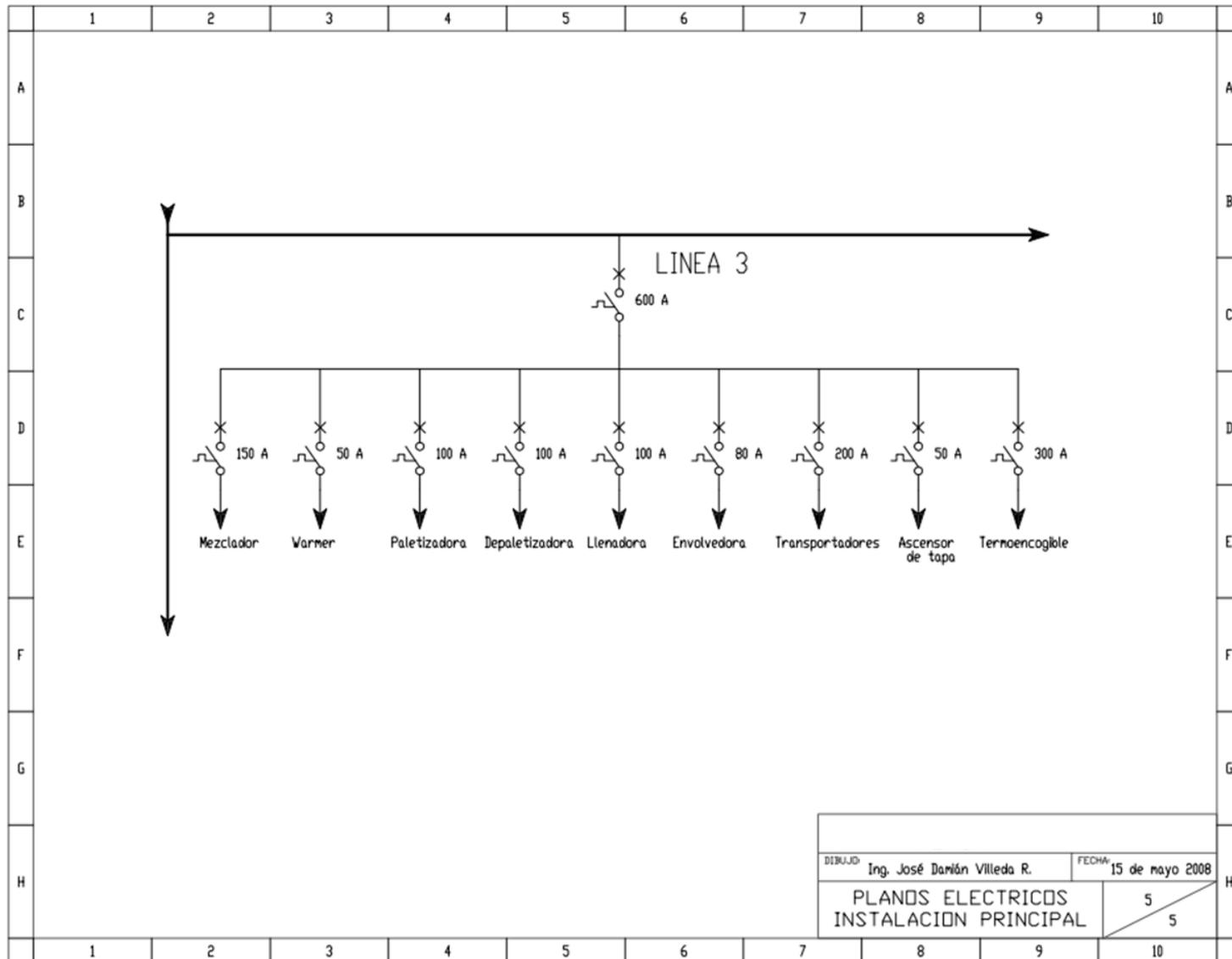


Figura B5. Planos eléctricos por circuitos de la empresa embotelladora de bebidas carbonatadas y no carbonatadas



Universidad DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
BIBLIOTECA
"Lic. Zoot. Edgardo Guillén R."



**CONSTANCIA DE RECEPCION DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN
DE**

ESTUDIANTE:

Karla Nineth Arteaga Bardales

REGISTRO ACADÉMICO:

201743692

CARRERA:

Ingeniería en Gestión Ambiental Local

CON EL TÍTULO:

*Evaluación de la gestión energética según la
Norma ISO 50,001:2018 en el proceso de embotellado de bebidas
carbonatadas y no carbonatadas, en una empresa del municipio
de Río Hondo, departamento de Zacapa, Guatemala.*

La encargada de Biblioteca del Centro Universitario de Oriente, hace constar que se recibió de forma virtual el TRABAJO DE GRADUACIÓN descrito anteriormente, por lo cual se le extiende la presente, de acuerdo al Artículo 58.8, del Punto NOVENO, DEL ACTA 37-2020, del Consejo Directivo del Centro Universitario de Oriente.

Chiquimula, 29 de abril de 2024.

f) _____

