

NOMBRE DEL TRABAJO

DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO PARA LA MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LA EMPRESAS

AUTOR

CARDENAS SHEYLA SICHA ALINA

RECUENTO DE PALABRAS

17964 Words

RECUENTO DE CARACTERES

100620 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

76 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.5MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 12, 2024 3:35 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 12, 2024 3:37 PM GMT-5

● 13% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)**

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.untels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- 1). TESIS (X) 2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL ()

DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: Cardenas Isidro, Sheyla Cindy
D.N.I.: 75208760
Otro Documento: -
Nacionalidad: Peruana
Teléfono: 935161376
e-mail: 2016100243@untels.edu.pe

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

Facultad: Facultad de Ingeniería y Gestión
Programa Académico: Tesis
Título Profesional otorgado: Ingeniero Ambiental

Postgrado

Universidad de Procedencia:
País:
Grado Académico otorgado:

Datos de trabajo de investigación

Título: Determinación de la huella de carbono para la mitigación de gases de efecto invernadero en la empresa Alquimodul S.A.C.
Fecha de Sustentación: 04/12/2023
Calificación: Aprobado por unanimidad
Año de Publicación: 2024



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo X No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	info:eu-repo/semantics/openAccess (Para documentos en acceso abierto)	(X)

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	info:eu-repo/semantics/restrictedAccess (Para documentos restringidos)	()
	info:eu-repo/semantics/embargoedAccess (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	()
	info:eu-repo/semantics/closedAccess (para documentos confidenciales)	()

(*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

Motivos de la elección del acceso restringido:

Cardenas Isidro , Sheyla Cindy

APELLIDOS Y NOMBRES

75208760

DNI

Sheyla C. Cardenas I.

Firma y huella:



Lima, 05 de Abril del 20 24



**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)**

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.unfels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- 1). TESIS (X) 2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL ()

DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres:	Sicha Torres Alina Janeth
D.N.I.:	70420258
Otro Documento:	
Nacionalidad:	Peruana
Teléfono:	901423 977
e-mail:	2016100242@unfels.edu.pe

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

Facultad:	Facultad de Ingeniería y Gestión
Programa Académico:	Tesis
Título Profesional otorgado:	Ingeniero Ambiental

Postgrado

Universidad de Procedencia:	
País:	
Grado Académico otorgado:	

Datos de trabajo de investigación

Título:	"Determinación de la huella de Carbono para la Mitigación de gases de efecto invernadero en la Empresa Alquimodul S.A.C."
Fecha de Sustentación:	04 de diciembre del 2023
Calificación:	Aprobado por unanimidad
Año de Publicación:	2024



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	info:eu-repo/semantics/openAccess (Para documentos en acceso abierto)	<input checked="" type="checkbox"/>

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	info:eu-repo/semantics/restrictedAccess (Para documentos restringidos)	()
	info:eu-repo/semantics/embargoedAccess (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	()
	info:eu-repo/semantics/closedAccess (para documentos confidenciales)	()

(*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

Motivos de la elección del acceso restringido:

Sicha Torres Alina Janeth

APELLIDOS Y NOMBRES

70420258

DNI

Firma y huella:



Lima, 05 de Abril del 20 24

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO PARA LA
MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LA EMPRESA
ALQUIMODUL S.A.C.”**

TESIS

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR LOS BACHILLERES

CARDENAS ISIDRO, SHEYLA CINDY

ORCID: 0009-0002-5640-3258

SICHA TORRES, ALINA JANETH

ORCID: 0009-0006-7530-6030

ASESOR

HERRERA ESPINOZA, JAVIER

ORCID: 0000-0002-2571-1699

Villa El Salvador

2023



DECANATO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL**

En Villa El Salvador, siendo las 09:00 a.m. del día 04 de diciembre del 2023, en la Facultad de Ingeniería y Gestión, los miembros del Jurado Evaluador, integrado por:

PRESIDENTE: JOSE ALFONSO APESTEGUIA INFANTES DNI N° 09359857 C.Q.F.P. N° 06538
SECRETARIO: GUILLERMO LORENZO VILCHEZ OCHOA DNI N° 08968007 C.I.P. N° 046448
VOCAL : RUBEN ARMANDO DAGA LOPEZ DNI N° 40791052 C.I.P. N°117573
ASESOR : JAVIER HERRERA ESPINOZA DNI N° 07603432 CIP N° 45728

Designados mediante Resolución de Decanato N° 363-2023-UNTELS-R-D de fecha 15 de agosto del 2023 quienes dan inicio a la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación de Tesis.

Acto seguido, el (la) aspirante al: Grado de Bachiller Título Profesional

Doña: ALINA JANETH SICHA TORRES identificado(a) con D.N.I. N° 70420258 y Doña: SHEYLA CINDY CARDENAS ISIDRO identificado(a) con D.N.I. N° 75208760, procedió a la Sustentación de:

Trabajo de investigación Tesis Trabajo de suficiencia Artículo científico

Titulado: "DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO PARA LA MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LA EMPRESA ALQUIMODUL S.A.C."

Aprobado mediante Resolución de Decanato N° 811-2023-UNTELS-R-D de fecha 23 de noviembre, de conformidad con las disposiciones del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales vigentes, sustentó y absolvió las interrogantes que le formularon los señores miembros del Jurado Evaluador.

Concluida la Sustentación se procedió a la evaluación y calificación correspondiente, resultando el aspirante APROBADO por Unanimidad con la nota de: Quince (letras)..... 15 (números), de acuerdo al Art. 65° del Reglamento General para optar el Título Profesional.

CALIFICACIÓN		CONDICIÓN	EQUIVALENCIA
NÚMERO	LETRAS		
15	Quince	Aprobado por unanimidad	Bueno

Siendo las 09:50 a.m. horas del día 04 de diciembre del 2023, se dio por concluido el acto de sustentación, firmando el jurado evaluador el Acta de Sustentación, que obra en el Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión. 10-35

Dr. JOSE ALFONSO APESTEGUIA INFANTES PRESIDENTE
Dr. GUILLERMO LORENZO VILCHEZ OCHOA SECRETARIO
Mg. RUBEN ARMANDO DAGA LOPEZ VOCAL
ALINA JANETH SICHA TORRES BACHILLER
SHEYLA CINDY CARDENAS ISIDRO BACHILLER

DEDICATORIA

Cardenas Isidro, Sheyla Cindy: A mis padres, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios para que pudiera llegar hasta aquí. Sin ustedes, esta tesis no sería posible.

Sicha Torres, Alina Janeth: A Dios por cuidarme y permitir la vida y bendecirme en mis estudios, trabajo y mi vida personal. A mi madre por su ejemplo de nunca rendirse y seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Cardenas Isidro, Sheyla Cindy:

Quiero expresar mi sincero agradecimiento eterno a mis padres por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios que hicieron posible mi educación. Su fe en mí fue mi mayor motivación y fortaleza.

Además, agradezco a mi compañera Alina, por su colaboración valiosa y dedicación. Su esfuerzo conjunto fue esencial para el éxito de este proyecto. Gracias por ser una compañera excepcional en este viaje académico.

Agradezco al docente, el Ing. Maglio Ruiz Vergaray por su valiosa revisión en esta tesis. Aunque ya no esté presente, su guía aguda y dedicación perduran en este trabajo, siendo un tributo a su impacto duradero en mi formación académica.

Sicha Torres, Alina Janeth:

Gracias a todas las personas que han hecho posible la realización de la tesis, a mi compañera Sheyla y a la Empresa Alquimodul SAC.

También agradecer a la Universidad Nacional Tecnológica Lima Sur, por habernos brindado la oportunidad de alcanzar un título profesional, de la misma manera a nuestro asesor por su valioso aporte.

RESUMEN

El presente estudio se enfocó en estimar la huella de carbono de la empresa Alquimodul S.A.C., utilizando metodología como el GHG Protocol y basándose en la Norma ISO 14064-1:2018. La revisión bibliográfica reveló similitudes metodológicas con trabajos previos, destacando la consistencia en la identificación de fuentes de emisión.

La medición de la huella de carbono para el año 2022 reveló una cifra total de 225,46 tCO₂eq, desglosada por alcances. El alcance 1 emergió como el contribuyente predominante, representando el 90% del total, seguido por el alcance 2 con un 4%, y el alcance 3 con un 6%. Estos resultados reflejan similitudes con investigaciones similares, como la realizada en Imaq Perú S.A.C., y subrayan la necesidad de abordar las emisiones directas en las operaciones de Alquimodul S.A.C.

La comparación con Imaq Perú S.A.C. resaltó las particularidades de las emisiones de Alquimodul S.A.C., focalizadas en el consumo de combustible, gas refrigerante, energía eléctrica, papel, cartón y agua. Las propuestas de mitigación, inspiradas en estudios previos y adaptadas a la empresa, incluyen la transición a vehículos híbridos o eléctricos, el cambio a gases refrigerantes más sostenibles como el R-32 y la adopción de energías renovables, especialmente mediante paneles solares.

En conclusión, este estudio proporciona una visión detallada de la huella de carbono de Alquimodul S.A.C., destacando áreas clave de intervención y proponiendo estrategias específicas de mitigación. Estos hallazgos no solo contribuyen al conocimiento del impacto ambiental de la empresa, sino que también sientan las bases para acciones concretas destinadas a reducir la huella de carbono y avanzar hacia prácticas más sostenibles.

Palabras claves: Huella de carbono, Alcance 1, Alcance 2, Alcance 3, consumo de combustible, gas refrigerante, mitigación.

ABSTRACT

The present study focused on estimating the carbon footprint of the company Alquimodul S.A.C., using methodology such as the GHG Protocol and based on the ISO 14064-1:2018 Standard. The bibliographic review revealed methodological similarities with previous works, highlighting the consistency in the identification of emission sources.

The measurement of the carbon footprint for the year 2022 revealed a total figure of 225.46 tCO₂eq, broken down by scope. Scope 1 emerged as the predominant contributor, representing 90% of the total, followed by scope 2 with 4%, and scope 3 with 6%. These results reflect similarities with similar investigations, such as that carried out at Imaq Perú S.A.C., and highlight the need to address direct emissions in Alquimodul SAC's operations.

The comparison with Imaq Perú S.A.C. highlighted the particularities of Alquimodul S.A.C. emissions, focused on the consumption of fuel, refrigerant gas, electrical energy, paper, cardboard and water. Mitigation proposals, inspired by previous studies and adapted to the company, include the transition to hybrid or electric vehicles, the change to more sustainable refrigerant gases such as R-32 and the adoption of renewable energy, especially through solar panels.

In conclusion, this study provides a detailed view of Alquimodul S.A.C. carbon footprint, highlighting key areas of intervention and proposing specific mitigation strategies. These findings not only contribute to the knowledge of the company's environmental impact, but also lay the foundation for concrete actions aimed at reducing the carbon footprint and moving towards more sustainable practices.

Keywords: Carbon footprint, Scope 1, Scope 2, Scope 3, fuel consumption, refrigerant gas, mitigation.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Motivación.....	2
1.2. Estado del arte.....	2
1.3. Descripción del problema.....	2
1.4. Formulación del problema.....	3
1.4.1. Problema general.....	3
1.4.2. Problemas específicos.....	3
1.5. Objetivos.....	4
1.5.1. Objetivo general.....	4
1.5.2. Objetivos específicos.....	4
1.6. Justificación.....	4
II. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes.....	7
2.2. Bases teóricas.....	13
3.1. Operacionalización de las variables.....	21
3.2. Hipótesis de la investigación.....	22
3.2.1. Hipótesis general.....	22
3.2.2. Hipótesis específicas.....	22
IV. METODOLOGÍA.....	23
4.1. Descripción de la metodología.....	23
4.2. Implementación de la investigación.....	23
4.3. Población y muestra.....	26
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
4.5. Instrumentos de recolección de datos.....	26
4.5.1. Validez.....	27
4.5.2. Confiabilidad.....	27
4.6. Resultados.....	27
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	54

VI. CONCLUSIONES	55
VII. RECOMENDACIONES	56
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXOS	61
Anexo 1. Matriz de consistencia	61
Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos	62
Anexo 3. Formato de Validación de expertos	63
Anexo 4. Glosario de términos	65
Anexo 5. Medios probatorios para la fuente del Alcance 2.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representación gráfica del Efecto Invernadero natural.	14
Figura 2: Emisiones por alcance.....	17
Figura 3: Ubicación de la empresa	28
Figura 4: Participación por Alcance	43
Figura 5: Participación por fuente identificada	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de operacionalización	21
Tabla 2: Potencial de Calentamiento global de GEI.....	25
Tabla 3: Potencial de Calentamiento Global de GEI (HCFC y HFC).....	25
Tabla 4: Recopilación de datos de las actividades de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022	27
Tabla 5: Identificación de fuentes de emisión	29
Tabla 6: Información del consumo de combustible durante el año 2022 de la empresa Alquimodul SAC	30
Tabla 7: Factor de conversión (TJ/galones)	30
Tabla 8: Conversión de galones a TJ de la información de la actividad de la Empresa Alquimodul SAC durante el año 202	31
Tabla 9: Consumo de gas refrigerante de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022	32
Tabla 10: Consumo de energía eléctrica de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022	32

Tabla 11: Consumo de papel y cartón de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022	33
Tabla 12: Consumo de agua de cisterna y bidones de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022	34
Tabla 13: Factor de emisión- transporte terrestre	35
Tabla 14: Factores de emisión Aplicados para el consumo de energía eléctrica	35
Tabla 15: Factores de emisión Aplicados para el consumo de papel y agua.....	35
Tabla 16: Total de emisiones (t CO ₂ eq) en el consumo de combustible de la empresa Alquimodul SAC en el año 2022.....	36
Tabla 17: Total de emisiones (t CO ₂ eq) de consumo de gas refrigerante de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022	37
Tabla 18: Total de emisiones (t CO ₂ eq) por el consumo de energía eléctrica de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022	38
Tabla 19: Total de emisiones (t CO ₂ eq) por el consumo de papel y cartón de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022	39
Tabla 20: Total de emisiones (t CO ₂ eq) por el consumo de agua-cisterna de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022	39
Tabla 21: Total de emisiones (t CO ₂ eq) por el consumo de agua-bidones de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022	40
Tabla 22: Total de emisiones (t CO ₂ eq) por el consumo de agua de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022.....	41
Tabla 23: Emisiones de los gases GEI por fuentes y Alcances de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022.....	41
Tabla 24: Emisiones totales de GEI por Alcance de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022	42
Tabla 25: Consideraciones previas para la propuesta 1.....	46
Tabla 26: Diferencias entre el gas refrigerante R32, el R22 y el R410A	48
Tabla 27: Comparación de emisiones en t(co ₂ eq) por tipo de refrigerante.....	49

INTRODUCCIÓN

En un contexto global de creciente conciencia ambiental, las empresas se ven desafiadas a evaluar y mitigar su impacto en el cambio climático. En este sentido, la medición de la huella de carbono se ha convertido en una herramienta esencial para comprender y gestionar las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a las operaciones empresariales. Este estudio se enfoca en Alquimodul S.A.C., una empresa especializada en construcción modular, con el propósito de realizar una evaluación exhaustiva de su huella de carbono.

La metodología GHG Protocol y la Norma ISO 14064-1:2018, consolidando así un enfoque consistente con investigaciones previas en actividades universitarias. Esta elección metodológica no solo asegura la robustez del estudio, sino que también facilita la comparabilidad de los resultados a nivel nacional e internacional.

Alquimodul S.A.C., consciente de la importancia de su responsabilidad ambiental, se involucra en la identificación de fuentes de emisión clave. El consumo de combustible, el uso de gases refrigerantes, la energía eléctrica, papel, cartón y agua emergen como elementos críticos en la configuración de la huella de carbono de la empresa. Estas fuentes no solo reflejan las características propias de la construcción modular, sino que también brindan puntos de intervención claros para estrategias de mitigación.

Más allá de la mera cuantificación de emisiones, este estudio se propone ofrecer soluciones concretas. Inspiradas en investigaciones previas, pero adaptadas a las particularidades de Alquimodul S.A.C., las propuestas de mitigación buscan optimizar el impacto ambiental de la empresa. Desde la transición a vehículos híbridos o eléctricos hasta la adopción de energías renovables, como los paneles solares, se explorarán medidas concretas que promuevan la sostenibilidad.

En resumen, este estudio se presenta como una herramienta integral para Alquimodul S.A.C., no solo para cuantificar su huella de carbono, sino también para catalizar acciones tangibles que impulsen la sostenibilidad empresarial. En un mundo donde la responsabilidad ambiental es central, esta investigación busca posicionarse como un paso significativo hacia la reducción de emisiones y la construcción de un futuro más sostenible.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.Motivación

Las organizaciones están adoptando medidas ecoamigables para reducir sus emisiones y contribuir a la mitigación del cambio climático. Alquimodul S.A.C., como entidad comprometida con la responsabilidad ambiental y la sostenibilidad, busca cuantificar su huella de carbono para conocer su impacto ambiental y desarrollar estrategias efectivas de reducción. Esta motivación se alinea con los objetivos internacionales y nacionales de promover prácticas empresariales sostenibles y contribuir a la preservación del medio ambiente para las generaciones futuras.

1.2.Estado del arte

La revisión de normativas internacionales como la Norma ISO 14064 y el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol), así como investigaciones académicas, informes gubernamentales y experiencias empresariales relevantes, nos proporciona un contexto sólido para diseñar un enfoque actualizado para la determinación de la huella de carbono y proponer medidas de mitigación en la empresa Alquimodul S.A.C.

1.3.Descripción del problema

La huella de carbono es un indicador del impacto ambiental causado por las actividades humanas, incluyendo acciones individuales, colectivas y productos. Esta medida se expresa en toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) de gases de efecto invernadero producidos diariamente.

A nivel mundial, uno de los mayores desafíos ambientales es el crecimiento continuo de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Las actividades humanas, están liberando grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) a la atmósfera. Estas emisiones están provocando un aumento en la concentración de GEI en la atmósfera, lo que contribuye significativamente al calentamiento global y al cambio climático.

Como resultado, se están experimentando efectos adversos en todo el mundo, como el aumento de las temperaturas, el derretimiento de los glaciares, el aumento del nivel del mar, eventos climáticos extremos y la pérdida de biodiversidad.

En el contexto de Perú, la problemática de las emisiones de GEI también es preocupante. El país está enfrentando desafíos significativos debido a su dependencia de

fuentes de energía no renovables, como el gas natural y los derivados del petróleo, para la generación de electricidad y el transporte.

Según la herramienta Huella de Carbono Perú, implementada por el Ministerio del Ambiente, se ha reportado un total de 14 millones de toneladas de CO₂ equivalentes, lo cual equivale al carbono almacenado en 38,000 hectáreas de bosque amazónico. Este reporte proviene de más de 270 organizaciones, tanto públicas como privadas, de diversas regiones del país (Ministerio del ambiente, 2021).

El aumento de las temperaturas y la variabilidad climática están afectando a las comunidades rurales y urbanas en Perú. Los eventos climáticos extremos, como sequías e inundaciones, están impactando la seguridad alimentaria, la infraestructura y la economía local.

En el distrito de Lurín, la problemática de las emisiones de GEI también es evidente. La urbanización y el aumento de la actividad industrial han llevado a un aumento en la demanda de energía, lo que implica una mayor generación de electricidad a partir de fuentes no renovables. Además, la expansión urbana ha llevado a la deforestación y la pérdida de espacios verdes, lo que afecta la capacidad de la región para absorber CO₂.

Según Susana Gutiérrez, responsable de Responsabilidad Social en Pacífico Seguros, la emisión promedio de dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq) de un peruano al año es de 4.7 toneladas (Mendoza C., 2015).

En la presente investigación se realizará el cálculo de las emisiones de GEI en CO₂ equivalentes a fin de minimizar las fuentes de emisión de la empresa Alquimodul S.A.C. para la elaboración de una propuesta de medidas de mitigación y ayudar a tomar decisiones más sostenibles.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿Cómo determinar la Huella de Carbono de la empresa Alquimodul S. A.C.- 2022, para contribuir con la mejora del medio ambiente?

1.4.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las fuentes principales de emisión de Gases de Efecto Invernadero en la empresa Alquimodul S.A.C. - 2022?
- ¿De qué manera se recopilará la información de las fuentes de emisión de Gases de Efecto Invernadero en la empresa Alquimodul S.A.C. - 2022?

- ¿Cómo influyen los resultados obtenidos de las principales fuentes de emisión de Gases de Efecto Invernadero en la empresa Alquimodul S.A.C. durante el año 2022?
- ¿Cuáles son las medidas de mitigación ambientalmente beneficiosas que podrían ser propuestas para reducir la Huella de Carbono de Alquimodul S.A.C. durante el año 2022?

1.5.Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar la Huella de Carbono de la empresa Alquimodul S.A.C. - 2022 para proponer medidas de mitigación que contribuyan con la preservación del medio ambiente.

1.5.2. Objetivos específicos

- Identificar las fuentes principales de emisión de Gases de Efecto Invernadero en la empresa Alquimodul S.A.C. - 2022
- Recopilar datos del año 2022 de la empresa Alquimodul S.A.C. para obtener información de las fuentes de emisión de Gases de Efecto Invernadero.
- Analizar los resultados obtenidos de las principales fuentes de emisión de Gases de Efecto Invernadero de la empresa Alquimodul S.A.C. - 2022.
- Proponer medidas de mitigación que contribuyan al medio ambiente para reducir la Huella de Carbono de la empresa Alquimodul S.A.C. - 2022.

1.6.Justificación

Teórica:

El presente estudio tiene como objetivo abordar la problemática ambiental relacionada con las emisiones de GEI en la empresa Alquimodul S.A.C., una organización dedicada a la construcción modular. Conscientes de la importancia de reducir el impacto ambiental de sus operaciones, Alquimodul S.A.C. busca determinar su huella de carbono y desarrollar un plan de mitigación para fomentar prácticas sostenibles en su industria.

Para alcanzar este objetivo, se empleará la metodología GreenHouse Protocol, como el estándar ISO 14064, que proporciona un marco para la medición y verificación de las emisiones de GEI. Además, se considerarán los diferentes alcances de las emisiones, desde las emisiones directas generadas por las actividades propias de la empresa (Alcance 1), hasta las emisiones indirectas asociadas a la producción de energía adquirida externamente (Alcance 2) y otras emisiones indirectas a lo largo de la cadena de suministro (Alcance 3).

Una vez determinada la huella de carbono de Alquimodul S.A.C., se planteará propuestas de mitigación para la empresa que permitan reducir significativamente las emisiones de GEI, mejorando la eficiencia energética en los procesos de fabricación, la incorporación de fuentes de energía renovable, el fomento del uso responsable de los recursos naturales y la implementación de prácticas más sostenibles en toda la cadena de producción.

La importancia de este estudio radica en su contribución al desarrollo sostenible y la responsabilidad ambiental de Alquimodul S.A.C. Además, se espera que los resultados y la propuesta de medidas de mitigación puedan servir como ejemplo y guía para otras empresas del sector de construcción modular, promoviendo así un impacto positivo en la industria y en la sociedad en su conjunto. Con esta investigación, el resultado del cálculo de la huella de carbono en Alquimodul S.A.C. proporcionará un indicador para conocer el impacto ambiental generado por sus actividades, para así tomar decisiones y priorizar oportunidades de reducción de emisiones, facilitando así una gestión más eficaz.

Tecnológica:

La determinación de la huella de carbono y la propuesta de implementación para medidas de mitigación representan una respuesta tecnológica clave para enfrentar el cambio climático. El cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero requiere herramientas y métodos de análisis de datos. Además, la adopción de tecnologías limpias y eficientes para la mitigación puede optimizar operaciones, reducir costos y mejorar la competitividad de Alquimodul S.A.C. en un panorama empresarial en constante evolución.

Social:

La sociedad actual demanda un compromiso con la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental. La determinación de la huella de carbono y la propuesta para la mitigación de emisiones de GEI son pasos esenciales para destacarse y establecerse como una empresa que cumple con los estándares ambientales establecidos.

Este enfoque fortalece la imagen de la empresa Alquimodul S.A.C., promocionando prácticas sostenibles que puedan inspirar a otras empresas y contribuir a un cambio cultural más amplio hacia la responsabilidad ambiental.

Económica:

La determinación de la huella de carbono y la propuesta de mitigación de GEI pueden tener beneficios económicos significativos para Alquimodul S.A.C. La reducción de consumos energéticos puede resultar en ahorros operativos a largo plazo. La adopción de

tecnologías más limpias y eficientes puede generar eficiencias que se traduzcan en una mayor competitividad en el mercado. Además, la mejora de la reputación y la imagen corporativa pueden atraer clientes comprometidos con la sostenibilidad, abriendo nuevas oportunidades para proyectos futuros y fortaleciendo la posición financiera de la empresa.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Antecedentes internacionales

Reyes *et al* (2019), realizó la investigación: Determinación de la huella de carbono de la Universidad de La Salle sede Candelaria. La investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:

Según los resultados obtenidos en este trabajo de grado, se puede concluir que una vez se caractericen las actividades realizadas en la Universidad de La Salle sede Candelaria como parte de una entidad educativa, se pueden identificar las fuentes de generación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

La medición de la huella de carbono en la ULSA sede Candelaria reveló que la actividad que genera la mayor cantidad de emisiones de GEI es el transporte fuera de los límites, con un valor de 2.159.760,10 kg de CO₂ por año. Esta actividad se basa en el uso de combustibles fósiles, cuya combustión genera altas concentraciones de CO₂ en la atmósfera. Además, se observó que el uso de vehículos particulares por parte de los estudiantes contribuye en gran medida a la huella de carbono. Esto sugiere la necesidad de implementar diferentes alternativas de transporte. Por otro lado, la actividad que genera menos emisiones de GEI es el consumo de gas, con un valor de 2.493,78 kg de CO₂ por año. En la universidad, se realizan solo tres compras de pipetas de gas al año.

Al comparar las metodologías utilizadas (Protocolo GHG-ISO 14064), no se encontraron diferencias en el cálculo total de la huella de carbono, que fue de 3.976.068,25 kg de CO₂ por año. La diferencia radicó en la distribución de las actividades en cada alcance. Además, la norma ISO 14064 requiere el registro de los sumideros presentes en los límites del proyecto. Al comparar estos resultados con los obtenidos mediante calculadoras en línea, se observaron diferencias significativas, lo que lleva a la conclusión de que no es confiable utilizar estas herramientas para estimar la huella de carbono en organizaciones educativas. Para compensar esta huella de carbono generada por la universidad, sería necesario plantar nuevos ejemplares de árboles.

Una vez realizado el plan de alternativas para la mitigación y control de las emisiones de GEI por parte de la Universidad de La Salle sede Candelaria, se identificó que la huella de carbono puede ser un punto de referencia importante para priorizar las actividades analizadas.

Se observó que el análisis y manejo de los datos proporcionados y obtenidos en la Universidad de La Salle sede Candelaria se llevan a cabo a nivel global, lo que impide realizar un balance de masa por unidades o dependencias dentro de la universidad. Por lo tanto, los valores del balance se centraron en cuantificar las entradas y salidas globales sin discriminar por unidad o dependencia.

El autor determinó que el transporte fuera de los límites es la principal generadora de emisiones, especialmente el uso de carros propios por parte de los estudiantes. Aunque se aplicaron diferentes metodologías de cálculo, no se encontraron variaciones significativas en la huella de carbono total.

Sin embargo, se concluyó que las calculadoras en línea no son confiables para estimar la huella de carbono en organizaciones educativas. Se propuso la plantación de árboles como medida de compensación. Además, se destacó la utilidad de la huella de carbono como referencia para priorizar acciones de mitigación en la universidad, aunque se reconoció la dificultad de realizar un balance de masa por unidades específicas debido a la naturaleza global de los datos proporcionados y obtenidos en la institución.

Jarrín *et al* (2022), realizó la investigación: Determinación de la huella de carbono y elaboración de un Plan de Gestión Ambiental, mediante la ISO 14064 en las obras Salesianas ubicadas en el Cantón Quito, Provincia de Pichincha, en el año 2022. La investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:

La cuantificación de la huella de carbono per cápita para las obras salesianas de Quito se presenta de mayor a menor valor. En el caso del “Colegio Técnico Salesiano Don Bosco Kennedy”, el cálculo arrojó 0,41 toneladas de CO₂eq, siendo la categoría 4 la más significativa, ya que, al ser la institución más grande, representa el 88% del desecho de residuos comunes anuales. Este resultado se relaciona con la mayor población en la institución y el uso diario de tarrinas plásticas, lo que incrementa el volumen de residuos.

Por su parte, la obra "Instancia Mi Caleta" registró un valor de 0,240 toneladas de CO₂eq, con la categoría 3 predominando en un 41%. Este resultado refleja la movilización de colaboradores, con el uso frecuente de vehículos livianos, taxis, transporte público y motocicletas como factores relevantes.

La Fundación Proyecto Salesiano "Chicos de la Calle" presentó una huella de carbono total de 0,188 toneladas de CO₂eq, siendo la categoría 2 la más destacada, representando el 35% del consumo energético entre todas las obras salesianas. Se

identificó la posibilidad de implementar tecnología solar fotovoltaica en las terrazas y cubiertas para reducir este consumo.

En cuanto al "Centro de Referencia Mi Patio", se obtuvo un valor de 0,153 toneladas de CO₂eq, con la categoría 1 predominando en un 35%. Aunque la institución no tiene una población numerosa, el uso considerable de agua para riego en las extensas áreas verdes y el uso de baterías y lavamanos antiguos contribuyen a este resultado.

La obra salesiana "UESPA – TESPAS" registró un valor de 0,116 toneladas de CO₂eq, destacando la categoría 2 con un 19%. El alto consumo energético y la falta de un uso eficiente en los talleres sugieren la posibilidad de implementar paneles solares para aprovechar la energía renovable.

La "Imprenta Don Bosco" mostró un valor de 0,079 toneladas de CO₂eq, con valores únicamente en la categoría 1 debido a la falta de compromiso institucional y la ausencia de datos para el cálculo de la huella de carbono.

Finalmente, "Casa Inspectoría" indicó un valor de 0,027 toneladas de CO₂eq, con la categoría 2 predominando por el uso de energía eléctrica. Aunque la institución carece de compromiso y datos precisos, se sugiere la implementación de bombillas LED y tecnologías respetuosas con el medio ambiente.

La falta de uso efectivo de tachos, capacitaciones y planes de gestión de residuos se destaca como la principal problemática en las instituciones, seguida por el uso ineficiente de la energía eléctrica y el mal uso del agua. Aunque las emisiones de combustible no son elevadas, tres instituciones no contabilizan las facturas de combustible, lo que sugiere la necesidad de un cambio. Se resalta la importancia de implementar programas de jardinería y considerar estrategias para reducir los residuos, incluso para las instituciones que generan una cantidad considerable.

Para futuros cálculos de la huella de carbono, se recomienda documentar los valores de consumo de combustible anual en las obras salesianas que no realizan un seguimiento de estos datos. El compromiso de los colaboradores es esencial para proporcionar información suficiente y permitir la implementación efectiva de un Plan de Gestión Ambiental, lo que beneficiará la certificación ambiental y la reducción de costos. El conocimiento sobre la importancia de la huella de carbono en las obras salesianas abre la puerta a mejoras a través de la implementación de medidas de mitigación, contribuyendo al cuidado del medio ambiente y al desarrollo sostenible.

Raeane C., et al (2020) en la investigación realizada: Assessing the carbon footprint of a university campus using a life cycle assessment approach. El objetivo del

estudio fue evaluar la huella de carbono del campus de la Universidad de Clemson utilizando un enfoque simplificado de evaluación del ciclo de vida. Para ello se tuvo en cuenta los tres alcances y se tuvieron en cuenta las siguientes fuentes de emisión de gases de efecto invernadero: la generación de vapor, refrigerantes, generación de electricidad, ciclo de vida de la electricidad, diversas formas de transporte, tratamiento de aguas residuales y uso de papel. Para cada fuente, se utilizó un método LCA simplificado para estimar las emisiones para las fases del ciclo de vida con emisiones de alto potencial. Donde obtuvieron los siguientes resultados de la cantidad de huella de carbono de la Universidad de Clemson para 2014 es de aproximadamente 95 000 toneladas métricas de CO₂ equivalente y 4,4 toneladas métricas de CO₂ equivalente por estudiante. Las emisiones de alcance 1 representaron aproximadamente el 19 % de la huella de carbono, mientras que las emisiones de alcance 2 y 3 contribuyeron cada una con casi el 41 %. Las mayores fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero fueron la generación de electricidad (41 %), los desplazamientos automotores (18 %) y la generación de vapor (16 %). En general, la huella de carbono de la universidad Clemson dio como resultado una comprensión más completa del impacto de las operaciones de la universidad e identificó fuentes significativas de emisión de GEI, como la generación y el transporte de electricidad.

Antecedentes Nacionales

Castro (2022), realizó la investigación: Huella de carbono según método Greenhouse Gas Protocol y la norma ISO 14064-1 en la I.E. N°22299 Carlos Cueto Fernadini, Ica. La investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:

Después de llevar a cabo un estudio de 6 meses sobre las actividades diarias de la Institución Educativa I.E. N°22299 "Carlos Cueto Fernadini", se descubrió que estas actividades tienen impactos ambientales. Sin embargo, es posible mitigar el cambio climático al conocer la huella de carbono de la institución. A continuación, se presentan las conclusiones obtenidas:

Se determinó la huella de carbono de la I.E. N°22299 "Carlos Cueto Fernadini" durante el período de abril a septiembre de 2022, utilizando el método GreenHouse Gas Protocol y la norma ISO 14064-1. Este análisis reveló que las emisiones de carbono durante ese período fueron de 62 098 toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e).

Al considerar el alcance 2, que abarca las emisiones derivadas del consumo de electricidad de la institución educativa, se encontró que la huella de carbono total fue de 5,79 tCO₂e (9,32%).

En cuanto al alcance 3, que se refiere a la huella de carbono asociada con actividades indirectas de la institución educativa, se observaron los siguientes resultados: las emisiones directas derivadas del consumo de agua totalizaron 26,01 tCO₂e (41,89%). Por otro lado, las emisiones directas debido a los residuos sólidos generados por la I.E. durante los 6 meses fueron de 1,45 tCO₂e (2,33%). En cuanto a las emisiones directas relacionadas con el transporte, la huella de carbono alcanzó las 28,85 tCO₂e (46,46%).

En términos de la emisión de huella de carbono más representativa según los alcances, se evidenció que el alcance 3 fue el más significativo, representando el 91% del total de emisiones (56.308 tCO₂e).

Clemente (2021), realizó la investigación: Propuesta de estrategias de mitigación de la huella de carbono de los procesos de la Empresa Konecta BTO SL, sucursal en Perú, Sede Lima Cargo, durante el 2019. La investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:

El estudio de investigación concluye con la identificación de las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) en la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el año 2019. Estas fuentes incluyen el consumo de combustible (diésel B2) en el grupo electrógeno, el consumo de gas refrigerante (R22, R410A) para el aire acondicionado, el consumo de energía eléctrica, el transporte terrestre programado, los viajes aéreos de negocios y el consumo de papel de oficina. La cuantificación de las emisiones de GEI en la sede Lima Cargo generó una huella de carbono de 593.63 toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂eq). Además, se identificó que las actividades generan emisiones que no son gases de efecto invernadero, como el consumo de gas refrigerante R-22 (HCFC) para el aire acondicionado, que generó 234.08 tCO₂eq durante el año 2019. Por lo tanto, se decidió considerar un valor total de emisiones de 828.71 tCO₂eq para la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el año 2019. Se observó que el alcance 3 contribuye en mayor medida con el 38% de las emisiones, principalmente debido al transporte terrestre programado desde casa hacia el trabajo. Otros gases que no son GEI (HCFC) contribuyen con el 28%, considerando el consumo de gas refrigerante R-22 para el aire acondicionado. El alcance 2 contribuye con el 24%, relacionado con el consumo de energía eléctrica. Por último, el alcance 1 contribuye con el 9%, donde se encuentra el consumo de gas refrigerante R-410A para el aire acondicionado.

En cuanto a la evaluación de los niveles de incertidumbre en la cuantificación de las emisiones de GEI, se encontró un nivel bajo en general, excepto en la fuente de

emisión generada por el transporte terrestre programado, que tiene un nivel medio de incertidumbre.

En este trabajo de investigación, se propusieron tres estrategias de mitigación de la huella de carbono en la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú. Estas estrategias incluyen no programar vehículos que consuman gasolina y GLP para el transporte terrestre, lo cual proyecta una reducción de emisiones del 2.31%; cambiar los gases refrigerantes R-22 y R-410A por el gas refrigerante R-32 en los sistemas de aire acondicionado, lo cual proyecta una reducción de emisiones del 22.80%; y renovar todos los conjuntos de CPU por modelos que tengan una alimentación energética de 65 vatios, lo cual proyecta una reducción de emisiones del 6.76%. Si Konecta BTO SL Sucursal en Perú decide implementar las tres estrategias de mitigación en la sede Lima Cargo, se proyecta una reducción total de emisiones del 29.59% respecto al total de emisiones cuantificadas durante el año 2019.

Montes et al (2022), realizó la investigación: Estimación de la huella de carbono y propuesta del programa de educación ambiental en la Corporación Educativa Cyber, Huancayo. La investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:

Se utilizaron metodologías basadas en la guía técnica del MINAM, que se sustenta en normas como la ISO, el GHG Protocol y las disposiciones del IPCC. Se tomaron en cuenta los factores de emisión como referencia en su mayoría.

Se identificaron las fuentes de emisión de la C.E. Cyber. En el alcance 1, se consideraron sólo las emisiones del cafetín, ya que no cuentan con vehículos propios. En el alcance 2, se analizó el consumo de energía eléctrica como fuente de emisiones indirectas. En el alcance 3, se tuvo en cuenta el transporte entre la escuela y el hogar, el consumo de agua, el consumo de papel y la generación de residuos sólidos como otras fuentes de emisiones indirectas.

Se estimó la huella de carbono para el año base 2019, obteniendo un total de 43.21 toneladas de CO₂ equivalente (tnCO₂eq) y 0.125 tnCO₂eq por persona en la C.E. Cyber. El principal contribuyente fue el transporte entre la escuela y el hogar, representando el 57.4% con 24.8 tnCO₂eq, seguido por la generación de residuos sólidos con un 23.2% y 10.02 tnCO₂eq, y en tercer lugar el consumo de electricidad con un 8.23% y 3.56 tnCO₂eq.

Se determinó que el nivel de educación ambiental es medio, con una puntuación de 72.03 sobre 105. El aspecto cognitivo obtuvo la puntuación más baja, con 21.28, relacionado con la comprensión y conocimiento de conceptos. Le siguió el aspecto

conductual con 23.32, referente a las acciones tomadas y cómo se dirigen. Por último, la dimensión afectiva obtuvo una puntuación de 27.43, reflejando la preocupación e interés por los problemas ambientales.

Se proponen estrategias a través de un programa ambiental para reducir las emisiones de las fuentes identificadas como las de mayor contribución. Se sugiere promover el uso de medios de transporte con biocombustibles y/o bicicletas.

León *et al* (2022), realizó la investigación: Cálculo de la huella de carbono y formulación de estrategias para la reducción de GEI en la Empresa IMAQ PERÚ. La investigación llegó a las siguientes principales conclusiones:

El estudio se centra en la empresa Imaq Perú S.A.C. y su huella de carbono correspondiente al año 2021, que fue de 13,48 toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂eq). Se identificaron 19 estrategias de manejo ambiental para reducir las emisiones asociadas al cálculo de la huella de la empresa. De estas estrategias, nueve fueron consideradas de importancia media para reducir las emisiones.

Las principales fuentes de emisión de la empresa fueron el transporte propio (8,35 tCO₂eq), el transporte casa-trabajo (1,9 tCO₂eq) y los refrigerantes (1,46 tCO₂eq). Para abordar estas emisiones, se propusieron estrategias específicas para cada fuente, como la conversión de vehículos de gasohol a gas natural vehicular, la implementación del teletrabajo, la sustitución de luminarias por LED, el aseguramiento de la disposición final de residuos, la segregación de residuos, la digitalización de documentación y el cambio de refrigeradora.

Estas estrategias fueron evaluadas en colaboración con la alta dirección de la empresa, considerando criterios como viabilidad económica, innovación, protección del medio ambiente, tiempo de implementación y beneficio social. A partir de esta evaluación, se desarrollaron programas detallados que incluyen el alcance, los responsables, los indicadores, las metas, el presupuesto, el porcentaje de avance, las acciones realizadas y el tiempo estimado de ejecución para cada estrategia, categorizadas como importantes e importantes de importancia media. Estas medidas están destinadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de la empresa y mejorar su impacto ambiental.

2.2.Bases teóricas

Efecto invernadero

El efecto invernadero surge cuando ciertos gases atmosféricos capturan la energía solar emitida por la Tierra, convirtiéndola en calor interno y elevando la temperatura. La atmósfera, compuesta de variados gases, interactúa de forma diferenciada con la

radiación, absorbiendo energía en distintas longitudes de onda. Gases como el ozono absorben radiación ultravioleta, calentando capas superiores de la atmósfera. Otros, como el dióxido de carbono y el vapor de agua, capturan radiación infrarroja emitida por la Tierra, calentando la atmósfera y emitiendo radiación de onda larga. Este efecto, fundamental para mantener una temperatura viable para la vida, retiene energía cerca de la superficie terrestre. Los Gases de Efecto Invernadero (GEI), incluyendo dióxido de carbono y vapor de agua, juegan un rol crucial al absorber radiación infrarroja saliente (Benavides *et al* 2007).

Figura 1

Representación gráfica del Efecto Invernadero natural.



Fuente: Raynal-Villaseñor J.A., 2011

Gases de Efecto Invernadero

Estos gases, de origen natural, son esenciales para nuestra supervivencia en la Tierra, ya que calientan la capa de aire cercana a la superficie. No obstante, las acciones humanas están aumentando la concentración de estos gases en la atmósfera, lo que está generando alteraciones climáticas. Estos cambios tienen un impacto en diversas áreas de nuestras actividades diarias, incluida la agricultura (Doll, E. et al, 2011).

El dióxido de carbono (CO₂) se genera naturalmente a través de la respiración de animales y la descomposición de biomasa. También resulta de la quema de combustibles fósiles y reacciones químicas. La fotosíntesis de las plantas elimina CO₂ de la atmósfera, y los bosques juegan un papel vital en su absorción.

El metano, componente principal del gas natural, proviene de la producción y transporte de carbón, gas natural y petróleo, además de la ganadería, prácticas agrícolas,

uso de suelo y descomposición de residuos orgánicos. En 2021, la mayoría de las emisiones de metano surgieron de la agricultura, silvicultura y pesca.

El óxido nitroso se forma por procesos microbianos en el suelo, uso de fertilizantes, quema de madera y producción química. Se emite en actividades agrícolas e industriales, uso de suelo, combustión de combustibles fósiles, residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales.

Los hidrofluorocarburos (HFC) comprenden alrededor del 90% de las emisiones de gases fluorados. La Unión Europea busca eliminar gradualmente los HFC antes de 2050. Se emplean en electrodomésticos como frigoríficos, aires acondicionados, y en aerosoles técnicos. En 2021, predominaron en sectores de comercio y reparación de vehículos.

Los perfluorocarburos son compuestos artificiales usados en procesos de fabricación industrial.

El hexafluoruro de azufre se emplea para aislar líneas eléctricas.

El trifluoruro de nitrógeno es empleado como "gas de limpieza de cámaras" en las fases de manufactura, destinado a eliminar las acumulaciones indeseadas en las partes de microprocesadores y circuitos durante su ensamblaje.

Cambio climático

La definición de cambio climático se refiere a una transformación constante y perdurable en la distribución de los modelos climáticos a lo largo de períodos que abarcan desde décadas hasta millones de años. Este término puede abordar particularmente las alteraciones climáticas generadas por la actividad humana, así como aquellas originadas por procesos naturales de la Tierra y el sistema solar (Guido, P. 2017)

El Protocolo de Kioto

Protocolo de Kioto, que es un acuerdo intergubernamental diseñado para que ciertos sectores de la industria de los países desarrollados reduzcan sus emisiones de gases de efecto invernadero. El acuerdo tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de tres gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆), en un porcentaje aproximado de al menos un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones al año 1990. El Protocolo de Kyoto pone en funcionamiento la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático comprometiendo a países industrializados a reducir sus emisiones para lo cual se

introdujo tres mecanismos de flexibilidad cuyo objetivo es facilitar a los países la consecución de los objetivos estos tres son el Comercio de Emisiones, el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y el Mecanismo de Aplicación Conjunta (AC).

DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs)

El Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (Defra) elabora estrategias destinadas a mejorar y salvaguardar el entorno, con el objetivo de transformar las zonas rurales en lugares idóneos para la residencia, el trabajo y la visita. DEFRA colabora estrechamente con la Agencia del Medio Ambiente para combatir la contaminación del aire y del agua, así como para prevenir inundaciones.

A nivel global, la entidad busca disminuir el calentamiento global y fomentar el desarrollo sostenible, estableciendo así una conexión entre la necesidad de un entorno más saludable y los desafíos económicos y sociales de la sociedad contemporánea. Greenfacts.org (2023).

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático)

Es el órgano internacional encargado de evaluar los conocimientos científicos relativos al cambio climático. Fue establecido en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) para facilitar una base científica del cambio climático, a los gobiernos de todos los niveles para la formulación de políticas sobre el clima asimismo informa sus repercusiones y futuros riesgos del cambio climático, así como las opciones que existen para adaptarse al mismo y atenuar sus efectos. (IPCC,2013)

Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol)

El Protocolo para Gases de Efecto Invernadero (GEI) fue instaurado en 2001 por el Consejo Mundial de Negocios para el Desarrollo Sustentable y el Instituto de Recursos Mundiales. Su propósito es establecer fundamentos para la evaluación de emisiones de GEI, resultado de una colaboración multinivel entre compañías, organizaciones no gubernamentales y gobiernos. Cuenta con el respaldo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. El protocolo GEI constituye un marco metodológico general que orienta la creación de herramientas de cálculo de emisiones de GEI. Ha ganado un alto reconocimiento global y es considerado una referencia primordial junto con los estándares ISO 14064. Además de proporcionar directrices generales, el protocolo GEI también ha desarrollado un conjunto de herramientas de software para calcular la Huella de Carbono, principalmente para empresas. La popularidad y el prestigio del protocolo

GEI, sumados a la gratuidad de las aplicaciones, han consolidado su éxito y alta demanda (Espíndola, C., & Valderrama, J, 2012).

Además, en ello se incluye los siguientes alcances de emisiones de Gases de efecto invernadero (y proporcionan una estructura para categorizar y medir las emisiones de manera coherente (Ihobe S.A., 2013):

El Alcance 1 abarca las emisiones directas provenientes de fuentes de propiedad o control de la organización, como la combustión de combustibles en instalaciones de la empresa.

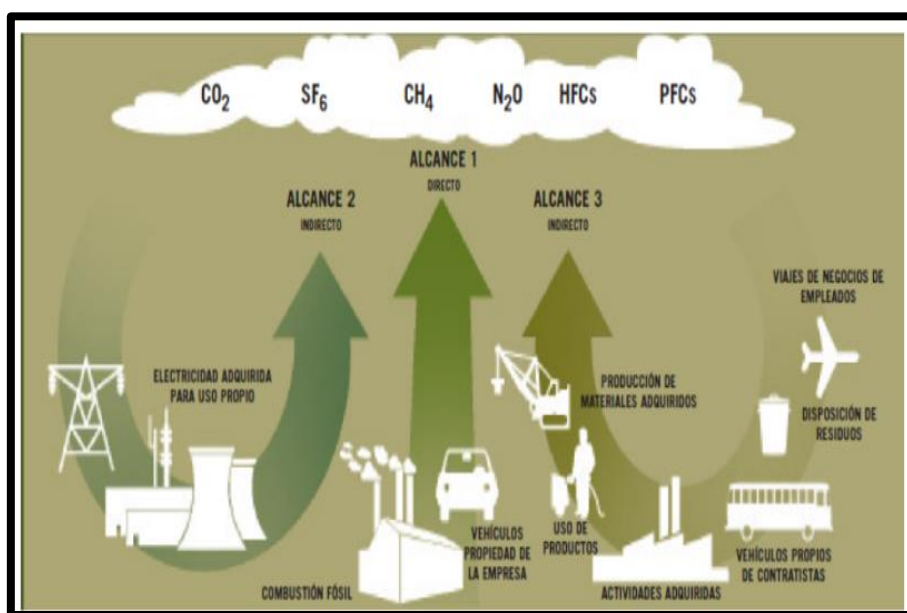
El Alcance 2 se refiere a las emisiones indirectas asociadas con la generación de electricidad, calefacción o refrigeración que la organización consume.

El Alcance 3 incluye emisiones indirectas que no están bajo el control directo de la organización, pero que están relacionadas con sus actividades, como las emisiones de sus proveedores, el transporte de productos y otras actividades externas.

Estos alcances permiten una evaluación más completa y precisa de las emisiones totales de gases de efecto invernadero, ayudando a las organizaciones a comprender y abordar de manera integral su impacto ambiental.

Figura 2

Emisiones por alcance



Fuente: GHG Protocol

Factores de Emisión de GEI

Un factor de emisión equivale a la velocidad promedio de liberación de emisiones desde una fuente específica, dividida por la unidad de actividad correspondiente, como:

litros de gasolina consumidos, kilómetros recorridos o hectáreas plantadas (Frohmann, A. 2013).

Potenciales de calentamiento global de GEI

El potencial de calentamiento global (PCG) es una medida de la capacidad que tienen diferentes GEI en la retención de calor en la atmósfera, ya que no todos los gases absorben la radiación infrarroja de la misma manera ni todos tienen igual vida media en la atmósfera. El gas utilizado como referencia para medir otros GEI es el CO₂, por lo que su potencial de calentamiento global es igual a 1. Cuanto más alto sea el PCG que tiene un gas, mayor será su capacidad de retención de calor en la atmósfera. (COFIDE, 2018)

Dióxido de carbono equivalente (CO₂e)

El concepto de "dióxido de carbono equivalente" se emplea universalmente para expresar en términos de CO₂ la equiparación entre los diversos gases de efecto invernadero, con relación a su capacidad para contribuir al calentamiento global. Esta medida se utiliza para evaluar cómo la emisión o reducción de diferentes gases de efecto invernadero afecta al fenómeno del efecto invernadero.

La presentación de datos a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático se ajusta a las pautas delineadas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés). Esta presentación se basa en los registros nacionales de emisiones e incorpora todas las fuentes de emisiones humanas de dióxido de carbono, además de los sumideros de carbono, como los bosques.

La información proviene de los Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero correspondientes a los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014. Los datos estadísticos abarcan los sectores económicos y productivos que forman parte del inventario nacional de gases de efecto invernadero. También se utilizan valores por defecto establecidos en las Directrices del Panel Intergubernamental de Expertos de Cambio Climático (IPCC) para los registros nacionales de gases de efecto invernadero (Ministerio del Ambiente, 2019).

Huella de Carbono

Es una herramienta que permite estimar las emisiones de gases de efecto invernadero liberados por un individuo, organización, evento o producto (UK Carbon Trust). El procedimiento de cálculo involucra la recopilación de datos relacionados con el consumo directo e indirecto de recursos materiales y energía, que luego se convierten en equivalentes de emisiones de CO₂, el cual se ha adoptado universalmente como valor de referencia para facilitar la comparación con otros GEI. Esto se debe a que el dióxido

de carbono es el gas que ha experimentado el mayor incremento en la atmósfera terrestre y es el más abundante en términos porcentuales (Ministerio de Agroindustria Provincia de Buenos Aires, 2018).

ISO 14064: Gases de efecto invernadero – Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero

La presente norma es la base para realizar el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero de una organización ya en ella detalla los principios y requisitos para el diseño, desarrollo y gestión de inventarios de GEI para organizaciones, y para la presentación de informes sobre estos inventarios. Incluye los requisitos para determinar los límites de la emisión y remoción de GEI, cuantificar las emisiones y remociones de GEI de la organización e identificar las actividades o acciones específicas de la compañía con el objeto de mejorar la gestión de los GEI. También incluye requisitos y orientaciones para la gestión de la calidad del inventario, el informe, la auditoría interna y las responsabilidades de la organización en las actividades de verificación (ISO, 2018).

A su vez esta norma establece 5 principios.

1. Pertinencia: Seleccionar las fuentes, sumideros, reservorios de GEI, datos y metodologías apropiados para las necesidades del usuario previsto.
2. Integridad: Incluir todas las emisiones y remociones pertinentes de GEI
3. Coherencia: Permitir comparaciones significativas en la información relacionada con los GEI.
4. Exactitud: Reducir el sesgo y la incertidumbre, en la medida de lo posible.
5. Transparencia: Divulgar información suficiente y apropiada relacionada con los GEI, para permitir que los usuarios previstos tomen decisiones con confianza razonable.

Límite Organizacional

La organización debe definir su límite organizacional ya que puede estar compuesta de una o más instalaciones. Las emisiones y remociones de GEI a nivel de instalación se puede producir a partir de una o más fuentes de sumideros de GEI. La organización debe consolidar sus emisiones y remociones de GEI a nivel de instalación por medio de uno de los siguientes enfoques: ISO 2018

- a. Control: La organización considera todas las emisiones y/o remociones de GEI en las instalaciones sobre las cuales tiene control operacional o control financiero. (ISO,2018)

- b. Participación en el capital: La organización rinde cuentas de su parte de las emisiones y/o remociones de GEI de las respectivas instalaciones. (ISO, 2018)

Límite operacional

Conjunto de actividades o instalaciones en las cuales la organización realiza el control operativo o financiero o tiene una participación en el capital correspondiente, ya que en cada instalación o actividad de la organización se pueden registrar fuentes y/o sumideros de GEI (ISO, 2006).

Medidas de Mitigación

En el ámbito de la política climática, las acciones de mitigación abarcan tecnologías, procedimientos y enfoques que colaboran en el proceso de mitigación con el propósito de reducir o minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero y su impacto negativo en el medio ambiente. Estas medidas abarcan una variedad de enfoques, incluyendo mejoras en la eficiencia energética, la promoción de energías renovables, la adopción de tecnologías limpias, la optimización de procesos industriales, la gestión adecuada de residuos, la reforestación y otras prácticas orientadas a la sostenibilidad (IPCC, 2018).

Economía baja en carbono

Se refiere a un sistema económico en el cual se busca reducir de manera significativa las emisiones de gases de efecto invernadero, mediante la adopción de tecnologías limpias, la eficiencia energética y la promoción de energías renovables, con el objetivo de desvincular el crecimiento económico de las emisiones de carbono y contribuir a la mitigación del cambio climático. (Banco Mundial, 2019)

Responsabilidad ambiental

La responsabilidad que surge como consecuencia de los daños infligidos al medio ambiente es un aspecto fundamental en la gestión ambiental. Su principal objetivo es establecer la obligación para aquellos que causan daños ambientales, como los contaminadores, de asumir la responsabilidad financiera por la reparación de dichos daños. Esta perspectiva se basa en la noción de que, en ausencia de un sistema de responsabilidad específico, las infracciones a las normativas ambientales conllevan únicamente sanciones penales o administrativas, lo que podría resultar insuficiente para reparar los impactos ambientales negativos. Esta situación subraya la importancia de garantizar una aplicación efectiva de este principio para motivar a los contaminadores a reducir sus niveles de contaminación y adoptar medidas preventivas, lo que está en línea con el principio de prevención en la gestión ambiental (Díaz, M. 2015).

III. VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1.Operacionalización de las variables

Tabla 1

Cuadro de operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Independiente: Propuesta de Plan de Mitigación	Se refiere a un conjunto de estrategias y acciones diseñadas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y minimizar su impacto ambiental. Este plan busca implementar medidas específicas, como mejorar la eficiencia energética, adoptar tecnologías limpias y promover prácticas sostenibles, con el objetivo de contribuir a la reducción de la huella de carbono y promover la sustentabilidad ambiental.	Operacionalmente se refiere a un conjunto específico de medidas planificadas y detalladas diseñadas para reducir emisiones de gases de efecto invernadero. Estas acciones concretas pueden incluir mejoras en la eficiencia energética, adopción de tecnologías limpias y gestión de residuos, con el propósito de lograr una reducción efectiva de la huella de carbono y un impacto ambiental positivo.	Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)	Porcentaje de reducción de emisiones de GEI respecto al año base.
Variable Dependiente: Huella de Carbono	Es una medida que cuantifica las emisiones de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono, liberadas por actividades humanas, productos o servicios. Es una herramienta clave para evaluar el impacto ambiental y orientar acciones de reducción de emisiones en busca de la sustentabilidad ambiental.	Operacionalmente se refiere a la medición específica de las emisiones totales de gases de efecto invernadero generadas por una actividad, producto o entidad. Esto implica la recopilación detallada de datos sobre diversas fuentes de emisión y su cálculo en unidades de dióxido de carbono equivalente, permitiendo evaluar y abordar con precisión el impacto ambiental de manera cuantitativa.	Emisiones Directas	Alcance 1
			Emisiones Indirectas	Alcance 2
				Alcance 3

3.2.Hipótesis de la investigación

3.2.1. Hipótesis general

La determinación de la Huella de Carbono en la empresa Alquimodul S.A.C. durante el año 2022 proporcionará información para proponer medidas de mitigación que tendrán un impacto positivo en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y contribuirán al medio ambiente.

3.2.2. Hipótesis específicas

- La identificación de las principales fuentes de emisión de GEI, permitirá determinar la Huella de Carbono de la empresa Alquimodul S.A.C. en el año 2022.
- La recopilación de datos de la empresa Alquimodul S.A.C. durante el año 2022 proporcionará información esencial para la determinación de la Huella de Carbono.
- El análisis de los resultados de las emisiones de GEI en la empresa Alquimodul S.A.C. durante el año 2022 permitirá identificar las fuentes de emisiones que generan mayores GEI y servirán como base para proponer medidas de mitigación.
- La formulación de medidas de mitigación adaptadas a las fuentes de emisión identificadas en Alquimodul S.A.C. durante el año 2022, tendrá un impacto positivo en la reducción de la Huella de Carbono y en la contribución al medio ambiente.

IV. METODOLOGÍA

4.1.Descripción de la metodología

El estudio se llevó a cabo utilizando un diseño de investigación exploratorio. Este diseño permitió analizar las diferentes fuentes de emisión de GEI en el año 2022 y comprender su impacto.

El enfoque del estudio fue cuantitativo, ya que implicó la recopilación y el análisis de datos numéricos, como registros de consumo de combustible, gas refrigerante, energía eléctrica, agua, papel y cartón, para calcular las emisiones de GEI de la empresa Alquimodul S.A.C. en 2022.

El alcance del estudio abarcó todas las actividades directas e indirectas de la empresa Alquimodul S.A.C. en el año 2022, centrándose en la identificación y cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivadas de estas actividades.

La investigación es aplicada, ya que se emplean metodologías para abordar un problema práctico y proporcionar soluciones concretas a través de propuestas de mitigación de emisiones de GEI.

4.2.Implementación de la investigación

Este estudio se llevó a cabo en tres etapas, las cuales se describen a continuación:

ETAPA 1: Determinación de la huella de carbono

En este estudio, se llevó a cabo la evaluación de la huella de carbono utilizando el protocolo GHG, un enfoque específico y detallado para medir las emisiones de GEI de la empresa Alquimodul S.A.C. Este protocolo, reconocido internacionalmente, proporciona pautas para calcular las emisiones de gases como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), hidroclorofluorocarburos (HCFC) y hidrofluorcarbonos (HFC), los principales contribuyentes al cambio climático.

Para complementar, se consultaron las pautas internacionales proporcionadas por el IPCC.

Determinación de los límites organizacionales y operacionales

La determinación de los límites organizacionales y operacionales es esencial para evaluar con precisión la huella de carbono de una entidad. Para establecer los límites organizacionales, se identifican y consideran todas las operaciones controladas directamente por la organización, excluyendo aquellas sobre las cuales no tiene influencia

significativa. Por otro lado, los límites operativos se definen al identificar todas las fuentes de emisión asociadas con las operaciones incluidas en los límites organizacionales, abarcando las emisiones directas (Alcance 1), indirectas relacionadas con la energía comprada (Alcance 2) y otras emisiones indirectas a lo largo de la cadena de suministro (Alcance 3). Estos límites son fundamentales para un análisis de la huella de carbono de la empresa Alquimodul SAC según las pautas del Protocolo GHG.

Identificación de las fuentes de emisión

La identificación de las fuentes de emisión GEI puede realizarse mediante un enfoque sistemático que involucre la evaluación detallada de diversas áreas productivas y administrativas de la empresa, para identificar estas fuentes de emisión en el consumo de combustible, fuga de refrigerante, energía, agua, cartón y papel.

Selección de la metodología de cuantificación

Se empleó la metodología GHG Protocol como enfoque para calcular las emisiones de GEI. Este proceso implica la multiplicación de los datos de actividad por los correspondientes factores de emisión de GEI, obtenidos de informes internacionales como el DEFRA o nacional como el MINAM.

Estas entidades sugieren una fórmula específica para calcular las emisiones de GEI, la cual se expresa mediante la siguiente ecuación:

Emisión GEI (X) = Datos de la actividad x Factor de emisión

Las emisiones totales se calculan considerando las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), multiplicadas por sus respectivos factores de potencial de calentamiento global (PCG). Esta fórmula permite hallar estos gases:

$$\text{Emisiones totales CO}_2 \text{ eq} = [(\text{Emisiones CO}_2 \times \text{PCG}) + (\text{Emisiones CH}_4 \times \text{PCG}) + (\text{Emisiones N}_2\text{O} \times \text{PCG})]$$

Rogal P., 2020

En el caso de los refrigerantes, la fórmula se simplifica a:

$$\text{Emisiones totales CO}_2 \text{ eq} = \text{Datos de la actividad} \times \text{Potencial de calentamiento global}$$

Fuente: Santiago J., 2022

Es importante destacar que para convertir las emisiones de metano y óxido nitroso a unidades equivalentes de dióxido de carbono (CO₂e), es necesario multiplicarlas por sus

respectivos factores de potencial de calentamiento global durante 100 años, según los valores establecidos por el IPCC (2013) que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 2

Potencial de Calentamiento global de GEI

NOMBRE	GEI	Potencial de Calentamiento Global
Dióxido de Carbono	CO2	1
Metano	CH4	28
Óxido nitroso	N2O	265

Fuente: IPCC. 2013, Quinto Informe de Evaluación del IPCC: Cambio Climático 2013

Tabla 3

Potencial de Calentamiento Global de GEI (HCFC y HFC)

Tipo de refrigerante	GEI	Potencial de Calentamiento Global
R-22	HCFC *	1760
R-410A	HFC	1923,5

Fuente: Clemente, D. (2021)

Recopilación de datos de actividad y los factores de emisión de GEI

Para seleccionar los datos de actividad, se priorizaron las bases de datos de la empresa Alquimodul SAC. La búsqueda se enfocó en datos relacionados con las actividades, como el consumo de combustible, refrigerante, energía eléctrica, cartón, papel y agua.

En cuanto a los factores de emisión, se recurrió principalmente a fuentes oficiales y reconocidas a nivel internacional, como datos del DEFRA e información a nivel nacional.

Cálculo de la Huella de Carbono

Este paso se deriva del uso de las etapas previas y la aplicación de fórmulas para cada fuente de emisión identificada. Estas fórmulas implican el uso de datos de actividad y factores de emisión específicos para cada GEI. La huella de carbono se calculará sumando todas las emisiones obtenidas de estas fuentes, y se expresa en toneladas de

dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) para tener un indicador. Las fórmulas utilizadas están basadas en los estándares internacionales para garantizar la exactitud del cálculo.

ETAPA 2: Análisis de Resultados

Una vez que se calcule la huella de carbono de la empresa Alquimodul SAC, se procede a realizar el análisis de los resultados obtenidos de la Huella de carbono de la siguiente manera:

- a) Se realiza un gráfico circular por porcentaje, que ilustre la huella de carbono de los Alcances 1, 2 y 3.
- b) Mediante un gráfico se realiza el análisis de cuál fue la mayor fuente de emisión en la empresa Alquimodul SAC, para realizar las propuestas de mitigación.

ETAPA 3: Propuesta de medidas de mitigación para la huella de carbono.

Se plantearon propuestas de mitigación para las fuentes de emisión de GEI, que abarcaron mayor porcentaje.

Las fuentes con un porcentaje menor, se propusieron oportunidades de mejora con el objetivo de aplicarlas posteriormente para disminuir la huella de carbono de la empresa Alquimodul S.A.C.

4.3.Población y muestra

La población se refiere a todas las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por las actividades operacionales y administrativas de Alquimodul S.A.C. durante el año 2022 por lo tanto la población es la Empresa Alquimodul SAC, siendo una población finita, por tanto, la muestra es igual a la población.

4.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizarán técnicas de recolección de datos que incluyen la solicitud, el procesamiento de la base de datos de la empresa Alquimodul S.A.C. de cada fuente de emisión de GEI y para finalizar con la entrega de toda la información solicitada.

Usando herramientas como Microsoft Excel, la empresa puede organizar los datos recolectados. Con fórmulas específicas y tablas estructuradas, el Excel se convierte en una herramienta para realizar cálculos complejos y generar informes sobre las emisiones.

4.5.Instrumentos de recolección de datos

En primera instancia la empresa Alquimodul SAC, nos brindó los datos de sus actividades tanto operativas como administrativas.

En la tabla 4, podemos identificar las actividades, tipo de evidencia y el área encargada de la información que se recolectó para la presente investigación.

Tabla 4

Recopilación de datos de las actividades de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022

Actividad	Tipo de evidencia	Área encargada
Consumo de Combustible	Facturas de consumo	Área contable
Consumo de gas refrigerante para aire acondicionado	Facturas de consumo	
Consumo de Energía Eléctrica	Recibos de Luz	
Consumo de agua	Facturas de consumo	
Consumo papel	Facturas de consumo	

4.5.1. Validez

La validez de los datos obtenidos se basa en la autenticidad y relevancia de la información recopilada de los registros contables de Alquimodul S.A.C., entre ellos, recibo de luz y facturas del año 2022.

4.5.2. Confiabilidad

La confiabilidad de los datos se aseguró mediante la coherencia de los registros obtenidos de Alquimodul S.A.C. Los registros fueron revisados y verificados para asegurar la integridad de los datos.

La consistencia en los datos a lo largo de diferentes registros y fuentes internas también respalda la confiabilidad de los datos obtenidos.

Además, los factores de emisión utilizados en los cálculos fueron obtenidos de fuentes nacionales e internacionales reconocidas. Estos factores han sido previamente validados y se consideran estándares en la industria para calcular las emisiones de GEI.

4.6. Resultados

A continuación, se exponen los resultados de las tres etapas en las que se divide este estudio:

ETAPA 1: Determinar la huella de carbono de la empresa

Determinación de los límites organizacionales y operacionales

Límites organizacionales:

La empresa Alquimodul S.A.C. es una empresa especializada en la construcción modular, servicio de alquiler y venta de módulos. Esta se encuentra ubicada Ramón

Castilla S/N Ex Fundo La Salinas - Lurín, Alt. Km 38 Antigua Panamericana Sur, Lima, abarca un área de 708 m2.

Figura 3

Ubicación de la empresa



Fuente: Google Maps

Para el estudio de la huella de carbono de Alquimodul S.A.C. se seleccionó como año base el periodo 2022 como análisis para evaluar las emisiones de GEI. Este cálculo abarcó desde el área administrativa hasta la operativa, ofreciendo una perspectiva completa de las emisiones asociadas con las actividades de la empresa.

Límites operacionales:

En cuanto a los límites operacionales se basaron según lo establecido por el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero que corresponde a los alcances 1, 2 y 3, divididos en actividades directas e indirectas de la empresa.

El cálculo abarcó las emisiones directas de GEI originadas por el consumo de combustibles y gases refrigerantes (alcance 1), así como las emisiones indirectas provenientes del consumo de electricidad (alcance 2) y las emisiones generadas por terceros en relación con las actividades de la organización (alcance 3).

Identificación de las fuentes de emisión

Se creó la Tabla 3 para identificar las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero según descripción detallada y las categorías de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas.

Los gases de efecto invernadero, según el Protocolo de Kioto, son los siguientes: CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC y SF₆, éstas son emisiones antropogénicas.

Tabla 5

Identificación de fuentes de emisión

Alcance	Fuente de Emisión	Descripción Detallada	GEI EMITIDO
1	Consumo de Combustibles	Emisiones provenientes de la quema de gasolina, diésel, etc.	CO ₂ / CH ₄ / NO ₂
	Consumo de Gas refrigerante para aire acondicionado	Emisiones de gases de efecto invernadero durante el uso de refrigerantes.	HFC / HCFC*
2	Consumo de Energía eléctrica	Emisiones asociadas con la generación de electricidad utilizada.	CO ₂ / CH ₄ / NO ₂
3	Consumo de Agua	Emisiones relacionadas con procesos de tratamiento y purificación de agua.	CO ₂
	Consumo de Papel y cartón	Emisiones relacionadas con la producción y descomposición del papel.	CO ₂

Selección de la metodología de cuantificación

Se utilizó como metodología el GHG Protocol y los estándares establecidos por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC).

Las fórmulas están descritas en la Metodología, en el ítem 4.2, estas fueron utilizadas para calcular la huella de carbono.

Recopilación de datos de actividad y los factores de emisión

Se obtuvieron información de los datos procesados, en los cuales se dividieron por Alcances, resultando lo siguiente:

Alcance 1 - Emisiones Directas

En este Alcance identificamos fuentes de emisión como el consumo de combustible de transporte terrestre y gas refrigerante, los cuales detallaremos a continuación:

Consumo de combustible de fuente móvil

Tabla 6

Información del consumo de combustible durante el año 2022 de la empresa

Alquimodul SAC

ITEM	PLACA	MARCA	MODELO	TIPO DE COMBUSTIBLE
Vehículos ligeros				
1	BSL592	DFSK	GLORY	GASOHOL 95, GLP
2	BEW854	MITSUBICHI	L200	DIESEL
3	AVV749	GREAT WALL	WINGLE 5	GASOHOL 90
4	BKV060	CHANGAI	NEW SUPERVAN	GASOHOL 90
5	BLG816	GREAT WALL	WINGLE 5	GASOHOL 90
6	AUR133	MAZDA	CX-3	GASOHOL 90
7	MONTACARGA	–	–	GASOHOL 90
Vehículos pesados				
8	D5G 912	HINO	FM26	DIESEL
9	B5K919	HYUNDAI	HD170	DIESEL

Fuente: Alquimodul S.A.C.

En el siguiente cuadro se proporciona datos detallados sobre la cantidad de combustible utilizado por vehículos en movimiento durante cada mes del año.

Esta información representa la cantidad aproximada de consumo mensual de tipo de combustible (en galones) de los vehículos de la empresa. Para simplificar el cálculo de las emisiones, se convirtió la cantidad expresada en galones a Tera Joules, utilizando los factores de conversión de la siguiente tabla:

Tabla 7

Factor de conversión (TJ/galones)

Tipo de combustible - IPCC	Factor de conversión (TJ / galones)
Diesel	1,35E-04
Gasolina	1,18E-04
Gases licuados de petróleo	9,99E-05

Fuente: Reporte Anual De Gases De Efecto Invernadero del Sector Energía 2019, INFOCARBONO

Tabla 8

Conversión de galones a TJ de la información de la actividad de la Empresa Alquimodul SAC durante el año 2022

ITEM	MES	DIESEL GALONES (gal)	TERA JOULES (TJ)	GASOHOL 90 GALONES (gal)	TERA JOULES (TJ)	GASOHOL 95 GALONES (gal)	TERA JOULES (TJ)	GLP GALONES (gal)	TERA JOULES (TJ)
1	ENERO	556,34	0,075	212,90	0,029	0	0	19,568	0,002
2	FEBRERO	425,94	0,058	200,17	0,027	37,69	0,004	19,568	0,002
3	MARZO	544,53	0,074	177,65	0,024	76,43	0,009	9,78	0,001
4	ABRIL	623,11	0,084	329,32	0,044	30,23	0,004	0	0
5	MAYO	686,21	0,093	253,46	0,034	30,23	0,004	0	0
6	JUNIO	817,85	0,11	183,01	0,025	47,19	0,006	23,225	0,002
7	JULIO	291,20	0,039	134,07	0,018	16,72	0,002	41,544	0,004
8	AGOSTO	561,97	0,076	181,63	0,025	19,713	0,002	18,662	0,002
9	SETIEMBRE	649,85	0,088	233,14	0,031	37,219	0,004	0	0
10	OCTUBRE	428,11	0,058	323,31	0,044	44,94	0,005	0	0
11	NOVIEMBRE	1159,042	0,156	440,75	0,060	54,564	0,006	0	0
12	DICIEMBRE	1502,50	0,203	375,60	0,051	55,476	0,007	14,886	0,001
TOTAL		8246,65	1,113	3045,02	0,377	450,931	0,055	147,233	0,015

Consumo de gas refrigerante

Data de actividad

La fuga de refrigerantes consumidos durante el año 2022 se refiere a la liberación accidental de sustancias refrigerantes utilizadas en sistemas de aire acondicionado. Estas fugas pueden ocurrir debido a problemas técnicos, mantenimiento inadecuado o daños en los equipos.

Tabla 9

Consumo de gas refrigerante de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022

MES	DESCRIPCIÓN	PESO (Kg)
FEBRERO	Botella de gas R22	13,6
	Botella de gas R410A	11,3
JUNIO	Botella de gas R410A	11,3
JULIO	Botella de gas R410A	11,3

Alcance 2 - Emisiones Indirectas

En este Alcance identificamos al consumo de energía eléctrica como fuente de emisión, la cual se detalla a continuación:

Consumo de energía eléctrica

Data de actividad

El cuadro del consumo de kilowatts-hora (kWh) durante el año 2022 proporciona el consumo de electricidad a lo largo del año. Estos datos son fundamentales para evaluar la demanda energética de la empresa.

Tabla 10

Consumo de energía eléctrica de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022

ITEM	MES	CONSUMO ELÉCTRICO (kWh)
1	ENERO	4258
2	FEBRERO	6198
3	MARZO	5654,8
4	ABRIL	5050
5	MAYO	5106,4

6	JUNIO	5140
7	JULIO	3610,4
8	AGOSTO	2984,4
9	SETIEMBRE	3511,6
10	OCTUBRE	4467,2
11	NOVIEMBRE	4957,2
12	DICIEMBRE	3426
TOTAL		54364

Alcance 3 - Emisiones Indirectas

En este Alcance identificamos tres fuentes de emisión como el consumo de papel, cartón y agua, los cuales detallaremos a continuación:

Consumo de papel y cartón

Data de actividad

Tabla 11

Consumo de papel y cartón de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022

ITEM	MES	CONSUMO DE PAPEL (kg)	CONSUMO DE CARTÓN (kg)
1	ENERO	1725	250
2	FEBRERO	1537,5	450
3	ABRIL	3375	0
4	MAYO	0	250
5	JUNIO	1912,5	522,5
6	AGOSTO	300	81
7	SETIEMBRE	1875	0
8	OCTUBRE	150	250
9	NOVIEMBRE	616	600
TOTAL		11491	2402,5

Consumo de agua

Data de actividad

Tabla 12

Consumo de agua de cisterna y bidones de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022

ITEM	MES	CONSUMO DE AGUA DE CISTERNA	CONSUMO DE AGUA DE BIDONES
		Cantidad (m ³)	Cantidad (m ³)
1	ENERO	64	4,96
2	FEBRERO	48	3
3	MARZO	80	5,4
4	ABRIL	80	3,6
5	MAYO	96	1,6
6	JUNIO	80	1,8
7	JULIO	48	2,4
8	AGOSTO	64	3,777
9	SETIEMBRE	64	2,4
10	OCTUBRE	80	3,8
11	NOVIEMBRE	96	3,8
12	DICIEMBRE	96	5,2
TOTAL		896	41,737

Factores de emisión

La siguiente tabla presenta un resumen de estos factores de emisión:

Tabla 13*Factor de emisión- transporte terrestre*

Tipo de transporte	Tipo de combustible	Factor de emisión de CO2 (kg CO2/TJ)	Factor de emisión de CH4 (kg CH4/TJ)	Factor de emisión de N2O (kg N2O / TJ)
Autos Station Wagon Vehículos Menores	Diesel	74100	3,90	3,90
	Gasolina	69300	33	3,20
Ómnibus Camión Remolcador	Gases licuados de petróleo	63100	62	0,20

Fuente: Reporte Anual De Gases De Efecto Invernadero del Sector Energía 2019, INFOCARBONO

Tabla 14*Factores de emisión Aplicados para el consumo de energía eléctrica*

DESCRIPCIÓN	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDAD
Energía eléctrica	0,173252283	tCO2/MWh
	0,00000979581	tCH4/MWh
	0,00000121264	tN2O/MWh

Fuente: Alwa, basados en, MINEM 2021

Tabla 15*Factores de emisión Aplicados para el consumo de papel y agua*

DESCRIPCIÓN	FACTOR DE EMISIÓN	UNIDAD	FUENTE
Papel (a) Agua (a)	0,91048	KgCO2/kg	UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting "Material Use" 2023
Suministro de agua (b)	0,177	KgCO2e/m3	UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting, hoja "Water supply" 2023

Fuente: DEFRA (2023): (a) "Material Use" 2023 y (b) "Water supply"

Cálculo de la Huella de Carbono

Consumo de combustibles:

El cálculo de consumo de combustible se basó en la fórmula general mencionada en el numeral 4.2, de la etapa 1, cuya data de actividad para esta fuente de emisión se encuentra en la tabla 9, los factores de emisión en la tabla 13 y el potencial de calentamiento global en la tabla 2.

Tabla 16

Total, de emisiones (t CO2eq) en el consumo de combustible de la empresa Alquimodul SAC en el año 2022

Tipo de combustible	A Consumo de combustible (TJ)	B Factor de emisión de CO2 (Kg CO2/TJ)	C Emisiones de CO2 (t CO2)	D Factor de emisión de CH4 (Kg CH4/TJ)	E Emisiones de CH4 (t CH4)	F Factor de emisión de N2O (Kg N2O / TJ)	G Emisiones de N2O (t N2O)	H Total emisiones de GEI (t CO2eq)
			$C = A*B/10^3$		$E = A* D/10^3$		$G= A*F/10^3$	$H = C + E*28 + G*265$
Diesel	1,113297075	74100	82,4953133	3,9	0,00434186	3,9	0,00434186	83,77
Gasohol 90	0,359311982	69300	24,9003204	33	0,0118573	3,2	0,0011498	25,54
Gasohol 95	0,053209858	69300	3,68744316	33	0,00175593	3,2	0,00017027	3,78
GLP	0,014708577	63100	0,92811119	62	0,00091193	0,2	2,9417E-06	0,95
								114,04

Consumo de gas refrigerante

Los gases refrigerantes mencionados son el R-22 y el R410A, cuyos Potenciales de Calentamiento Global (PCG) se derivaron de la tabla 3. En este cálculo, se utilizaron los datos del peso del balón con gas refrigerante.

Tabla 17

Total, de emisiones (t CO₂eq) de consumo de gas refrigerante de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022

Tipo de refrigerante	Número de equipos	Consumo durante el 2022 (kg)	PCG a 100 años (kg CO ₂ eq / kg)	Emisiones (kgCO ₂ eq)	Emisiones (t CO ₂ eq)
R-22	1	13,6	1760	23936	23,94
R-410A	3	11,3	1923,5	21735,55	65,21
Total de Emisiones (tCO ₂ eq)					89,15

Alcance 2 - Emisiones Indirectas

Consumo de energía eléctrica

El siguiente cuadro proporciona una representación gráfica de las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes del consumo de energía eléctrica a lo largo del año 2022. Este cuadro detalla las cantidades totales de emisiones de GEI asociadas con el uso de electricidad en diversas actividades de la empresa.

Tabla 18

Total de emisiones (t CO2eq) por el consumo de energía eléctrica de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022

ITEM	MES	CONSUMO (kWh)	CONSUMO (MWh) A	FACTOR DE EMISIÓN (t CO2 /MWh) B	FACTOR DE EMISIÓN (t CH4 /MWh) C	FACTOR DE EMISIÓN (t N2O /MWh) D	PCG (CO2) E	PCG (CH4) F	PCG (N2O) G	EMISIONES TOTALES t CO2eq (A*B*E)+(A*C *F)+(A*D*G)
1	ENERO	4258	4,258	0,173252283	0,000009795810	0,00000121264	1	30	265	0,74
2	FEBRERO	6198	6,198	0,173252283	0,000009795810	0,00000121264	1	30	265	1,08
3	MARZO	5654,8	5,6548	0,173252283	0,000009795810	0,00000121264	1	30	265	0,98
4	ABRIL	5050	5,05	0,173252283	0,000009795810	0,00000121264	1	30	265	0,88
5	MAYO	5106,4	5,1064	0,173252283	0,000009795810	0,00000121264	1	30	265	0,89
6	JUNIO	5140	5,14	0,173252283	0,000009795810	0,00000121264	1	30	265	0,89
7	JULIO	3610,4	3,6104	0,173252283	0,000009795810	0,00000121264	1	30	265	0,63
8	AGOSTO	2984,4	2,9844	0,173252283	0,000009795810	0,00000121264	1	30	265	0,52
9	SETIEMBRE	3511,6	3,5116	0,173252283	0,000009795810	0,00000121264	1	30	265	0,61
10	OCTUBRE	4467,2	4,4672	0,173252283	0,000009795810	0,00000121264	1	30	265	0,78
11	NOVIEMBRE	4957,2	4,9572	0,173252283	0,000009795810	0,00000121264	1	30	265	0,86
12	DICIEMBRE	3426	3,426	0,173252283	0,000009795810	0,00000121264	1	30	265	0,60
Total de emisiones de tCO2e										9,45

Alcance 3 - Emisiones Indirectas

Consumo de papel y cartón

Tabla 19

Total de emisiones (t CO₂eq) por el consumo de papel y cartón de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022

ITEM	MES	Factor de emisión (kg CO ₂ /kg)	Consumo de papel (kg)	Consumo de cartón (kg)	Emisiones (kg CO ₂ /kg)	Emisiones en t CO ₂ eq
1	ENERO	0,91048	1725	250	1798,198	12,66
2	FEBRERO	0,91048	1537,5	450	1809,579	
3	ABRIL	0,91048	3375	250	3300,49	
4	JUNIO	0,91048	1912,5	522,5	2217,0188	
5	AGOSTO	0,91048	300	81	346,89288	
6	SETIEMBRE	0,91048	1875	0	1707,15	
7	OCTUBRE	0,91048	150	250	364,192	
8	NOVIEMBRE	0,91048	616	600	1107,14368	
TOTAL			11491	2403,5	12650,66436	

Consumo de agua

Tabla 20

Total de emisiones (t CO₂eq) por el consumo de agua-cisterna de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022

ITEM	MES	Consumo (m ³)	Factor de emisión (kgCO ₂ eq /m ³)	Emisiones kgCO ₂ eq	Emisiones tCO ₂ eq
1	ENERO	64	0,177	11,328	0,01
2	FEBRERO	48	0,177	8,496	0,01
3	MARZO	80	0,177	14,16	0,01
4	ABRIL	80	0,177	14,16	0,01
5	MAYO	96	0,177	16,992	0,02
6	JUNIO	80	0,177	14,16	0,01

7	JULIO	48	0,177	8,496	0,01
8	AGOSTO	64	0,177	11,328	0,01
9	SETIEMBRE	64	0,177	11,328	0,01
10	OCTUBRE	80	0,177	14,16	0,01
11	NOVIEMBRE	96	0,177	16,992	0,02
12	DICIEMBRE	96	0,177	16,992	0,02
Total, de emisiones de tCO ₂ e					0,15

Tabla 21

Total de emisiones (t CO₂eq) por el consumo de agua-bidones de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022

ITEM	MES	CONSUMO (m ³)	FACTOR DE EMISIÓN (kg CO ₂ /m ³)	EMISIONES kgCO ₂	EMISIONES t CO ₂ eq
1	ENERO	4,96	0,177	0,87792	0,0009
2	FEBRERO	3	0,177	0,531	0,0005
3	MARZO	5,4	0,177	0,9558	0,001
4	ABRIL	3,6	0,177	0,6372	0,0006
5	MAYO	1,6	0,177	0,2832	0,0003
6	JUNIO	1,8	0,177	0,3186	0,0003
7	JULIO	2,4	0,177	0,4248	0,0004
8	AGOSTO	3,777	0,177	0,668529	0,0007
9	SETIEMBRE	2,4	0,177	0,4248	0,0004
10	OCTUBRE	3,8	0,177	0,6726	0,0007
11	NOVIEMBRE	3,8	0,177	0,6726	0,0007
12	DICIEMBRE	5,2	0,177	0,9204	0,0009
Total de emisiones de tCO ₂ e					0,0074

Tabla 22

Total de emisiones (t CO₂eq) por el consumo de agua de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022

ITEM	AÑO	CONSUMO DE	CONSUMO	Emisiones tCO ₂ eq
		AGUA - CISTERNA	DE AGUA - BIDONES	
1	2022	0,158592	0,007387449	0,17

Tabla 23

Emisiones de los gases GEI por fuentes y Alcances de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022

ALCANCES	DIÓXIDO DE CARBONO (t CO ₂)	METANO (t CH ₄)	ÓXIDO NITROSO (t N ₂ O)	HFC	HCFC	EMISIONES GEI (t CO ₂ eq)
ALCANCE 1						
Consumo de combustible	122,01	0,53	1,50	-	-	114,04
Gas refrigerante	-	-	-	65,21	23,94	89,14
ALCANCE 2						
Consumo de energía eléctrica	9,42	0,01	0,02	-	-	9,45
ALCANCE 3						
Consumo de agua	0,17	-	-	-	-	0,17
Consumo de papel y cartón	12,66	-	-	-	-	12,66
TOTAL						225,46

FASE 2: Análisis de Resultado

Se tiene los siguientes resultados:

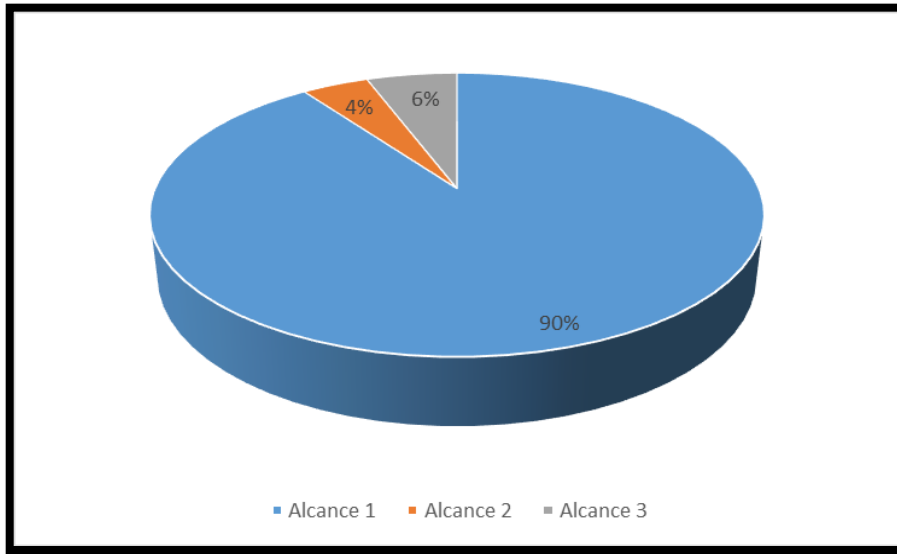
Tabla 24

Emisiones totales de GEI por Alcance de la empresa Alquimodul SAC durante el año 2022

ALCANCES	FUENTE DE EMISIÓN			EMISIONES GEI (t CO ₂ eq)	PORCENTAJE POR FUENTE DE EMISIÓN	PORCENTAJE POR ALCANCE
ALCANCE 1	Consumo de combustible	Diésel	83,77 t CO ₂ eq	114,04	37,2%	50,6%
		Gasohol	29,31 t CO ₂ eq		13%	
		GLP	0,95 t CO ₂ eq		0,4%	
	Gas refrigerante	R22	23,94 t CO ₂ eq	89,14	10,6%	39,5%
		R410A	65,21 t CO ₂ eq		28,9%	
ALCANCE 2	Consumo de energía eléctrica		9,45	4,2%	4,2%	4%
ALCANCE 3	Consumo de agua		0,17	0,1%	0,1%	6%
	Consumo de papel y cartón	Papel	10,49 t CO ₂ eq	12,66	4,7%	
		Cartón	2,17 t CO ₂ eq		0,9%	
TOTAL/PORCENTAJE		225,46 (tCO ₂ eq)		100%		

Figura 4

Participación de emisiones de GEI por Alcance de la empresa Alquimodul SAC-2022.

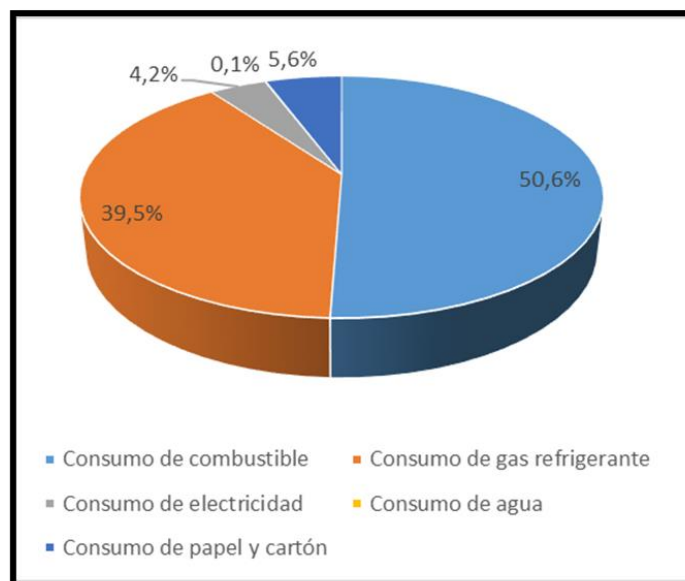


La predominancia de emisiones en el Alcance 1 es del 90 %, por consumo de combustible y refrigerantes en estas fuentes la empresa tiene un control directo sobre estas emisiones y que las acciones para reducir la huella de carbono podrían centrarse en mejoras internas, como la eficiencia en la adopción de tecnologías más limpias.

El Alcance 2 y el Alcance 3, aunque solo representan el 10 % de total de emisiones se deben tomar acciones y tener oportunidades para reducir las emisiones a través de las medidas, como la mejoras en la eficiencia energética y prácticas sostenibles en la gestión de recursos.

Figura 5

Participación de emisión GEI por fuente identificada de la empresa Alquimodul SAC-2022



Alcance 1

Consumo de Combustible: La empresa Alquimodul S.A.C. cuenta con 7 vehículos ligeros y 2 vehículos pesados, estos consumos combustibles que generan mayor emisión GEI, esta fuente de emisión representa el 50.6% (114,04 tCO₂eq).

Gas Refrigerante: La empresa Alquimodul S.A.C. utiliza sistemas de refrigeración con gases refrigerantes de alto potencial de calentamiento global, esto contribuye con el 39.5 % (89,14tCO₂eq) de las emisiones del total, siendo la segunda fuente que genera GEI.

Alcance 2

Consumo de Energía Eléctrica: El porcentaje de participación es de 4.2 % (9.45 tCO₂eq) se este resultado a prácticas ineficientes en el consumo de energía eléctrica en las instalaciones de la empresa podría contribuir a una mayor huella de carbono.

Alcance 3

Consumo de Agua: Entre todas las fuentes de emisión de la empresa Alquimodul S.A.C. es la que menor CO₂ eq emite.

Consumo de Papel y Cartón: El consumo de papel y cartón emite un 5.6% (12.66 tCO₂eq), manejo ineficiente en lo que respecta al papel en las oficinas administrativas y el cartón utilizado en proceso de embalaje, puede aumentar las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la eliminación de estos materiales.

ETAPA 3: Propuesta de medidas de mitigación para la huella de carbono.

PROPÓSITO

Plantear medidas que disminuya la emisión de GEI de la empresa Alquimodul S.A.C., así contribuir a la reducción de la huella de carbono y promover un entorno empresarial sostenible. Para ello se harán propuestas de mitigación por fuente de emisión para minimizar las emisiones de GEI en todas las operaciones de la empresa.

ESTRATEGIA DE REDUCCIÓN

Mediante la reducción de consumo de combustible, energía, fuga de refrigerante, papel, agua y cartón a través de tecnologías y fuentes de energía renovable para minimizar el consumo energético. Además, promoveremos prácticas de impresión conscientes y digitalización para reducir el uso de papel, así como la reutilización del cartón. En cuanto al agua, implementaremos medidas para conservar este recurso preciado y reducir el consumo.

En lo que respecta al combustible, fomentaremos el transporte sostenible y eficiente, y aplicaremos técnicas de mantenimiento para minimizar su uso en nuestras operaciones. Estableceremos metas específicas para cada área y se supervisará regularmente el progreso para garantizar una reducción significativa y sostenible en la huella de carbono.

PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN

Se plantea las estrategias de reducción de huella de carbono en tres etapas para la empresa Alquimodul S.A.C.

a. Corto Plazo (1 año):

En el corto plazo, centrarse en cambios inmediatos y prácticos. Implementar medidas de eficiencia energética en todas nuestras instalaciones y promover prácticas de ahorro de papel, cartón, agua y combustible entre nuestros empleados. Establecer sistemas de monitoreo para evaluar rápidamente el progreso y realizar ajustes inmediatos según sea necesario.

b. Mediano Plazo (2 años):

En el mediano plazo, enfocarse en proyectos más complejos y a largo plazo. Planear la transición a fuentes de energía renovable para cubrir una porción significativa de nuestras necesidades energéticas. Implementar programas de educación continua para empleados y clientes, fomentando la adopción de prácticas sostenibles. Realizar auditorías periódicas para asegurar el cumplimiento de nuestros objetivos intermedios.

c. Largo Plazo (3 años en adelante):

En el largo plazo, buscar la total integración de prácticas sostenibles en todas las áreas de la empresa Alquimodul S.A.C. Esto incluirá la expansión de fuentes de energía renovable, la implementación de tecnologías y el desarrollo de programas de compensación de carbono. También comprometerse a compartir mejores prácticas y conocimientos con otras organizaciones para promover la sostenibilidad a nivel global.

INICIATIVAS PARA IMPLEMENTAR

PROPUESTA 1: Reducción de Consumo de combustible

Los resultados obtenidos la emisión de gases de GEI por consumo de Combustible es 114.04 t CO₂eq durante el año 2022, esto representa el 50,6 % de emisiones GEI de la empresa Alquimodul S.A.C., para ello se plantean las siguientes medidas de mitigación.

El mantenimiento preventivo periódico, revisiones técnicas y reducir la velocidad pueden reducir el consumo de combustible y estas acciones pueden ser aplicado a corto plazo. Asimismo, León (2022) en su estudio realiza un análisis de estrategias según viabilidad económica, protección del entorno ambiental, tiempo de implementación, grado de innovación y beneficio social siendo la estrategia más importante la conversión de vehículo Gasohol a GNV y el mantenimiento preventivo de vehículos.

Panorama actual y tiempo de implementación

Actualmente, la flota de maquinarias pesadas y vehículos medianos funciona mayormente con combustibles fósiles. Además, los vehículos de Alquimodul no están utilizando sistemas de navegación GPS para optimizar rutas y el mantenimiento preventivo no se realiza de manera regular, lo que resulta en un alto consumo de combustible.

En cuanto al tiempo de implementación dependerá del tamaño de la flota, optimización de rutas y mantenimiento regular en un período de corto plazo, comenzando con la adquisición de los dispositivos de navegación GPS y la programación de las revisiones de mantenimiento.

Para las propuestas a plantear se tendrá en cuenta las consideraciones previas:

Tabla 25

Consideraciones previas para la propuesta 1

VEHÍCULO CONVENCIONAL	TIPO DE COMBUSTIBLE
Las emisiones de CO2 están directamente relacionadas con el consumo de combustible y la eficiencia del motor.	Diésel: Se emiten 26,1 g/km de dióxido de carbono por cada litro de gasóleo consumido en un recorrido de 100 km.
Los vehículos livianos, como automóviles y camionetas, generalmente funcionan con gasolina o diésel.	Gasolina: Tiene una emisión de CO2 de 23 g/km por cada litro de gasolina consumido en un trayecto de 100 km.
Los vehículos pesados, como camiones y autobuses, pueden utilizar diésel o gas natural.	GLP: La emisión de CO2 es de 16,2 g/km por cada litro de combustible consumido en un viaje de 100 km.
	Gas Natural Vehicular
	La emisión de CO2 cada metro cúbico de gas consumido a los 100 km, se emiten 17,7 g/km de CO2.

Fuente: Gasogenio (2022)

Corto plazo:

- Realizar un inventario detallado de las maquinarias pesadas y vehículos medianos en uso y determinar cuáles son susceptibles de ser reemplazados.
- Realizar un cronograma de mantenimiento preventivo para cada vehículo, incluyendo cambios de aceite, revisión de neumáticos, sistemas de combustible y otros componentes clave, asimismo implementar sistemas de alerta para recordar los próximos servicios de mantenimiento y seguimiento de los registros para garantizar la puntualidad en las revisiones.
- Optimizar las rutas de los vehículos de Alquimodul S.A.C. a través sistemas de navegación GPS en todos los vehículos de la empresa para planificar rutas más cortas y eficientes.
- Capacitar a los conductores sobre el uso efectivo del sistema de navegación GPS y fomentar prácticas de conducción eficientes para seguir las rutas planificadas.
- Monitorear y ajustar las rutas según sea necesario en función de los datos proporcionados por los sistemas de navegación GPS.

Mediano plazo:

- Conversión de Vehículos con gasolina a GNV.
- Adquirir vehículos pesados o livianos híbridos.

Largo plazo:

- Que el 100% de sus vehículos pesados o livianos sean eléctricos.

Áreas responsables:

El área de Logística será responsable de llevar a cabo la compra de vehículos pesados y vehículos medianos eléctricos, área mantenimiento será responsable de la optimización de rutas, mantenimiento regular de los vehículos, monitoreo continuo y evaluación periódica.

El área SSOMA será responsable de realizar sesiones de sensibilización para educar a los conductores sobre la importancia de seguir las rutas optimizadas y mantener los vehículos en óptimas condiciones para reducir el impacto ambiental.

Reducción de CO2:

Con respecto a la reducción de CO2 a corto plazo con vehículos a combustible será en la distancia recorrida y la mejora en la eficiencia del consumo eléctrico como resultado de la optimización de rutas y el mantenimiento regular.

A largo plazo los vehículos eléctricos contribuyen a una significativa reducción de las emisiones de CO₂, disminuyendo en comparación con los vehículos convencionales propulsados por diésel. Además, podría resultar en ahorros que oscilan entre el 80% y el 90% en relación con los gastos asociados a combustible y mantenimiento. Fuente: Perú21 (2023)

Indicador de seguimiento: El indicador clave será el porcentaje de maquinarias y vehículos medianos que han sido reemplazados por opciones eléctricas. Además, el monitoreo mensual del consumo promedio de energía por vehículo antes y después de la implementación de las medidas de optimización de rutas y mantenimiento regular.

PROPUESTA 2: Reducción de gas refrigerante

La empresa utiliza el R22 y R410A que tienen un índice de potencial de calentamiento global alto y representa el 39.5 % (89,14 tCO₂eq) de las emisiones de GEI de la empresa Alquimodul S.A.C.

Panorama Actual y tiempo de implementación:

Para minimizar la fuga de refrigerante para reducir la huella de carbono asociada a las emisiones, se plantea utilizar el refrigerante R32.

Actualmente los sistemas de aire acondicionado que emplean R32 demandan una cantidad reducida de energía para su operación, lo que puede traducirse en un menor consumo y coste de electricidad. El R32 exhibe una eficiencia energética superior en contraste con el R22 y el R410A.

Tabla 25

Diferencias entre el gas refrigerante R32, el R22 y el R410A

Refrigerante	R32	R22	R410A
Índice de Potencial de Calentamiento Global	657	1810	2088
Eficiencia Energética	Alta	Baja	Moderada
Flamabilidad	Baja	Moderada	Moderada
Toxicidad	Baja	Moderada	Moderada

Compatibilidad	Compatible con sistemas R22 y R410A existentes	No compatible con sistemas R32	Compatible con sistemas R22
Presión	Baja	Alta	Alta
Coste	Bajo	Alto	Moderado
Emisiones GEI	Bajo	Alto	Alto

Fuente: Clima Market (2023)

Área Responsable: Área SSOMA será encargado de fomentar la conciencia ambiental entre el personal para promover una cultura de reducción de emisiones y el área de mantenimiento en realizar los mantenimientos regulares a los equipos en estado crítico.

Reducción de CO₂

El R32 es menos contaminante que los refrigerantes R22 y R410A, el porcentaje de reducción por utilizar y reemplazar los refrigerantes utilizados actualmente.

Tabla 26

Comparación de emisiones en t(CO₂eq) R22 y R410 frente al refrigerante propuesto R32.

Tipo de refrigerante	Número de equipos	Consumo durante el 2022 (kg)	PCG a 100 años (kg CO ₂ eq / kg)	Emisiones (kgCO ₂ eq)	Tn CO ₂ eq
R22	1	13.6	1760	23936	89.14
R410A	3	11.3	1923.5	65206.65	
R32	4	24.9	675	67230	

Al reemplazar el refrigerante R22 y R410A por R32, reducirá en 21.91 (tCO₂eq) de emisiones en 24.57 %.

Indicador de Seguimiento: Monitorización mensual de la cantidad de refrigerante fugado, expresado en unidades de medida específicas.

Reducción en el consumo de energía eléctrica

Corto plazo:

- Realizar una evaluación detallada del consumo eléctrico actual y las necesidades energéticas futuras de Alquimodul S.A.C. para determinar la capacidad y ubicación óptimas de los paneles solares.

- Implementar programas de sensibilización en el ahorro energético para empleados con el objetivo de promover prácticas responsables en el lugar de trabajo.
- Aprovechamiento de luz natural durante el día y el apagado de iluminación o equipos cuanto no sea necesario.
- Cambiar los equipos por otros más eficientes o comprar equipos de bajo consumo eléctrico.

Mediano Plazo:

- Implementación parcial de paneles solares para reducir emisiones de GEI.

Largo Plazo:

- Implementación de paneles solares abarcando el total de área disponible o libre para su instalación con ello lograr una operación más sostenible y respetuosa con el medio ambiente, reduciendo así su huella de carbono considerando la eficiencia, la ubicación geográfica, la inclinación y la radiación.
- Mantenimiento: Establecer un plan de mantenimiento regular para garantizar el óptimo funcionamiento a lo largo del tiempo.
- Capacitación: Proporcionar capacitación a los empleados sobre el sistema solar y las prácticas energéticas eficientes para maximizar el ahorro.

Área Responsable: Las áreas encargadas de implementar las propuestas planteadas sería el área de SSOMA y área de Mantenimiento debe sistemas de monitoreo para supervisar el rendimiento de los paneles solares y realizar ajustes según sea necesario para maximizar la eficiencia energética.

Porcentaje de reducción de emisiones de GEI: Dependerá de la capacidad de generación de los paneles solares y del consumo energético total de Alquimodul. Un objetivo común podría ser apuntar a una reducción del 50% en las emisiones de carbono asociadas al consumo de electricidad.

Panorama actual: Implica la evaluación de la infraestructura eléctrica existente y el consumo de energía de Alquimodul. La instalación de paneles solares puede llevar de varios meses a un año, dependiendo del tamaño del proyecto y los permisos necesarios. El tiempo de implementación total dependerá de la complejidad del proyecto y del tiempo necesario para coordinar la instalación con las actividades diarias de la empresa.

PROPUETAS 4: Reducción en el consumo de agua

Programas de sensibilización para empleados con el objetivo de dar a conocer sobre la importancia del uso eficiente del agua y promover prácticas responsables en el lugar de trabajo.

Área responsable: El área de Recursos Humanos en colaboración con área de SSOMA será responsable de diseñar, implementar y supervisar los programas de sensibilización.

Corto plazo:

- Organizar sesiones de sensibilización interactivas para empleados, destacando la importancia del agua, sus usos eficientes y técnicas para ahorrar agua en el hogar y en el trabajo.
- Realizar demostraciones prácticas sobre cómo reparar fugas, instalar dispositivos de ahorro de agua y otras técnicas para un uso eficiente del agua.
- Implementar programas de incentivos para empleados que demuestren prácticas excepcionales de conservación del agua y reconocer públicamente sus esfuerzos.
- Colocar carteles educativos en áreas comunes para recordar a los empleados las mejores prácticas para ahorrar agua y crear conciencia continua.
- Fomentar la participación activa y la retroalimentación de los empleados para mantener un interés continuo en las prácticas de conservación del agua.
- Reemplazar los sanitarios, lavaderos convencionales por los que consuman menos agua, así como reducir el tanque de almacenamiento

Mediano Plazo:

- Establecer e implementar una planta de tratamiento de aguas residuales adaptada a las necesidades de la empresa Alquimodul S.A.C. con el objetivo de reducir el impacto ambiental y utilizarlo en las áreas verdes a implementar. Asimismo, se debe asegurar que la planta de tratamiento cumpla con todas las normativas y regulaciones ambientales locales y nacionales.

Indicador de Seguimiento: El indicador clave será el monitoreo regular de la calidad del agua tratada.

PROPUESTA 5. Reducción en el consumo de papel y cartón

Lograr la reducción de la emisión por consumo de papel y cartón se debe implementar la digitalización de los procesos internos en Alquimodul S.A.C., incluyendo formularios,

registros y facturas, con el objetivo de eliminar la necesidad de documentos impresos y fomentar un entorno de trabajo sin papel.

Área responsable: El responsable de Tecnología de la Información (TI) será quien lidere la implementación de la digitalización de procesos, en colaboración del área SSOMA.

Corto Plazo:

- Desarrollar formularios electrónicos interactivos que puedan llenarse y firmarse digitalmente.
- Implementar un sistema de gestión documental que permita el almacenamiento seguro y la fácil recuperación de documentos digitales, eliminando la necesidad de archivos físicos.
- Establecer un sistema de facturación electrónica que permita a los proveedores enviar facturas directamente a través de medios electrónicos, eliminando la necesidad de facturas impresas.
- Ofrecer sesiones de capacitación personalizadas para cada departamento, enseñando a los empleados cómo utilizar las nuevas herramientas digitales y cómo acceder a los documentos de forma electrónica.
- Revisar y ajustar el diseño de los embalajes para reducir el uso innecesario de cartón, asegurando que aún se mantenga la integridad y protección del producto.
- Explorar y adoptar materiales de embalaje alternativos, como materiales reciclados, biodegradables o compostables, que tengan un menor impacto ambiental.

Indicador de seguimiento: El indicador clave será el seguimiento mensual del volumen de papel utilizado para formularios internos, registros y facturas.

PROPUESTA 6: Medidas de compensación

Una vez planteadas las medidas de mitigación y teniendo en cuenta que el 100% de emisiones no se podrá reducir con las medidas planteadas anteriormente se plantea la posibilidad de llevar a cabo proyectos de compensación como la siembra de árboles, para compensar la huella de carbono que no se pueda reducir.

Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), un árbol maduro tiene la capacidad de capturar hasta 150 kg de dióxido de carbono al año. Las hojas y la corteza de los árboles desempeñan un papel crucial al atrapar partículas minúsculas, algunas de las cuales son extremadamente perjudiciales y se generan durante la

combustión de vehículos. Además, absorben gases contaminantes como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, azufre y nitrógeno, así como partículas como cadmio, níquel y plomo (WWF Paraguay, 2020).

Si la empresa Alquimodul S.A.C. en el año 2022 emitió 225,46 t CO₂eq, el cuál para compensar toda esta cantidad se requiere de 1503 árboles, esto se puede realizar a través financiamiento de proyectos ambientales.

Comprando bonos de carbono, la empresa Alquimodul SAC reduciría sus emisiones de CO₂eq, un bono de carbono equivale a 1 tonelada de CO₂eq.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- La recopilación de datos en el estudio de la huella de carbono de Alquimodul S.A.C. ha proporcionado información para comprender las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la empresa. La identificación de las fuentes de emisión en los alcances 1, 2 y 3, así como la aplicación de límites operacionales y organizacionales.
- En la fase metodológica del trabajo de investigación se estableció estimar la huella de carbono de la empresa Alquimodul S.A.C., al revisar bibliografía se identificó más trabajos de investigación de actividades de universidades que en el rubro de construcción modular como se detalla en Reyes et al (2019), Raeanne C., et al (2020), Márquez et al (2018), Castro (2022), investigaciones realizadas en rubro similar por León et al (2022). La metodología que utilizaron en estos trabajos de investigación estuvo alineado a las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y Norma ISO 14064-1:2018, las cuales coinciden con las referencias metodológicas que se han consideraron para el presente trabajo de investigación.
- Según el estudio de León et al (2022), la empresa Imaq Perú S.A.C. muestra una huella de carbono significativa, calculada en 13,48 toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂eq) para el año 2021, Las emisiones provienen principalmente del transporte propio, el transporte casa-trabajo y el uso de refrigerantes.
En comparación con los resultados anteriores que discutimos sobre Alquimodul S.A.C., la huella de carbono de Imaq Perú S.A.C. es menor (13,48 tCO₂eq frente a 225,46 tCO₂eq). Además, las fuentes de emisión difieren, con el transporte propio siendo la principal fuente para Imaq Perú S.A.C., mientras que para la empresa, el consumo de combustibles y gas refrigerante juega un papel más destacado.
Estas diferencias pueden deberse a las características particulares de cada empresa, como la naturaleza de sus operaciones, la eficiencia energética de sus vehículos, las tecnologías utilizadas y las prácticas operativas.
- Después de identificar las principales fuentes emisión de la empresa Alquimodul S.A.C. se hicieron las propuestas de mitigación como cambiar vehículos que consuman Diesel, gasolina, GLP por GNV, vehículos híbridos y/o eléctricos, cambiar los gases refrigerantes R-22 y R-410 A por el gas refrigerante R-32 en sistema de aire acondicionado y optar por energía renovables como el uso de paneles solares.

VI. CONCLUSIONES

[OE1] El minucioso análisis de los datos del año 2022 para Alquimodul S.A.C. ha destacado las fuentes principales de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Con un impactante 90% (203,18 t CO₂ eq), el alcance 1 (consumo de combustible y el gas refrigerante), representando emisiones directas internas, se presenta como el componente preponderante de la huella de carbono. Este resultado resalta la importancia crítica de adoptar tecnologías más limpias. Aunque alcance 2 (consumo de energía eléctrica) y alcance 3 (consumo de agua, papel y cartón) contribuyen con un 4% (9,45 t CO₂ eq) y 6% (12,82 t CO₂ eq), respectivamente. Estas revelaciones proporcionan una base sólida para la formulación de estrategias de mitigación específicas, permitiendo a Alquimodul S.A.C. avanzar hacia prácticas empresariales más sostenibles y ambientalmente responsables.

[OE2] La recopilación de datos de la empresa Alquimodul S.A.C. para el año 2022 se erigió como el cimiento para comprender el panorama completo de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Este proceso proporcionó una información detallada tanto de la parte operativa como administrativa. La disponibilidad de datos precisos y actuales es esencial para implementar estrategias efectivas de reducción de emisiones.

[OE3] La desagregación minuciosa de las principales fuentes de emisión evidenció que las prácticas internas, tales como el uso de combustibles y gases refrigerantes, juegan un papel preponderante en la huella de carbono. Además, el análisis permitió distinguir entre emisiones indirectas asociadas con el consumo de electricidad (alcance 2) y aquellas relacionadas con actividades fuera del alcance directo de la empresa, como el consumo de agua, papel y cartón (alcance 3).

[OE4] Considerando la complejidad de las fuentes de emisión identificadas, se proponen medidas de mitigación específicas y contextualizadas para cada alcance. Para abordar el predominio del alcance 1, se recomienda la adopción de tecnologías más limpias, la mejora de la eficiencia operativa y la transición hacia fuentes de energía más sostenibles. En cuanto al alcance 2, la implementación de estrategias de eficiencia energética y la integración de energías renovables son pasos clave. Respecto al alcance 3, se sugiere una gestión más eficiente de recursos, como la optimización del uso de agua y la adopción de prácticas sostenibles.

VII. RECOMENDACIONES

- Asegurar la continuidad y precisión en la recopilación de datos futuros mediante la implementación de sistemas de monitoreo continuo. Explorar la posibilidad de utilizar tecnologías avanzadas para recopilar datos en tiempo real, lo que proporcionaría una visión más dinámica de las emisiones y facilitaría una toma de decisiones ágil.
- Implementar auditorías regulares en las operaciones internas para identificar oportunidades de mejora en la eficiencia y reducción de emisiones.
- Establecer alianzas con proveedores comprometidos con prácticas sostenibles, contribuyendo así a cerrar el ciclo de vida de los materiales utilizados.
- Explorar constantemente nuevas tecnologías y metodologías innovadoras para reducir las emisiones. Evaluar la viabilidad de la implementación de energías renovables y tecnologías limpias en las áreas administrativas y operativas, con especial atención a aquellas que puedan generar un impacto significativo en la reducción de la huella de carbono.
- Involucrarse activamente en iniciativas comunitarias para la sensibilización sobre la importancia de la sostenibilidad ambiental. Colaborar con organizaciones locales y gubernamentales para compartir mejores prácticas y contribuir al desarrollo de políticas ambientales sólidas.
- Se recomienda llevar un inventario de todas las fuentes de emisión, tener los datos de consumo de combustible, gas refrigerante, electricidad, agua, papel y cartón.
- Fortalecer la conciencia ambiental y la comprensión de la huella de carbono en Alquimodul S.A.C., se sugiere la implementación de programas de capacitación integrales. Estas sesiones educativas pueden abordar diversos aspectos, desde la importancia de la huella de carbono hasta las acciones concretas que cada miembro del equipo puede emprender para contribuir a su reducción.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alwa (2021). *Huella de Carbono Corporativa Red Energía del Perú (REP), Año 2021*. Pág. 44. Recuperado de: <https://www.isarep.com.pe/DocumentosISAREP/Reporte%20Sostenibilidad/HCC%20Huella%20de%20Carbono%20Corporativa%20ISA%20REP%202021.pdf>
- Banco Mundial. (2019). *Informe sobre el desarrollo mundial 2020: la naturaleza cambiante del trabajo*. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial.
- Castro (2022). *Huella de carbono según método Greenhouse Gas Protocol y la norma ISO 14064-1 en la I.E. N°22299 Carlos Cueto Fernandini, Ica*.
- Clemente (2021), realizó la investigación: Propuesta de estrategias de mitigación de la huella de carbono de los procesos de la Empresa Konecta BTO SL, sucursal en Perú, Sede Lima Cargo, durante el 2019
- ClimaMarket (2023). *Gas refrigerante R32. todo lo que necesitas saber*. Recuperado de: <https://www.climamarket.eu/blog/gas-refrigerante-r32-todo-lo-que-necesitas-saber/#:~:text=En%20resumen%2C%20a%20partir%20de,aplicaciones%20residenciales%20y%20semi%2Dindustriales>
- COFIDE (2018). *Inventario de gases de efecto invernadero*. Recuperado de: https://www.cofide.com.pe/COFIDE/images/secciones/transparencia_s7_7.%20L%20C%20ADnea%20base%20huella%20de%20carbono.pdf
- DEFRA (2023). *Greenhouse gas reporting: conversion factors 2023*. Recuperado de: <https://www.gov.uk/government/collections/government-conversion-factors-for-company-reporting>
- Díaz, M. (2015). Responsabilidad ambiental. Recuperado de: <https://sitio.amis.com.mx/wp-content/uploads/2017/04/responsabilidadambientalxl.pdf>
- Doll, E. et al (2011). *Conceptos básicos sobre gases de invernadero*. Recuperado de: https://lter.kbs.msu.edu/wp-content/uploads/2012/06/E3148SP_spanish.pdf
- Espíndola, C., & Valderrama, J. (2012). *Huella del carbono. Parte 1: Conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas*. CIT Información Tecnológica, 23(1), 163–176.
- Frohmann, A. (2013). *Cálculo y etiquetado de la huella de carbono*. Recuperado de: https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/seminario_hc_flasco_argentina_presentacion2_2013.pdf
- Gasogenio (2022). *Emisiones de CO2 por tipo de combustible*. Recuperado de: <https://gasogenio.com/es/blog/emisiones-de-co2-por-tipo-de-combustible/>

- Ghgprotocol (2014). *Protocolo global para inventarios de emisión de gases de efecto invernadero a escala comunitaria*. Recuperado de: https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2022-12/GHGP_GPC%20%28Spanish%29.pdf
- Greenfacts.org (2023). *Departamento Gubernamental del Reino Unido para el Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales*. Recuperado de: <https://www.greenfacts.org/es/glosario/def/defra.htm>
- Guido, P. (2017). *Cambio climático: selección, clasificación y diseño de medidas de adaptación*. Recuperado de: https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/cambio-climatico/files/assets/common/downloads/publication.pdf
- Henry, O., Benavides, B., & Gloria, E. L. (2007). *Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático*. Recuperado de: <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf>
- Ihobe S.A. (2013). *7 metodologías para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero*. Recuperado de: https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/7metodologias_gei/es_def/adjuntos/7METODOLOGIAS.pdf
- Jarrín et al (2022). *Determinación de la huella de carbono y elaboración de un Plan de Gestión Ambiental, mediante la ISO 14064 en las obras Salesianas ubicadas en el Cantón Quito, Provincia de Pichincha, en el año 2022*.
- León et al (2022). *Cálculo de la huella de carbono y formulación de estrategias para la reducción de GEI en la Empresa IMAQ PERÚ*. Recuperado de: <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/a663493b-449e-4cf1-8399-f0bbdbfe437e>
- Mendoza, C. (2015). *Un peruano promedio emite 4.7 toneladas de CO2 al año*. Recuperado de: <https://diariocorreio.pe/peru/un-peruano-promedio-emite-4-7-toneladas-de-co2-al-ano-592970/>
- Ministerio del Ambiente (2019). *Emisiones de dióxido de carbono equivalente*. Recuperado de: <https://sinia.minam.gob.pe/indicadores/emisiones-dioxido-carbono-equivalente>
- Ministerio del Ambiente (2021). *Un total de 14 millones de toneladas de CO2 emitidas se reportan mediante la herramienta huella de carbono Perú*. Recuperado de: <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/546633-un-total-de-14-millones-de>

- toneladas-de-co2-emitidas-se-reportan-mediante-la-herramienta-huella-de-carbono-peru
- Ministerio del Ambiente. (2021). *La huella de carbono Perú*. Recuperado de: <https://redambientalinteruniversitaria.files.wordpress.com/2021/07/2.-pautas-para-medir-la-huella-de-carbono.pdf>
- Ministerio de Agroindustria Provincia de Buenos Aires (2018). *Manual de aplicación de la huella de carbono*. Recuperado de: https://www.gba.gob.ar/sites/default/files/agroindustria/docs/Manual_aplicacion_Huella_de_Carbono.pdf
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2023). *Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización*. Recuperado de: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-479093.pdf
- Montes et al (2022). *Estimación de la huella de carbono y propuesta del programa de educación ambiental en la Corporación Educativa Cyber, Huancayo*.
- Organización Mundial de Conservación Paraguay (2021) *¿Por qué necesitamos árboles en las ciudades?* Recuperado de: <https://www.wwf.org.py/?uNewsID=364240>
- Perú 21 (2023). *Bus MODASA: El primer bus 100% eléctrico del Perú que reduce emisiones de CO2*. Recuperado de: <https://peru21.pe/lima/bus-electrico-modasa-etitan-emisiones-co2-bus-modasa-el-primer-bus-100-electrico-del-peru-que-reduce-emisiones-de-co2-noticia/>
- Raeanne C. et al (2020). *Assessing the carbon footprint of a university campus using a life cycle assessment approach. journal of cleaner production*. Recuperado de: www.elsevier.com/locate/jclepro
- Raynal-Villaseñor, J. A. (2011). *Cambio climático global: una realidad inequívoca*. Ingeniería Investigación y Tecnología, 4, 421–427. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2011.12n4.041>
- Reyes et al (2019). *Determinación de la huella de carbono de la Universidad de La Salle sede Candelaria*.
- Reyes Salazar, D. S., & Panche Cano, L. T. (2019). *Determinación de la huella de carbono de la Universidad de La Salle sede Candelaria*. Recuperado de: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1124

Santiago J., (2022). *Determinación de la huella de carbono aplicando el Green House Gas (GHG) en la empresa de transportes Terrazos S.A.C.* Recuperado de: https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/5533/Jose_Tesis_Licenciatura_2022.pdf?sequence=1

ANEXOS


Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema General: ¿Cómo determinar la Huella de Carbono de la empresa Alquimodul S. A.C.- 2022, para contribuir con la mejora del medio ambiente?</p> <p>Problema Específico 1: ¿Cuáles son las fuentes principales de emisión de Gases de Efecto Invernadero en la empresa Alquimodul S.A.C. - 2022?</p> <p>Problema Específico 2: ¿De qué manera se recopilará la información de las fuentes de emisión de Gases de Efecto Invernadero en la empresa Alquimodul S.A.C. - 2022?</p> <p>Problema Específico 3: ¿Cómo influyen los resultados obtenidos de las principales fuentes de emisión de Gases de Efecto Invernadero en la empresa Alquimodul S.A.C. durante el año 2022?</p> <p>Problema Específico 4: ¿Cuáles son las medidas de mitigación ambientalmente beneficiosas que podrían ser propuestas para reducir la Huella de Carbono de Alquimodul S.A.C. durante el año 2022?</p>	<p>Objetivo General: Determinar la Huella de Carbono de la empresa Alquimodul S.A.C. - 2022 para proponer medidas de mitigación que contribuyan con la preservación del medio ambiente.</p> <p>Objetivo Específico 1: Identificar las fuentes principales de emisión de Gases de Efecto Invernadero en la empresa Alquimodul S.A.C. - 2022</p> <p>Objetivo Específico 2: Recopilar datos del año 2022 de la empresa Alquimodul S.A.C. para obtener información de las fuentes de emisión de Gases de Efecto Invernadero.</p> <p>Objetivo Específico 3: Analizar los resultados obtenidos de las principales fuentes de emisión de Gases de Efecto Invernadero de la empresa Alquimodul S.A.C. - 2022.</p> <p>Objetivo Específico 4: Proponer medidas de mitigación que contribuyan al medio ambiente para reducir la Huella de Carbono de la empresa Alquimodul S.A.C. - 2022.</p>	<p style="text-align: center;">Variable Independiente: Propuesta de Plan de Mitigación</p> <p style="text-align: center;">Variable Dependiente: Huella de Carbono</p>	<p style="text-align: center;">Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)</p> <p style="text-align: center;">Emisiones Directas</p> <p style="text-align: center;">Emisiones Indirectas</p>	<p style="text-align: center;">Porcentaje de reducción de emisiones de GEI respecto al año base.</p> <p style="text-align: center;">Alcance 1</p> <p style="text-align: center;">Alcance 2</p> <p style="text-align: center;">Alcance 3</p>	<p>Tipo investigación: Cuantitativo</p> <p>Nivel de investigación: Descriptivo</p> <p>Técnica e Instrumentos: Se utilizarán técnicas de recolección de datos que incluyen el registro detallado de consumo y producción, medición directa de emisiones, análisis de facturas y registros contables.</p> <p>Población y muestra: Todas las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por las actividades y operaciones, siendo una población finita, por tanto, la muestra es igual a la población.</p>

Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

Análisis documental: Se recolectarán los datos de las facturas y recibos, generados por consumo de energía eléctrica, consumo de papel, combustible, y otros de la empresa Alquimodul S.A.C.-2022.

Anexo 3. Formato de Validación de expertos

	Castre, Vera y Asociados Sociedad Civil de Responsabilidad Limitada
DICTAMEN DE LOS AUDITORES INDEPENDIENTES	
A los señores Accionistas de ALQUIMODUL S.A.C	
<i>Nuestra Opinión</i>	
En nuestra opinión, los estados financieros presentan razonablemente, en todos sus aspectos significativos, la situación financiera de Alquimodul S.A.C. al 31 de diciembre de 2022, así como su desempeño financiero y sus flujos de efectivo por los años terminados en esas fechas, de acuerdo con Principios Generalmente Aceptados en el Perú. Los estados financieros al 31 de diciembre de 2021 no fueron auditados por ningún contador independiente.	
<i>Lo que hemos auditado</i>	
Hemos auditado los estados financieros adjuntos de Alquimodul S.A.C. (en adelante "la Compañía"), que comprenden el estado de situación financiera al 31 de diciembre de 2022, y los estados de resultados integrales, de cambios en el patrimonio neto y de flujos de efectivo por el año terminado en esa fecha, así como las notas a los estados financieros, que incluyen un resumen de las políticas contables significativas.	
<i>Fundamento para la Opinión</i>	
Realizamos nuestra auditoría de conformidad con las Normas Internacionales de Auditoría (NIA) aprobadas para su aplicación en el Perú por la Junta de Decanos de Colegios de Contadores Públicos del Perú. Nuestras responsabilidades en virtud de esas normas se describen con más detalle en la sección "Responsabilidades del auditor en relación con la auditoría de los estados financieros" de nuestro dictamen.	
Creemos que la evidencia de auditoría que hemos obtenido es suficiente y apropiada para proporcionarnos una base para nuestra opinión.	
<i>Independencia</i>	
Somos independientes de la Compañía, de conformidad con el Código de Ética para Profesionales de la Contabilidad del Consejo de Normas Internacionales de Ética para Contadores (Código de Ética del IESBA) junto con los requerimientos de ética que son aplicables a nuestra auditoría de los estados financieros en Perú y hemos cumplido las demás responsabilidades de ética de conformidad con esos requerimientos y con el Código de Ética del IESBA.	
Inscrita en la partida 13324634 del Registro de Personas Jurídicas de Lima y Callao	

Responsabilidad de la Gerencia y los responsables del gobierno de la Compañía en relación con los estados financieros

La Gerencia es responsable de la preparación y presentación razonable de los estados financieros de acuerdo con PCGA y del control interno que la Gerencia determine que es necesario para permitir la preparación de estados financieros libres de errores materiales, ya sea debido a fraude o error. Al preparar los estados financieros, la Gerencia es responsable de evaluar la capacidad de la Compañía para continuar como una empresa en marcha, revelando, según corresponda, los asuntos relacionados con la empresa en marcha y utilizando el principio contable de la empresa en marcha, a menos que la Gerencia tenga la intención de liquidar o cesar las operaciones, o no tenga otra alternativa realista diferente a hacerlo. Los responsables del gobierno de la Compañía son responsables de la supervisión del proceso de información financiera de la Compañía.

Responsabilidad del Auditor en relación con la auditoría de los estados financieros

Nuestros objetivos son obtener seguridad razonable sobre si los estados financieros en su conjunto están libres de incorrección material, ya sea por fraude o error, y emitir un dictamen que incluya nuestra opinión. La seguridad razonable es un alto nivel de aseguramiento, pero no garantiza que una auditoría realizada de conformidad con las NIA siempre detectará una incorrección importante cuando exista. Las incorrecciones pueden surgir debido a fraude o error y se consideran materiales si, individualmente o acumuladas, podría esperar que influyan razonablemente en las decisiones económicas que los usuarios toman basándose en los estados financieros.

Como parte de una auditoría de acuerdo con las Normas Internacionales de Auditoría (NIA) aprobadas para su aplicación en el Perú por la Junta de Decanos de Colegios de Contadores Públicos del Perú, ejercemos un juicio profesional y mantenemos el escepticismo profesional durante toda la auditoría.

Comunicamos a los responsables del gobierno de la Compañía, entre otros aspectos, el alcance y la oportunidad de la auditoría planificada y los hallazgos significativos de auditoría, así como cualquier deficiencia significativa en el control interno que identificamos en el transcurso de nuestra auditoría.

Castre Vera & Asociados

Refrendado por:



Bruno Vera
C.P.C. Matrícula No.34465

Lima, Perú
31 de mayo de 2023

Anexo 4. Glosario de términos

Factor de Emisión: Es aquel que permite relacionar los datos de actividad con la cantidad de emisiones de GEI, por lo que se clasifican por proceso, tecnología o combustible.

Impacto Ambiental: Se define como el cambio que sufre el medio ambiente, ya sea adverso o benéfico, total o parcial como resultado de las actividades, productos o servicios de una organización.

Consumo de Combustible: Medición de la cantidad de combustible utilizado en las operaciones de la empresa, contribuyendo a las emisiones de Alcance 1.

Inventario de Emisiones: Documentación detallada de todas las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero, incluyendo Alcance 1, 2 y 3.

Eficiencia en el Transporte: Optimización de rutas, uso de vehículos eficientes y estrategias logísticas para reducir las emisiones del transporte, principalmente Alcance 1.

Compensación de Emisiones: Acciones para contrarrestar las emisiones, como la inversión en proyectos de energías renovables o reforestación.

CONSTRUCTORA LOS ALPES S.A.C. CASTILLA SIN AGR PARCELACION LAS SALINAS LURIN - LIMA. RUC 2014780896 TELEFONO: 922741797. Luz DEL SUR logo and company details. Invoice number 1880281. Includes tables for 'DATOS DEL SUMINISTRO', 'DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS', 'REGISTRO DE DEMANDA / CONSUMO', and 'Energía Activa (kWh)'. Total amount to pay is S/ 5,777.40.

CONSTRUCTORA LOS ALPES S.A.C. CASTILLA SIN AGR PARCELACION LAS SALINAS LURIN - LIMA. RUC 2014780896 TELEFONO: 922741797. Luz DEL SUR logo and company details. Invoice number 1880281. Includes tables for 'DATOS DEL SUMINISTRO', 'DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS', 'REGISTRO DE DEMANDA / CONSUMO', and 'Energía Activa (kWh)'. Total amount to pay is S/ 5,661.90.

CONSTRUCTORA LOS ALPES S.A.C. CASTILLA SIN AGR PARCELACION LAS SALINAS LURIN - LIMA. RUC 2014780896 TELEFONO: 922741797. Luz DEL SUR logo and company details. Invoice number 1880281. Includes tables for 'DATOS DEL SUMINISTRO', 'DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS', 'REGISTRO DE DEMANDA / CONSUMO', and 'Energía Activa (kWh)'. Total amount to pay is S/ 4,876.70.

CONSTRUCTORA LOS ALPES S.A.C. CASTILLA SIN AGR PARCELACION LAS SALINAS LURIN - LIMA. RUC 2014780896 TELEFONO: 922741797. Luz DEL SUR logo and company details. Invoice number 1880281. Includes tables for 'DATOS DEL SUMINISTRO', 'DETALLE DE LOS IMPORTES FACTURADOS', 'REGISTRO DE DEMANDA / CONSUMO', and 'Energía Activa (kWh)'. Total amount to pay is S/ 8,797.80.

