



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“PROPUESTA DE ESTRATEGIAS MITIGACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA KONECTA BTO SL, SUCURSAL EN PERÚ, SEDE LIMA CARGO, DURANTE EL 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor:

Diego Roberto Clemente Pérez

Asesor:

Mg. Ing. Margeo Javier Chuman López

Lima - Perú

2021

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Margeo Javier Chuman López, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Clemente Pérez, Diego Roberto

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: "Propuesta de mitigación de gases de efecto invernadero para la reducción de la huella de carbono de la sede Lima Cargo del Grupo Konecta durante el 2019" para aspirar al título profesional de: Ingeniero Ambiental por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

Nombres y apellidos del asesor
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis del estudiante Diego Roberto Clemente Pérez para aspirar al título profesional con la tesis denominada: "Propuesta de mitigación de gases de efecto invernadero para la reducción de la huella de carbono de la sede Lima Cargo del Grupo Konecta durante el 2019"

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado
Presidente

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

DEDICATORIA

El siguiente trabajo de investigación lo dedico a mis padres y mi hermana que siempre están conmigo en todo momento, siendo mi soporte. Así mismo, ellos siempre me han ayudado a desarrollarme personalmente y han aportado mucho en mi desarrollo profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la empresa Konecta BTO SL Sucursal Perú por el apoyo brindado y la facilidad del ingreso de la información para poder llevar a cabo el presente trabajo de investigación.

TABLA DE CONTENIDOS

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE ECUACIONES	13
RESUMEN.....	14
ABSTRACT	15
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. Realidad problemática.....	16
1.2. Bases Teóricas.....	32
1.3. Formulación del problema	40
1.4. Justificación.....	41
1.5. Objetivos	42
1.6. Hipótesis.....	43
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	44
2.1. Tipo de investigación	44
2.2. Materiales, instrumentos y métodos.....	44
2.3. Procedimiento.....	49
2.4. Aspectos Éticos	61
CAPÍTULO III. RESULTADOS	62
3.1. Determinación de límites del inventario de GEI.....	62
3.2. Determinación de año base	63

3.3. Identificación de las fuentes de emisión de GEI	64
3.4. Cuantificación de emisiones de GEI	65
3.5. Evaluación del nivel de incertidumbre	75
3.6. Estrategias de mitigación de huella de carbono.	78
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	87
4.1. Discusión.....	87
4.2. Conclusiones	89
REFERENCIAS	92
ANEXO N.º 1: Ecuación para cuantificación de emisiones de GEI.	97
ANEXO N.º 2: Valores utilizados en la cuantificación de emisiones de GEI.	106
ANEXO N.º 3: Cuantificación de emisiones de GEI	108
ANEXO N.º 4:Línea base energética	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Recopilación de datos de las actividades de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL, Sucursal en Perú durante el 2019.....	48
Tabla 2. Valoración del nivel de incertidumbre de los factores de emisión.....	58
Tabla 3. Valorización del nivel de incertidumbre de datos de la actividad.....	59
Tabla 4. Evaluación del nivel de incertidumbre de la cuantificación de emisiones de GEI.	59
Tabla 5. Inventario de fuentes de GEI del Grupo Konecta durante el 2019.....	64
Tabla 6. Resultado de la cuantificación de emisiones de GEI del Grupo Konecta durante el 2019.....	66
Tabla 7. Tipo de vehículos y distancia recorrido durante el desarrollo de las actividades de la sede de Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.....	69
Tabla 8. Cantidad de equipos de aire acondicionado y consumo de gas refrigerante de la sede de Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.....	72
Tabla 9. Línea base energética de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.....	73
Tabla 10. Valorización del nivel de incertidumbre de los factores de emisión.....	75
Tabla 11. Valorización del nivel de incertidumbre de los datos de la actividad.	76
Tabla 12. Evaluación del nivel de incertidumbre de la cuantificación de emisiones de GEI.	77
Tabla 13. Cuantificación de emisiones de GEI generadas por el transporte programado de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú.	80

Tabla 14. Aplicación de la estrategia de mitigación para el transporte programado de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú.	80
Tabla 15. Cuantificación de emisiones generadas por el consumo de gases refrigerante para el aire acondicionado de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.	82
Tabla 16. Aplicación de la estrategia de mitigación para el consumo de gases refrigerante en el sistema de aire acondicionado de la sede de Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.	82
Tabla 17. Línea base energética del conjunto de CPU de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.	84
Tabla 18. Línea base energética del conjunto de CPU aplicando la estrategia de mitigación en la Sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.	84
Tabla 19. Cuantificación de las emisiones de GEI para el consumo de energía eléctrica de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.	85
Tabla 20. Aplicación de la estrategia de mitigación para el consumo de energía eléctrica de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.	86
Tabla 21. Proyección de reducción de emisión a partir de la aplicación de estrategias de mitigación.	86
Tabla 22. Valores utilizados en la cuantificación de emisiones de GEI.	106
Tabla 23. Cuantificación de emisiones de GEI de la fuente de consumo de combustible de grupo electrógeno.	108
Tabla 24. Cuantificación de emisiones de GEI de la fuente de consumo de gas refrigerante para el aire acondicionado.	108
Tabla 25. Cuantificación de emisiones de GEI de la fuente de consumo de energía eléctrica	109

Tabla 26. Cuantificación de emisiones de GEI de la fuente de transporte terrestre programado.....	109
Tabla 27. Cuantificación de emisiones de GEI de la fuente de viajes aéreos de negocio. .	110
Tabla 28. Cuantificación de emisiones de GEI de la fuente de consumo de papel.	110
Tabla 29. Línea base energética del sistema de iluminación.....	111
Tabla 30. Línea base energética para tipo de monitores de cómputo.....	111
Tabla 31. Línea base energética para tipo de CPU.....	111
Tabla 32. Línea base energética para tipo de teléfono fijo.....	112
Tabla 33. Línea base energética para tipo de equipo de aire acondicionado.....	112
Tabla 34. Línea base energética de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú.....	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procesos para la gestión de la huella de carbono organizacional	49
Figura 2. Flujo de actividades y aspectos ambientales de Konecta BTO SL Sucursal en Perú en la sede Lima Cargo, durante el 2019	50
Figura 3. Esquema organizacional del Grupo Konecta durante el 2019	51
Figura 4. Enfoque de los límites de la organización.....	51
Figura 5. Clasificación de emisiones de GEI por alcances.....	53
Figura 6 Tipos de incertidumbre relacionado con la estimación de emisiones de GEI.....	56
Figura 7. Límites de la organización del inventario de GEI del Grupo Konecta durante el 2019	62
Figura 8. Límites del informe del inventario de GEI del Grupo Konecta durante el 2019 .	63
Figura 9. Huella de carbono por alcance y otras emisiones de la sede Lima Cargo de Konecta BTO Sucursal en Perú durante 2019	67
Figura 10. Huella de carbono y otras emisiones por fuente emisión de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú en el 2019.....	68
Figura 11. Huella de carbono del transporte terrestre programado en auto por tipo de consumo de combustible para la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.	70
Figura 12. Huella de Carbono del transporte terrestre programado en minivan por tipo de consumo de combustible para la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019	71
Figura 13. Emisiones generadas por el consumo de gases refrigerantes en el sistema de aire acondicionado de la sede de Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019	72

Figura 14. Huella de carbono generado por el consumo de energía eléctrica según cada conjunto de equipos eléctricos y electrónico de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú. 74

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cuantificación de emisiones GEI para las actividades	55
Ecuación 16. Evaluación de la incertidumbre	57
Ecuación 2. Cálculo de consumo de energía generada por cada tipo de combustible utilizado	97
Ecuación 3. Cálculo de emisiones de CO ₂ por el consumo de combustible.....	98
Ecuación 4. Cálculo de emisiones de CH ₄ por el consumo de combustible.....	98
Ecuación 5. Cálculo de emisiones N ₂ O por el consumo de combustible.	98
Ecuación 6. Cálculo de total de emisiones de GEI por consumo de combustible.....	99
Ecuación 7. Cálculo de emisiones por tipo de gases refrigerantes.	100
Ecuación 8. Cálculo total de emisiones de GEI por el consumo de gases refrigerantes. .	101
Ecuación 9. Cálculo de emisiones de GEI por consumo de energía eléctrica.	102
Ecuación 10. Cálculo de distancia recorrida por tipo de vehículo.	103
Ecuación 11. Cálculo total de emisiones de GEI del transporte terrestre.....	103
Ecuación 12. Cálculo de emisiones de GEI por transporte aéreo.....	104
Ecuación 13. Cálculo de cantidad de papel comprado	105
Ecuación 15. Cálculo de cantidad de papel comprado	105

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la empresa Konecta BTO SL Sucursal en Perú, dedicada a brindar el servicio outsourcing en la atención al cliente a través de llamadas diversos tipos de empresas en Perú y otros países. El objetivo fue proponer estrategias de mitigación de huella de carbono de los procesos de la organización. Para llevar a cabo el trabajo de investigación se tuvo como referencia las directrices del IPCC para inventarios de gases de efecto invernadero y la norma ISO 14064-1:2006. Se determinó que la sede Lima Cargo durante el 2019 tuvo una cuantificación total de emisiones 828.71 tCO₂eq, que está compuesto por el alcance 1 de emisiones directas de GEI que contribuye el 9%, alcance 2 de emisiones indirectas de GEI por energía que aporta el 24%, alcance 3 otras emisiones indirectas de GEI que contribuye el 38% y otros gases que no son GEI (HCFC) que aportan el 28%. Se obtuvo un nivel de incertidumbre bajo para la cuantificación de la mayoría de fuentes de emisión, lo cual detalla que los resultados de la cuantificación son fiables. Finalmente, se propusieron 3 estrategias de mitigación para la huella de carbono: no programar vehículos que consuman gasolina y GLP para el transporte terrestre, cambiar los gases refrigerantes R-22 y R-410 A por el gas refrigerante R-32 en sistema de aire acondicionado, renovar todo el conjunto de CPU por un modelo que cuente alimentación energética de 65 watt cuentan una proyección de reducción de emisiones de 2.31%; 22.80%; 6.76% respectivamente.

Palabras clave: Gases de efecto invernadero, huella de carbono, nivel de incertidumbre, estrategias de mitigación.

ABSTRACT

The present research work was carried out in the company Konecta BTO SL Branch in Peru, dedicated to provide outsourcing services in customer service through calls to various types of companies in Peru and other countries. The objective was to propose carbon footprint mitigation strategies for the organization's processes. The IPCC guidelines for greenhouse gas inventories and the ISO 14064-1:2006 standard were used as a reference for the research work. It was determined that the Lima Cargo headquarters during 2019 had a total quantification of emissions 828.71 tCO₂eq, which is composed of scope 1 direct GHG emissions contributing 9%, scope 2 indirect GHG emissions from energy contributing 24%, scope 3 other indirect GHG emissions contributing 38% and other non-GHG gases (HCFC) contributing 28%. A low level of uncertainty was obtained for the quantification of most emission sources, which indicates that the quantification results are reliable. Finally, 3 mitigation strategies for the carbon footprint were proposed: not to program vehicles that consume gasoline and LPG for ground transportation, to change the refrigerant gases R-22 and R-410 A for the refrigerant gas R-32 in the air conditioning system, to renew the whole set of CPUs for a model that has an energy supply of 65 watts with a projected reduction of emissions of 2.31%; 22.80%; 6.76% respectively.

Keywords: Greenhouse gases, carbon footprint, uncertainty level, mitigation strategies.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

A partir de la Revolución Industrial, comienzan cambios significativos a nivel global en varias aspectos, en la parte económica y social se produce un cambio favorable por la alta generación de empleo y aumento de poder adquisitivo de las personas, pero por el aspecto ambiental se comienza a identificar alteraciones en los ecosistemas producto la contaminación ambiental que generan las organizaciones.(Arévalo Moscoso, 2018). La contaminación generada por las organizaciones ha venido afectando la calidad del suelo, agua y aire del ambiente por varios años, uno de los impactos ambientales de las organizaciones es la generación de emisiones de gases de efecto invernadero, lo cual altera el equilibrio de la atmosfera y aporta al cambio climático(Arévalo Moscoso, 2018).

En la actualidad, el cambio climático es uno de los principales problemas ambientales a nivel mundial, ya que puede afectar a todas las regiones del mundo alterando los ecosistemas marítimos y terrestres (IPCC, 2019).La Comunidad Andina de Naciones ha proyecta que para el año 2025, si las consecuencias del cambio climático persisten, existirá una pérdida económica de 30 000 millones de dólares en los países que forman la comunidad andina que equivale básicamente al 4,4% del PBI del Perú, pudiendo comprometer el desarrollo del país (Duarte Cueva, 2014).

En consecuencia, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) con ayuda de reportes informativos del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático (IPCC) decide generar el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el

Cambio Climático, el Protocolo de Kyoto y el Acuerdo de París a nivel mundial, con el fin de estar en constancia vigilancia del grado de impacto de los efectos del cambio climático y coordinar políticas, estrategias y planes para la adecuación y minimización de las afectaciones del cambio climático a nivel global. El Perú es un país que cuenta con una gran diversidad en recursos naturales, flora y fauna, por tal motivo es uno de los países más vulnerables a las consecuencias del cambio climático. Por esa razón, el estado peruano ratificó los acuerdos de la ONU mediante la Resolución Legislativa N°26185, Resolución Legislativa N° 27824 y Decreto Supremo N° 058-2016–RE para contar con una gestión integral del cambio climático alineada con todos los acuerdos internacionales.

En esto últimos años, se han desarrollado varias herramientas para la gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero, una de ellas es la huella de carbono para organizaciones que nos permite medir la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero, de formar directa o indirecta, generadas por el desarrollo de las actividades de la organización (Nuñez Monroy, 2012). La huella de carbono permite que la organización determine la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero, expresado en dióxido de carbono equivalente, que generó en un periodo determinado, normalmente un año, y puedan implementar acciones para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero que genera su actividad.

Konecta BTO SL Sucursal en Perú es una organización que dedica a brindar el servicio de outsourcing en la atención al cliente a través de llamadas, correo electrónico, redes sociales, web y canales digitales a diversos tipos de empresas en Perú y otros países. La organización cuenta con 3675 trabajadores distribuidos en sus

4 instalaciones donde desarrolla las actividades de outsourcing utilizando mayormente equipos de cómputos, sistemas iluminación, griferías, entre otros mecanismos para los brindar los servicios básicos y de emergencia. En los últimos años, Konecta BTO SL Sucursal en Perú se establecido alinear el desarrollo de sus actividades a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), con el fin de generar impacto en la empresa como en la sociedad. Por tal motivo, la organización se ve en la necesidad de implementar herramientas para gestionar las emisiones de gases de efecto invernadero, alineándose al objeto número 13 de los ODS, que se producen por el desarrollo de sus actividades para evitar aporte al cambio climático. La investigación centrará en detallar los lineamientos para la estimación de la huella de carbono de la empresa Konecta BTO SL Sucursal en Perú, donde se analizarán los resultados y se propondrán estrategias de mitigación.

1.1.1. Antecedentes Internacionales

La presente investigación se va basado en las siguientes investigaciones:

Según la investigación realizado por (Awanthi & Navaratne, 2018) que lleva como título: “Carbon Foorprint o fan Organization: a Tool for Monitoring Impacts on Global Warming”, calculó la huella de carbono mediante las metodologías de las los lineamientos del Green House Gas Protocol Corporate Standard, se estableció como periodo el año 2010. En la investigación se calculó una huella de carbono de 36.09 t CO₂eq de una oficina de la secretaría divisional en Thihagoda, en el sur de Sri Lanka. Así mismo, se estableció un alcance 1 de emisiones directas de GEI se consideraron las siguientes actividades de consumo de combustible por equipos fijos y móviles y disposición de residuos que contribuyeron con el 25.3% del total; en el alcance 2 de las emisiones indirectas de GEI se consideró el consumo de energía eléctrica que

contribuyó con el 17.7% del total; en el alcance 3 de las otras emisiones indirectas de GEI que se consideró las actividades de desplazamiento de trabajadores y el consumo de agua potable que contribuyeron con el 57.1% del total. En la investigación sólo se recomendó estrategias para la reducción de la huella de carbono, pero no se calculó el porcentaje o valor de reducción de la huella de carbono. Las estrategias de reducción fueron enfocadas a las 2 principales fuentes de emisión y fueron las siguiente: fomentar el uso de transporte público en lugar del privado e inversión en tecnologías de eficiencia energética y en la conservación en la energía.

En el trabajo de investigación ejecutado por (Clabeaux et al., 2020), que tiene el título: “Assessing the carbon footprint of a university campus using a life cycle assessment approach”, calculó la huella de carbono mediante las metodologías de las Guías para el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático en el 2006, se estableció como periodo el año 2014. En la investigación se calculó una huella de carbono de 95 418 t CO₂ eq para la Universidad de Clemson de Sur de Carolina, Estados Unidos. Así mismo, se estableció un alcance 1 de emisiones directas de GEI se consideraron las siguientes actividades generación de vapor, recarga de gases refrigerantes para aire acondicionado, consumo de combustible por equipos móviles, fertilizantes y tratamiento de aguas residuales que contribuyeron con el 18.9% del total; en el alcance 2 de las emisiones indirectas de GEI se consideró el consumo de energía eléctrica que contribuyó con el 40.6% del total; en el alcance 3 de las otras emisiones indirectas de GEI que se consideró las actividades de pérdidas de transmisión y distribución, transporte de trabajadores y estudiantes, fuga de gas natural, viajes

relacionado con la universidad y disposición de residuos sólidos que contribuyeron con el 40.5% del total. En el trabajo de investigación no se estableció, ni se recomendó las estrategias de reducción de la huella de carbono.

La investigación realizado por (Campos Quiróz, 2020), que lleva el título: “Huella de Carbono en el Campus Central de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz de la Universidad de Sao Paulo, Piracicaba, Estado de Sao Paulo, Brasil”, calculó la huella de carbono mediante las metodologías del Green House Gas Protocol Corporate Standard, Guías para el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático en el 2006, norma ISO 14064-1:2006, se estableció como periodo el año 2017. En la investigación se calculó una huella de carbono de 84 818.69 t CO₂ eq. Así mismo, se estableció un alcance 1 de emisiones directas de GEI se consideraron las siguientes actividades consumo de combustible de vehículos pertenecientes a la universidad, pecuario, insumo contribuyeron con el 91.08% del total; en el alcance 2 de las emisiones indirectas de GEI se consideró el consumo de energía eléctrica que contribuyó con el 8.05% del total; en el alcance 3 de las otras emisiones indirectas de GEI que se consideró las actividades de transporte local de docentes, funcionarios y estudiantes de pregrado y posgrado que contribuyó con el 0.88% del total. En la investigación sólo se recomendó estrategias para la reducción de la huella de carbono, pero no se calculó el porcentaje o valor de reducción de la huella de carbono. Las estrategias de reducción fueron enfocadas a las principales fuentes de emisión y fueron las siguiente: fomentar la conciencia ambiental en los usuarios de vehículos automotores, buscando el incremento el uso de bicicletas; cambio en el uso de combustibles fósiles por combustibles renovables; uso de energías renovables

(paneles solares, energía eólica, entre otros); aprovechar los residuos (excremento) provenientes de la pecuaria del campus.

La investigación realizada por (Kulkarni, 2019), que lleva como título: “A botón up approach to evaluate the carbon footprints of a higher educational institute in India for sustainable existence”, calculó la huella de carbono mediante Guías para el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático en el 2006, se estableció como periodo entre el 2015 al 2016. En la investigación se calculó una huella de carbono de 3 630.57 t CO₂ eq del Sir Parashurambhau College, Pune, India. Así mismo, se estableció un alcance 1 de emisiones directas de GEI se consideraron las siguientes actividades de consumo de GLP, transporte de personal, respiración humana, viajes de personal y viajes educativos que contribuyeron con el 28% del total; en el alcance 2 de las emisiones indirectas de GEI se consideró el consumo de energía eléctrica que contribuyó con el 48% del total; en el alcance 3 de las otras emisiones indirectas de GEI que se consideró las actividades de gestión de residuos sólidos, tinta, toners, productos químicos que contribuyeron con el 25% del total. En el trabajo de investigación no se estableció, ni se recomendó las estrategias de reducción de la huella de carbono.

Según la investigación realizado por (Sangwan et al., 2018), que lleva como título: “Measuring Carbon Footprint of an Indian University Using Life Cycle Assessment”, calculó la huella de carbono mediante norma ISO 14064-1:2006, se estableció como periodo el año 2014. En la investigación se calculó una huella de carbono de 16 500 t CO₂ eq del Birla Institute of Technology and Science Pilani, Campus de Pilani, India. Así mismo, se estableció un alcance 1 de emisiones directas de GEI se

consideraron las siguientes actividades de consumo de combustible por equipos fijos y móviles que contribuyeron con el 1.1% del total; en el alcance 2 de las emisiones indirectas de GEI se consideró el consumo de energía eléctrica que contribuyó con el 50% del total; en el alcance 3 de las otras emisiones indirectas de GEI que se consideró las actividades de desplazamiento de trabajadores, refrigerantes, gestión de residuos sólidos que contribuyeron con el 48.9% del total. En el trabajo de investigación no se estableció, ni se recomendó las estrategias de reducción de la huella de carbono.

La investigación desarrollada por (Lai, 2015), que tiene el título: “Carbon Footprint of hotels: Analysis of three archetypes in Hong Kong”, calculó la huella de carbono de 3 hoteles mediante Norma ISO 14064-1:2006 y Directrices del Departamento de Protección Ambiental y Servicios Eléctricos y Mecánica de Hong Kong, se estableció como periodo el 2013. En la investigación se calculó las siguientes huellas de carbono: el Hotel A obtuvo 9 619 t CO₂ eq; el Hotel B obtuvo 7 078 t CO₂ eq; el Hotel C obtuvo 2 219 t CO₂ eq. Para la comparación de los 3 escenarios se establecieron los siguientes escenarios un alcance 1 de emisiones directas de GEI se consideraron las siguientes actividades de consumo combustible para el generador de emergencia, consumo de combustible para equipos móviles y fijos, recarga de gases refrigerantes para aire acondicionado; en el alcance 2 de las emisiones indirectas de GEI se consideró las siguientes actividades el consumo de energía eléctrica y consumo de gas natural; en el alcance 3 de las otras emisiones indirectas de GEI que se consideró las actividades de viajes de negocios, tratamiento de aguas residuales, traslado de los trabajadores y gestión de residuos sólidos. En el Hotel A se verificó que la huella de carbono tuvo la siguiente composición: el alcance 1 contribuye

0.95% del total, el alcance 2 contribuye 95.2% del total y alcance 3 contribuye 3.85% del total. En el Hotel B se verificó que la huella de carbono tuvo la siguiente composición: el alcance 1 contribuye 0.71% del total, el alcance 2 contribuye 96% del total y alcance 3 contribuye 3.29% del total. En el Hotel C se verificó que la huella de carbono tuvo la siguiente composición: el alcance 1 contribuye 2.72% del total, el alcance 2 contribuye 91% del total y alcance 3 contribuye 6.28% del total. En la investigación sólo se recomendó estrategias para la reducción de la huella de carbono, pero no se calculó el porcentaje o valor de reducción de la huella de carbono. Las estrategias de reducción fueron enfocadas a las principales fuentes de emisión y fueron las siguientes: uso de refrigerantes ecológicos, sub medidores para controlar el consumo de servicios generales, reciclaje de papel y plantación de árboles.

El trabajo de investigación ejecutado por (Smith Rodriguez & De Titto, 2018), que lleva el título: “Hospitales Sostenibles frente al Cambio Climático: Huella de Carbono de un Hospital Público de la Ciudad de Buenos Aires”, calculó la huella de carbono mediante las metodologías de las Guías para el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático en el 2006 y norma ISO 14064-1:2006, se estableció como periodo el año 2015. En la investigación se calculó una huella de carbono de 1 526.47 t CO₂ eq. Así mismo, se estableció un alcance 1 de emisiones directas de GEI se consideraron las siguientes actividades consumo de combustible por equipos móviles y fijos y recarga de gases refrigerantes para aire acondicionado que contribuyeron con el 43 % del total; en el alcance 2 de las emisiones indirectas de GEI se consideró el consumo de energía eléctrica que contribuyó con el 29% del total; en el alcance 3 de las otras emisiones

indirectas de GEI que se consideró las actividades de consumo de agua, transporte de trabajadores en transporte público, automóvil y moto, consumo de papel y producción de residuos sólidos urbanos que contribuyeron con el 28% del total. En el trabajo de investigación no se estableció, ni se recomendó las estrategias de reducción de la huella de carbono.

El trabajo de investigación realizado por(Azarkamand et al., 2020), que lleva el título: “Calculating the Carbon Footprint in ports by ”, calculó la huella de carbono mediante Guías para el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático en el 2006, Standardized tool to calculate Carbon Footprint in Ports y lineamientos del Green House Gas Protocol Corporate Standard, se estableció como periodo el 2007 del puerto de Olso, Noruega. En la investigación se calculó una huella de carbono de 1 293.584 t CO₂ eq. Así mismo, se estableció un alcance 1 de emisiones directas de GEI se consideraron las siguientes actividades de consumo de combustible para vehículos y buques que contribuyeron con el 47% del total; en el alcance 2 de las emisiones indirectas de GEI se consideró las siguientes actividades el consumo de energía eléctrica para edificios, albergues, faros y equipos que contribuyó con el 36% del total; en el alcance 3 de las otras emisiones indirectas de GEI que se consideró las actividades de desplazamiento de los trabajadores que contribuyó con el 17% del total. En el trabajo de investigación no se estableció, ni se recomendó las estrategias de reducción de la huella de carbono.

1.1.2. Antecedentes Nacionales

La presente investigación se va basado en las siguientes investigaciones:

Según la investigación realizado por (Arias Lorenzo, 2020), que lleva como título: “Determinación de la Huella de Carbono en las actividades administrativas correspondiente a la Municipalidad Distrital de Carhuamayo – Provincia de Junín, para controlar las emisiones de gases de efecto invernadero - 2018”, realizó el cálculo huella de carbono mediante los lineamientos del Green House Gas Protocol Corporate Standard, se estableció como periodo el 2018. En la investigación se obtuvo que la municipalidad distrital de Carhuamayo tiene una huella de carbono de 114.765 tCO₂ eq. Así mismo, se estableció un alcance 1 de emisiones directas de GEI se consideraron la actividad de consumo de combustible para vehículos que contribuye con el 81.63% del total; en el alcance 2 de las emisiones indirectas de GEI se consideró el consumo de energía eléctrica que contribuyó con el 18.37% del total. En la investigación sólo se propuso acciones para la reducción de la huella de carbono, pero no se calculó el porcentaje o valor de reducción de la huella de carbono. Las acciones de reducción fueron enfocadas a las principales fuentes de emisión y fueron las siguiente: verificación de las instalaciones eléctricas; reemplazo de sistema de iluminación por luminarias que consumen menos energía; apagado de monitores; desconectar equipos eléctricos y electrónicos; comprar de equipos con etiqueta de eficiencia energética; validar la revisión técnica de los vehículos y mantenimiento periódico de los vehículos.

El trabajo de investigación realizado por (Zerón Cancha & Arias Chávez, 2019), que tiene como título: “Huella de Carbono según la ISO 14064-1:2011 de las actividades académicas de la Universidad Peruana Unión, sede Lima”, calculó la huella de carbono mediante las metodologías del Green House Gas Protocol Corporate Standard, Guías para el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático en el 2006, norma ISO 14064-1 y Guías del Ministerio del Ambiente, se estableció como periodo el año 2019. En la investigación se calculó una huella de carbono de 1 240.14 t CO₂ eq. Así mismo, se estableció un alcance 1 de emisiones directas de GEI se consideraron las siguientes actividades consumo de combustible de fuentes móviles y estacionarias, consumo de papel, recarga de los equipos de aire acondicionado (gases refrigerantes) contribuyeron con el 13.4% del total; en el alcance 2 de las emisiones indirectas de GEI se consideró el consumo de energía eléctrica que contribuyó con el 0.8% del total; en el alcance 3 de las otras emisiones indirectas de GEI que se consideró las actividades de consumo de combustible de vehículos para el traslado de alumnos y docentes hacia la universidad, residuos sólidos y consumo de agua que contribuyeron con el 85.5% del total. En la investigación sólo se recomendó acciones para la reducción de la huella de carbono, pero no se calculó el porcentaje o valor de reducción de la huella de carbono. Las acciones de reducción fueron enfocadas a las principales fuentes de emisión y fueron las siguiente: plan de mantenimiento de vehículos y equipos; programa de renovación de equipos de aire acondicionado; uso de refrigerantes amigables con el ambiente; cambiar los extintores de CO₂ por polvo químico seco; reducir el consumo de papel y digitalizar la mayoría de los procesos.

La investigación ejecutada por (Marquez Villalobos & Zevallos Baca, 2018), que lleva el título: “Determinación de la Huella de Carbono según Metodología Green House Gas Protocol aplicado al área de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, año 2016-2017” calculó la huella de carbono teniendo como referencia la metodología del Green House Gas Protocol Corporate Standard para el periodo del 2016 – 2017. En la investigación se calculó una huella de carbono de 5574.49 t CO₂ eq., Así mismo se ha identificó en el alcance 1 de las emisiones directas de GEI generadas por el consumo de combustible fósil controladas contribuye el 1.1% del total, en el alcance 2 de las emisiones indirectas de GEI se consideró la actividad de consumo de energía electricidad contribuye el 12.1% del total, en el alcance 3 de las otras emisiones indirectas, se incluyó las actividades de traslado de los empleados y alumnos a la universidad, consumo de papel, eliminación de agua residual, eliminación y consumo de gas doméstico de la organización contribuye el 86.8% del total. En la investigación sólo se recomendó acciones para la reducción de la huella de carbono, pero no se calculó el porcentaje o valor de reducción de la huella de carbono. Las acciones de reducción fueron enfocadas a las principales fuentes de emisión y fueron las siguiente: programa de sensibilización y concientización a la comunidad universitaria; sustituir el horno de cubilote por un horno de inducción, cambio de sistema de iluminación a luminarias LED; reutilización y reciclaje de papel; reaprovechamiento y mejora en la segregación de residuos.

La investigación realizada por (Coz Huilca, 2020), que tiene el título: “Estimación y Reducción de la Huella de Carbono en la empresa Cargo Transport SAC sede los Sauces distrito de Ate – Provincia de Lima, años 2016 - 2017”, calculó la huella de

carbono mediante las metodologías de Guías para el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático en el 2006 y norma ISO 14064-1:2006, se estableció como periodo entre los años del 2016 al 2017. En la investigación se calculó una huella de carbono de 9 035.25 t CO₂ eq en el año 2016. Así mismo, se estableció un alcance 1 de emisiones directas de GEI se consideraron las siguientes actividades consumo de combustible de vehículos propios, consumo de lubricantes para mantenimiento de vehículos y consumo de papel contribuyeron con el 99.2% del total; en el alcance 2 de las emisiones indirectas de GEI se consideró el consumo de energía eléctrica y consumo de agua potable que contribuyó con el 0.6% del total; en el alcance 3 de las otras emisiones indirectas de GEI que se consideró los viajes de funcionarios o por transporte de envíos que contribuyó con el 0.3% del total. En la investigación, se identificó que mediante la aplicación del plan de mitigación de huella de carbono realizado durante el 2017 existió una reducción del 9.75% en la huella de carbono en comparación del 2016, las medidas que se implementaron fueron las siguientes: optimización de las rutas de servicio; instalación de sistemas de iluminación eficiente; ajuste de programación del sistema de climatización; optimización del término de potencia de la factura eléctrica; definición de la figura del gestor energético; buenas prácticas en iluminación; revisión de fugas o pérdidas de agua; control del consumo de papel; control de número de viajes aéreos de funcionarios; buenas prácticas en uso de diversos materiales e insumos.

La investigación realizada por (Blas Morales, 2018), que lleva el título: “Huella de Carbono en el Alcance 1 y 2, utilizando la metodología del Green House Gas Protocol (GHG Protocol) y la Norma ISO 14064-1:2006, en el Centro de Producción

Productos Unión”, se calculó la huella de carbono mediante las metodologías del Green House Gas Protocol Corporate Standard y la norma ISO 14064-1:2006, se determinó que el periodo de cálculo es del 01 enero al 31 de diciembre de 2017. En la investigación se calculó una huella de carbono de 1 234.12 t CO₂ eq en el periodo 2017. Así mismo se estableció un alcance 1 de emisiones directas de GEI por consumo de combustible por equipos móviles y fijos que contribuye con el 92.25% de total, en el alcance 2 de las emisiones indirectas de GEI se consideró la actividad de consumo de energía eléctrica contribuyó con el 7.75% del total. En el trabajo de investigación no se estableció, ni se recomendó las estrategias de reducción de la huella de carbono.

El trabajo la investigación realizado por (Benites Colán, 2019), que tiene el título: “Determinación de la Huella de Carbono de una Unidad Minera de Oro a Tajo Abierto”, calculó la huella de carbono mediante las metodologías del Green House Gas Protocol Corporate Standard, Guías para el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático en el 2006 y Factores de emisión elaborado a partir de los datos del COES-SINAC, se estableció como periodo el año 2017. En la investigación se calculó una huella de carbono de 26 411.93 t CO₂ eq. Así mismo, se estableció un alcance 1 de emisiones directas de GEI que contribuyó con 11 934.05 t CO₂ eq siendo el 45% del total; en el alcance 2 de las emisiones indirectas de GEI contribuyó 8 186,16 t CO₂ eq siendo el 31% del total; en el alcance 3 de las otras emisiones indirectas de GEI contribuyó 6 291,73 t CO₂ eq siendo el 24% del total. En la investigación se propuso estrategias de mitigación de huella de carbono de la organización y se proyectó la reducción del 4.31% de la huella de carbono con respecto al 2017 aplicando todas las medidas. Las

estrategias de mitigación están compuestas de las siguientes medidas: optimizar el consumo de combustible en la fundición; reutilizar los aceites residuales para la voladura; producir biogás a partir de los residuos sólidos orgánicos de la unidad minera; aplicar compuestos orgánicos “DustTreat DC9112” como reemplazo del riego de vías para disminuir el polvo; realizar plantaciones como compensación de las emisiones; implantar buenas prácticas para el manejo de equipos pesados e implementar ecoeficiencia en la energía eléctrica en toda la unidad minera.

Según la investigación realizado por(Mera García, 2020), con el título: “Estimación y propuesta de mitigación de la huella de carbono de la producción de óxido de calcio en la empresa P’huyu Yuraq II, 2019”. En la investigación se calculó la huella de carbono mediante las metodologías del Green House Gas Protocol Corporate Standard, Guías para el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático en el 2006 y Manual de Metodologías de Cálculo de Emisiones GEI del MINAM, se estableció como periodo el año 2019. En la investigación se calculó una huella de carbono de 24328.16 t CO₂ eq. Así mismo, se estableció un alcance 1 de emisiones directas de GEI se consideraron las siguientes actividades consumo de combustible por equipos móviles y fijos y tratamiento de aguas residuales que contribuyeron con el 98.20% del total; en el alcance 2 de las emisiones indirectas de GEI se consideró el consumo de energía eléctrica que contribuyó con el 0.07% del total; en el alcance 3 de las otras emisiones indirectas de GEI que se consideró las actividades de motores de maquinarias, consumo de agua potable y consumo de papel que contribuyeron con el 1.73% del total. En la investigación se proponen 2 estrategias de mitigación que reducirían hasta en un 46 % la huella de carbono de la organización. La primera

estrategia es la fijación de carbono mediante plantaciones de *Polylepis racemosa* que reduciría un 21 % de la huella de carbono del 2019, la inversión sería de \$ 8 896.00 dólares americanos. La segunda estrategia es la adquisición de bonos de carbono voluntarios que reduciría un 25 % de la huella del 2019, la inversión sería de \$ 24 000.00 dólares americanos de forma anual.

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. Gases de efecto invernadero (GEI)

Componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. Esta propiedad ocasiona el efecto invernadero. El vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄) y el ozono (O₃) son los gases de efecto invernadero primarios de la atmósfera terrestre. Asimismo, la atmósfera contiene cierto número de gases de efecto invernadero enteramente antropógeno, como los halocarbonos u otras sustancias que contienen cloro y bromo, y contemplados en el Protocolo de Montreal (IPCC, 2018). El Protocolo de Kyoto sólo considera los siguientes gases como GEI: dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆) (ONU, 1998).

1.2.2. Huella de Carbono organizacional

La huella de carbono se define como la cantidad total de GEI causados directa o indirectamente por una organización. Es por tanto un inventario de GEIs, que se mide en dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq) y se consideran los gases de efecto invernadero establecido por el Protocolo de Kyoto (Ihobe S.A. et al., 2012).

El objeto del cálculo de la huella de carbono es para conocer en profundidad la organización, de forma que se identifiquen los principales puntos de mejora tanto a nivel ambiental como económico y comunicar a los usuarios previstos el impacto sobre el cambio climático de la organización (Ihobe S.A. et al., 2012).

1.2.3. Norma ISO 14064-1 “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”

El documento 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, 2006).

La norma está bajo los siguientes principios:

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

1.2.4. Límite organizacional

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). La organización debe consolidar las emisiones y remociones de GEI bajo los siguientes enfoques:

1. Enfoque de control: la organización debe considerar el 100 % de las emisiones y remociones de GEI provenientes de operaciones sobre las que tiene control operativo o financiero(ISO, 2006).

a. Control operacional: la organización posee control operativo sobre una operación si ella o una de sus subsidiarias tiene autoridad plena para introducir e implementar sus políticas operativas a nivel de operación(ISO, 2006).

b. Control financiero: la organización posee la capacidad de dirigir las políticas financieras y operativas con miras a obtener beneficios económicos de sus actividades(ISO, 2006).

2. Enfoque de participación en el capital: la organización debe considerar las emisiones y remociones de GEI según el porcentaje de interés económico o beneficio derivado para cada instalación. El enfoque particularmente es útil para compañías multinacionales con operaciones en diferentes jurisdicciones con el objetivo de determinar su inventario de GEI(ISO, 2006).

1.2.5. Límite Operativo

Según (World Resources Institute, 2002), es el conjunto de emisiones o remociones directas de GEI que se encuentran dentro de los límites de la organización, así como las emisiones indirectas significativas causadas por las actividades que desarrolla la organización. Las emisiones de GEI se pueden clasificar en

- a. **Alcance 1:** Emisiones y/o remociones directas de GEI provenientes de las fuentes y/o sumideros que pertenecen o son controlados por la organización.
- b. **Alcance 2:** Emisiones indirectas de GEI generada por la generación energía de origen externo consumido por la organización.
- c. **Alcance 3:** Otras emisiones indirectas de GEI generados fuera del límite de la organización, pero que es consecuencia del desarrollo de las actividades.

1.2.6. Año base

El año base es el periodo histórico para las emisiones y remociones de GEI con propósitos de comparación con otros años de cálculo u otra información relativa a los GEI en un periodo(ISO, 2006). La huella carbono de la organización del año base debe establecer en un periodo específico, por ejemplo, un año calendarios o un periodo donde se consideren todas las condiciones estacionarias. Así mismo, la organización puede registrar su primer año de cálculo de huella de carbono como año base(ISO, 2006).

1.2.7. Cuantificación de emisiones y remociones de GEI

Es el proceso para obtener los datos y determinar las emisiones provenientes de las fuentes o las remociones causadas por los sumideros, todos los valores deben estar expresado en CO₂ eq(ISO, 2006). Durante el proceso de cuantificación de emisiones y remociones de GEI se deben considerar que el valor de conversión de los GEI es el Potencial de Calentamiento Global a 100 años publicado por el IPCC y mediante la recolección de datos y ejecución del método se disminuya la incertidumbre del cálculo(ISO, 2006).

1.2.8. Emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq)

Unidad establecida para comparar el forzamiento radiativo de un GEI o una mezcla de GEI con el del dióxido de carbono(ISO, 2006). Las emisiones de CO₂ eq constituye una escala común para comparar las emisiones de diferentes GEI, aunque no implica una equivalencia exacta en las respuestas correspondientes en términos de cambio climático (IPCC, 2018).Las emisiones de CO₂ eq deben calcularse con el valor de conversión del potencial de calentamiento global en el plazo de 100 años para cada emisión de GEI(ISO, 2006).

1.2.9. Incertidumbre

Parámetro asociado con el resultado de la cuantificación que caracteriza la dispersión de los valores que se podrían atribuir razonablemente a la cantidad cuantificada(ISO, 2006). Así mismo, puede producirse por el conocimiento incompleto que puede deberse a una falta de información o a un desacuerdo con respecto a lo que es conocido o incluso cognoscible. Puede reflejar diversos tipos de situaciones, desde la imprecisión en los datos hasta una definición ambigua de un concepto o término, una

comprensión incompleta de los procesos críticos, o una proyección incierta del comportamiento humano. Por ello, la incertidumbre puede representarse mediante valores cuantitativos o mediante asertos cualitativos (IPCC, 2018).

Las incertidumbres asociadas a los inventarios de gases de efecto invernadero se clasifican en:

1. **Incertidumbre científica:** surge cuando la ciencia de los procesos existentes de emisión de GEI no ha sido comprendido por completo, por ejemplo, cuando se tienen valores inexactos del potencial de calentamiento global de los gases (Ihobe S.A. et al., 2012)
2. **Incertidumbre de la estimación:** surge a partir del proceso de cuantificación de las emisiones de GEI, lo cual detalla que todas las estimaciones de GEI tiene un nivel de incertidumbre (Ihobe S.A. et al., 2012).

La incertidumbre de la estimación se puede dividir en dos categorías:

- a. **Incertidumbre de modelo:** está asociada a las ecuaciones, expresiones matemáticas y modelos utilizados para determinar la relación de los parámetros y procesos de emisión.
- b. **Incertidumbre de los parámetros:** está asociada a la cuantificación de los parámetros utilizando datos de actividad y factores de emisión en los modelos de estimación. Así mismo existen 2 tipos de incertidumbre de los parámetros: incertidumbre sistemática sólo se puede ser evaluado mediante juicio de experto; e incertidumbre estadística sí puede ser evaluada a partir de datos empíricos.

1.2.10. Actividades de mitigación

Iniciativas para la reducción de emisión de GEI o aumento de remociones de GEI de la organización(ISO, 2006). Las actividades de mitigación son de 2 tipos.

1. Acciones dirigidas Iniciativa específica no organizada como un proyecto de GEI, implementada por una organización para reducir o prevenir las emisiones de directas o indirectas de GEI, o aumentar las remociones (Ihobe S.A. et al., 2012)

2. Proyectos de reducción de emisiones y aumento de remociones de GEI

Actividad o actividades que alteran las condiciones identificadas en el escenario de la línea base que causan la reducción de las emisiones de GEI, o aumento de las remociones (Ihobe S.A. et al., 2012). Los proyectos de GEI se estructuran según la ISO 14064-2 “Gases de efecto invernadero – especificaciones con orientación, a nivel de proyecto, para la cuantificación, seguimiento y el informe de la reducción de emisiones o el aumento en las remociones de gases de efecto invernadero”.

1.2.11. Ley marco sobre el cambio climática y su reglamento en Perú.

La ley marco sobre el cambio climático (Ley N° 30754) se promulgó el 2018 con el fin de establecer los principios, enfoques y disposiciones generales para coordinar, articular, diseñar, ejecutar, reportar, monitorear, evaluar y difundir las políticas públicas para la gestión integral, participativa y transparente de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, a fin de reducir la vulnerabilidad del país al cambio climático, aprovechar las oportunidades del crecimiento bajo en carbono y cumplir con los compromisos internacionales asumidos por el Estado ante la CMNUCC, con enfoque intergeneracional(MINAM, 2018).

Así mismo, la ley esta complementado con el reglamento de la ley 30754 (Decreto Supremo N.º 013-2019- MINAM) donde se estable las funciones de autoridades

nacionales y competentes en materia de cambio climático; acceso a la información y participación ciudadana en la gestión del cambio climático; instrumentos de gestión del cambio climático; instrumentos de inversión y presupuestos público y financiamiento climático internacional; medidas de adaptación y mitigación al cambio climático; monitoreo de las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático; educación, investigación, ciencia y tecnología en referencia a la protección del medio ambiente(MINAM, 2019a).

1.2.12. Huella de Carbono Perú

La huella de carbono es una herramienta digital para promover la medición de emisiones de GEI para organizaciones privadas y públicas, con el objetivo de reducir sus emisiones de GEI, que contribuyen a la gestión integral del cambio climático(MINAM, 2019a).

La plataforma de Huella de Carbono Perú es gratuito y de carácter voluntario. Así mismo, la herramienta provee información para la medición de GEI de organizaciones, con orientación a la norma internacional ISO 14064-1:2006(MINAM, 2019a).

La herramienta cuenta con los siguientes componentes: calculadora de emisiones de GEI; sistema de reconocimiento mediante las cálculo, reducción y neutralidad de la huella de carbono de la organización; registro público de participación de las organizaciones; información para neutralizar las emisiones GEI de las organizaciones, mediante proyectos nacionales; Información de verificadores aptos para comprobar la calidad de las emisiones; estadísticas por rubro de organización (MINAM, 2020).

La guía para el funcionamiento de la herramienta de Huella de Carbono Perú ha si aprobado por el MINAM, mediante la resolución ministerial N.º 237-2020- MINAM.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema General

¿Cómo se puede mitigar la huella de carbono de los procesos de la empresa Konecta BTO SL, Sucursal en Perú, sede Lima Cargo, durante el 2019?

1.3.2. Problemas Específicos

- a. ¿Cuáles serán las fuentes principales que generan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de los procesos de la empresa Konecta BTO SL, Sucursal en Perú, sede Lima Cargo, durante el 2019?
- b. ¿Cuál será el resultado al cuantificar las emisiones de GEI de los procesos de la empresa Konecta BTO SL, Sucursal en Perú, sede Lima Cargo, durante el 2019?
- c. ¿Cuál será el nivel de incertidumbre de la cuantificación de emisiones de GEI de los procesos de la empresa Konecta BTO SL, Sucursal en Perú, sede Lima Cargo, durante el 2019?
- d. ¿Cuál será el resultado de las estrategias de mitigación de huella de carbono de los procesos de la empresa Konecta BTO SL, Sucursal en Perú, sede Lima Cargo, durante el 2019?

1.4. Justificación

El trabajo de investigación tiene una alta relevancia para la organización ya que brinda un diagnóstico del impacto que genera al medio ambiente el desarrollo de las actividades de la organización expresado en emisiones de gases de efecto invernadero. Esta información es importante para la organización, ya que es parte fundamental del reporte anual de sostenibilidad que se presentan a los clientes, accionistas, aliados estratégicos, sociedad. Así mismo, la organización al calcular la huella de carbono lo reportará por las plataformas del programa Huella de Carbono Perú y aportará a la información que genera el Ministerio del Ambiente del Perú.

La organización al realizar el cálculo de huella de carbono estará realizando una buena práctica ambiental porque, según la normativa ambiental peruana, las organizaciones privadas no están obligadas a calcular, ni reportar la huella de carbono de las actividades que desarrollan. Por último, esta investigación es importante porque brinda los lineamientos necesarios para que organizaciones e investigadores puedan replicar el cálculo de la huella de carbono y proponer estrategias de mitigación.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Proponer estrategias de mitigación de huella de carbono de los procesos de la empresa Konecta BTO SL, Sucursal en Perú, sede Lima Cargo, durante el 2019.

1.5.2. Objetivos específicos

- a.** Identificar las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) de los procesos de la empresa Konecta BTO SL, Sucursal en Perú, sede Lima Cargo, durante el 2019.
- b.** Cuantificar de las emisiones de GEI para obtener la huella de carbono de los procesos de la empresa Konecta BTO SL, Sucursal en Perú, sede Lima Cargo, durante el 2019.
- c.** Evaluar el nivel de incertidumbre de la cuantificación de emisiones de GEI de los procesos de la empresa Konecta BTO SL, Sucursal en Perú, sede Lima Cargo, durante el 2019.
- d.** Analizar las estrategias de mitigación de huella de carbono de los procesos de la empresa Konecta BTO SL, Sucursal en Perú, sede Lima Cargo, durante el 2019.

1.6. Hipótesis

- a. El cambio de la línea base energética reducirá la huella de carbono de la sede Lima Cargo del Grupo Konecta.
- b. El cambio de los gases refrigerantes R-22 y R-410 A por un agente más ecológico en el sistema de aire acondicionado reducirá la huella de carbono de la sede Lima Cargo del Grupo Konecta.
- c. El evitar programar vehículos que utilizan gasolina para la actividad de transporte terrestre programado reducirá la huella de carbono de la sede Lima Cargo del Grupo Konecta.
- d. La aplicación del cambio de la línea base energética; cambio de los gases refrigerantes R-22 y R-410 A por un agente más ecológico en el sistema de aire acondicionado y evitar programar vehículos que utilizan gasolina para la actividad de transporte terrestre programado reducirá la huella de carbono de la sede Lima Cargo del Grupo Konecta.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo cuantitativa con un diseño no experimental, transversal y descriptivo, porque a partir de la recolección de datos de las actividades que realiza la organización se propondrán estrategias de mitigación de gases de efecto invernadero para la reducción de la huella de carbono, sin generar ninguna alteración a las variables y se tendrá un sólo periodo de cálculo que es el 2019 (Hernández Sampieri et al., 2010).

2.2. Materiales, instrumentos y métodos.

2.2.1. Población y muestra

a. Población

Konecta BTO SL Sucursal en Perú es una organización dedicada a brindar el servicio outsourcing en la atención al cliente a través de llamadas, correo electrónico, redes sociales, web y canales digitales a diversos tipos de empresas en Perú y otros países. La organización cuenta con 3587 trabajadores distribuidos en 4 sedes (Lima Cargo, Fénix, Surquillo y Mall de Bellavista) ubicadas en la provincia de Lima en Perú.

b. Muestra

Se ha considerado como muestra la sede de Lima Cargo que cuenta con 2355 trabajadores donde se brinda el servicio de atención al cliente vía telefónica, porque es la sede más representativa, por cantidad de trabajadores, de la organización y se cuenta con la información necesaria para el trabajo de investigación en el periodo del 2019.

2.2.2. Materiales

En la presente investigación se está considerando las guías, normativas o artículos de referencia para la estructura del trabajo que es el soporte de parte entidades especialistas en el estimación y planificación de estrategias de mitigación de huella de carbono. Por otro lado, también se considera la documentación de la evidencia de las fuentes de emisiones que si es generado por una entidad o contratista externo especializado tiene mayor calidad.

2.2.2.1. Guía, normativas o artículos de referencias.

- a.** Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.
- b.** Guía técnica de cálculo de las emisiones GEI para la Huella de Carbono Perú del MINAM.
- c.** Capítulo de Forzamiento radiativo antropogénico y natural en el informe “Cambio climático 2013: La base de la ciencia física” del IPCC.
- d.** Factores de conversión de GEI del gobierno para la presentación de informes de las empresas para el 2019 del Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial del Reino Unido.
- e.** Calculadora pública de huella de carbono organizacional del MINAM.
- f.** Norma ISO 14064-1:2006 “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”

2.2.2.2. Documentación de evidencia para el cálculo.

- g. Facturas de consumo de agua, energía eléctrica y combustible.
- h. Informes técnicos de consumo de gases refrigerantes.
- i. Informes de trayecto de traslado programado de colaboradores
- j. Reporte de recolección de datos

2.2.3. Método

La metodología que se desarrollará en la presente investigación se dividirá en 4 fases:

- a. **La primera fase:** se detalla las pautas para identificar las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), mediante la información del contexto y las actividades de la organización.
- b. **La segunda fase:** se menciona la metodología de cuantificación de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) con la información de los procesos que realizar la organización, basada en: las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero; guía técnica de cálculo de las emisiones GEI para la Huella de Carbono Perú del MINAM; capítulo de Forzamiento radiativo antropogénico y natural en el informe “Cambio climático 2013: La base de la ciencia física” del IPCC; factores de conversión de GEI del gobierno para la presentación de informes de las empresas para el 2019 del Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial del Reino Unido; Calculadora pública de huella de carbono organizacional del MINAM.
- c. **La tercera fase:** es la metodología de evaluación de incertidumbre del proceso de cuantificación de GEI, en el proceso de detallará el nivel de incertidumbre mediante

los datos de actividad y factores de emisión, basado en las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

d. La cuarta fase: se establece y analiza las estrategias de mitigación de huella de carbono de la organización, mediante par partir de la identificación de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero del 2019.

2.2.4. Instrumentos

a. Recolectar datos:

En primera instancia con la autorización de Konecta BTO SL Sucursal en Perú, se ha podido llevar a cabo el trabajo de investigación, ya que nos ha brindado los datos de sus actividades que se realizan en la sede de Lima Cargo para poder realizar el cálculo. Considerando el siguiente orden por el tema de calidad de información de las fuentes de emisión de GEI: entidad especializada, contratista especializado, control interno de la organización. En la tabla 1, podemos identificar las actividades, datos de la actividad y el área de encargada de la información que se recolecto para la presente investigación.

Tabla 1.

Recopilación de datos de las actividades de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL, Sucursal en Perú durante el 2019.

Actividad	Tipo de evidencia	Área encargada
Consumo de combustible	Factura de consumo o informe técnico de consumo	Administración y Medios
Consumo de gas refrigerante para aire acondicionado.	Informe de recarga y consumo de gases refrigerante	Administración y Medios
Consumo de energía eléctrica	Informe técnico de consumo	Administración y Medios
Transporte programado en auto.	Reporte de distancia recorrido en el transporte programado por tipo de vehículo	Transporte
Viajes aéreos	Reporte de viajes aéreos del 2019	Administración y Medios
Generación de residuos	Control de pesaje de residuos sólidos	Administración y Medios
Consumo de papel	Factura de compra	Administración y Medios

Fuente: Propia

b. Analizar datos:

Posterior a la cuantificación de las emisiones de GEI en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL, Sucursal en Perú durante el 2019 se procederá a analizar mediante el programa Microsoft Excel utilizando las herramientas de gráfico de barras y círculos las actividad, fuentes y alcances que contribuyen con mayor cantidad de emisiones de GEI a la huella de carbono de la organización, con el fin de estructura la propuestas de estrategias de mitigación y proyectar la reducción de huella de carbono de la organización.

2.3. Procedimiento

La investigación se basará en los procesos de inventario de gases de efecto invernadero para organizaciones. En la figura 1 se detalla los procesos que se realizarán para el cálculo y determinación las estrategias de mitigación para la huella de carbono de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL, Sucursal en Perú durante el año 2019.



Figura 1. Procesos para la gestión de la huella de carbono organizacional

Fuente: Propia

2.3.1. Contexto de la Organización

Konecta BTO SL, Sucursal en Perú es una organización dedicada a brindar el servicio outsourcing en la atención al cliente a través de llamadas, correo electrónico, redes sociales, web y canales digitales a diversos tipos de empresas en Perú y otros países.

Lima Cargo es una de las sedes más grandes de la organización contando con 2355 posiciones donde se brinda el servicio de atención al cliente vía telefónica, esto con llevar a contar con una infraestructura, equipos de tecnología, servicio de agua, servicio de energía eléctrica, calefacción, transporte de colaboradores, entre otros.

En la figura 2, se detallan las actividades que realiza la empresa en la sede de Lima Cargo para brindar el servicio de outsourcing.



Figura 2. Flujo de actividades y aspectos ambientales de Konecta BTO SL Sucursal en Perú en la sede Lima Cargo, durante el 2019

Fuente: Propia

2.3.2. Límites del inventario de GEI

a. Límites de la organización

El inventario de gases de efecto invernadero (GEI) debe contar con límites organizacionales, con ello se puede identificar fuentes las emisiones de GEI y/o sumideros de remociones de GEI de las instalaciones pertenecientes la organización. Konecta BTO SL Sucursal en Perú es una organización que cuenta con 4 sedes en todo el Perú, en todas sus instalaciones realizar la actividad outsourcing en la atención al cliente a través de llamadas. En la figura 3, se detalla el esquema organizacional de Konecta BTO SL, Sucursal en Perú.

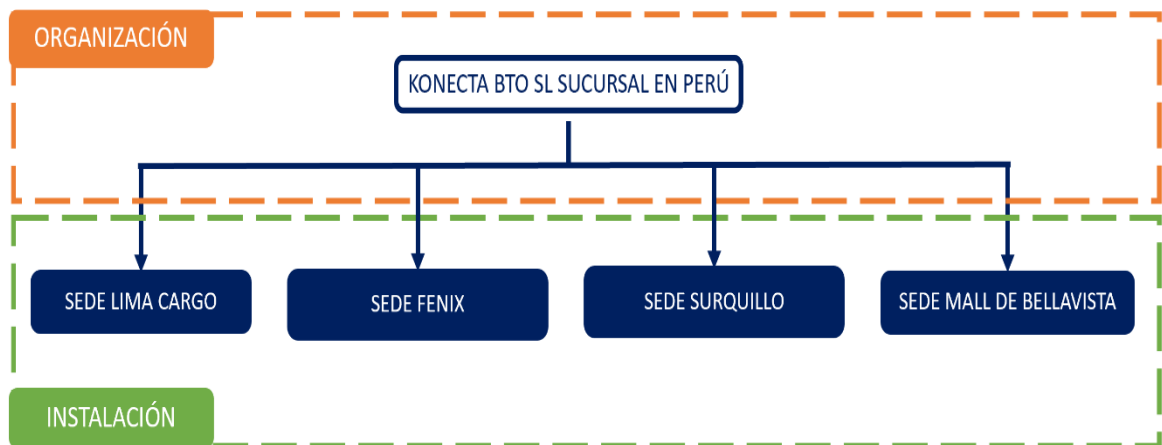


Figura 3. Esquema organizacional del Grupo Konecta durante el 2019

Figura Fuente: Propia

Luego de establecer que instalaciones serán parte del inventario de GEI, se debe escoger un enfoque de los límites de la organización, ya que ello nos orienta a ser vamos a considerar de forma parcial o total las emisiones y/o remociones de GEI de la organización. En la figura 4, se detallan los enfoques para los límites de la organización.



Figura 4. Enfoque de los límites de la organización.

Fuente: Adaptado de la norma ISO 14064-1

b. Límites operacionales

La organización debe establecer los límites operacionales de la organización, donde se define las emisiones y/o remociones de GEI para el inventario. Las emisiones y/o remociones de GEI se clasifican en alcances 1, 2 y 3. Así mismo la organización debe contabilizar como mínimo los alcances 1 y 2.

Alcance 1: Las emisiones directas de GEI se producen a partir de las fuentes que son propiedad o están controladas por la organización. En el caso de las emisiones directas producto de la biomasa no se incluirá en el alcance 1, sino se reportarán aparte. Por último, las emisiones de GEI no cubiertas por el Protocolo de Kioto no deben incluirse en el alcance 1, pero se notificarán por separado.

Alcance 2: Las emisiones indirectas de GEI que se producen de la generación de electricidad, calor de vapor de origen externo consumido por la organización.

Alcance 3: Las otras emisiones indirectas de GEI que no son producto de la generación de energía y son consecuencia de la actividad de la organización, pero no son propiedad ni están controladas por la organización. Así mismo que para poder incluir las fuentes de emisión se deben contemplar los siguientes criterios: significancia de las emisiones respecto al total, representatividad de la actividad en el conjunto de la organización, disponibilidad de datos auditables.

En la figura 5, se detallan los alcances de las emisiones de GEI y las posibles fuentes de emisión de GEI para las organizaciones.

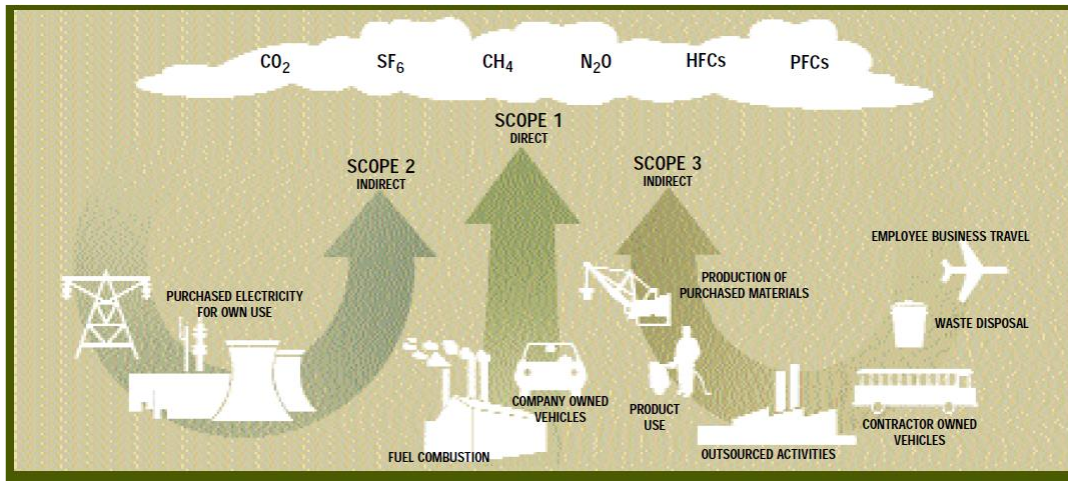


Figura 5. Clasificación de emisiones de GEI por alcances.

Fuente: World Resources Institute (2002)

2.3.3. Determinación del año base.

La organización debe determinar en un periodo histórico específico para el inventario de GEI, con el fin de comparar las emisiones o remociones de GEI de la organización con los siguientes periodos. La organización debe considerar los siguientes criterios para la determinación del año base: representatividad de la operación normal, disponibilidad de datos auditables, importancia histórica del año en el encaje de las estrategias de la organización en materia de reducción de emisiones.

2.3.4. Identificación de las principales fuentes de emisiones de GEI.

a. Identificación de emisiones y remociones directas de GEI

Emisiones directas GEI que proceden de fuentes que pertenecen a la organización o están bajo el control de la organización producto del desarrollo de las actividades.

Las emisiones generadas de las siguientes actividades se deben incluir en emisiones directas de GEI:

1. La combustión de combustibles
2. El transporte de flota de vehículos propios de la organización
3. El consumo de gases refrigerantes para la climatización de ambientes
4. El uso de fertilizantes
5. Entre otras actividades que se realicen dentro de los límites de la organización

Por último, se debe detallar el tipo de recurso que se está consumiendo por la actividad.

b. Identificación de emisiones indirectas de GEI por energía

Emisiones indirectas GEI que proceden de fuentes externas que producen energía eléctrica, energía a partir del calor o vapor que la organización adquiera externamente.

Se tiene que identificar los equipos que consuman:

1. Electricidad
2. Calor
3. Vapor
4. Entre otra fuente de energía.

c. Identificación de otras emisiones indirectas de GEI

En las otras emisiones indirectas GEI se deben considerar las emisiones generadas por la adquisición de materiales, traslado y disposición de residuos, transporte de flota de vehículos de externos y otras actividades que genere emisiones GEI fuera de los límites de la organización, donde no se tenga control.

Las emisiones generadas en las siguientes actividades se deben considerar dentro de las otras emisiones indirectas de GEI:

1. Transporte de casa a trabajo de los colaboradores
2. Transporte aéreo

3. Consumo de papel
4. Consumo de agua potable
5. Transporte de material e insumos
6. Generación de residuos
7. Entre otras actividades relevantes que aporte a la organización y no se encuentren dentro de los límites de la organización.

2.3.5. Cuantificación de emisiones de GEI

La cuantificación de emisiones de GEI se establece mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Cuantificación de emisiones GEI para las actividades

$$\text{Emisiones de GEI (t GEI)} = \text{Dato de actividad} \times \text{Factor de emisión}$$

Fuente: IPCC (2006)

Siendo:

Dato de actividad: Valor cuantitativo de la actividad que genera emisiones. La combustión de fuentes fijas o móviles se expresa en terajulio (TJ). La combustión de fuentes móviles que no cuenten con la información de consumo de combustible, se puede utilizar la distancia recorrida expresada en kilómetros (km). En el caso de la producción o consumo de una materia prima se expresa en unidades de volumen o masa.

Factor de emisión: se expresa en toneladas de GEI/unidad, depende de la unidad en la que se exprese el dato de la actividad.

En el anexo N°1 se detallan las ecuaciones de cuantificación de emisiones de GEI que se utilizarán para el cálculo de la huella de carbono de la organización.

En el anexo N°2 se detallan todos los valores de los PCG a 100 años, valores caloríficos netos (VCN) y todos los factores de emisión usados en la cuantificación de emisiones GEI en los cálculos con sus respectivas fuentes.

2.3.6. Evaluación del nivel de incertidumbre

La incertidumbre es un parámetro relacionado con la dispersión de los resultados de la cuantificación de emisiones de GEI. La incertidumbre se puede calcular de forma cualitativa o cuantitativa siempre que sea técnicamente y económicamente viable el cálculo. En la figura 6, se detalla el despliegue de los tipos de incertidumbre relacionado para la estimación de emisiones de GEI.

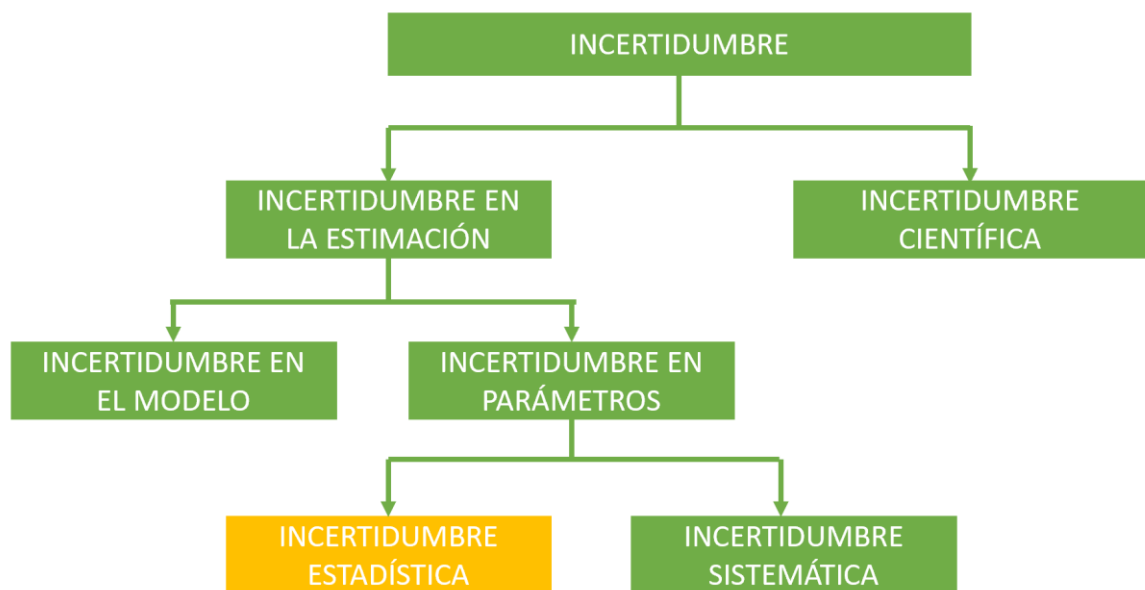


Figura 6 Tipos de incertidumbre relacionado con la estimación de emisiones de GEI.

Fuente: Adaptado de Ihobe (2012).

En el presenta trabajo se evaluará la incertidumbre estadística, ya que se analizará los valores de ingreso de los parámetros (datos de la actividad y factores de emisión) del modelo de estimación.

La evaluación se basa en la transferencia de la incertidumbre de los datos de la actividad y los factores de emisión por tal motivo se puede expresar en la siguiente función:

Ecuación 2. Evaluación de la incertidumbre

$$(A \pm a\%) \times (B \pm b\%) = C \pm c\%$$

$$\text{con } c = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

Donde:

A : Dato de la actividad

a% : Incertidumbre del dato de la actividad

B : Factor de emisión

b% : Incertidumbre del factor de emisión

C : Valor de estimación de emisión de GEI

c% : Incertidumbre del valor de estimación de emisión de GEI

Fuente: Ihobe (2012)

En el caso de los factores de emisión expresado en directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, se debe considerar con incertidumbre nula. Por otro lado, si se recopila información de factores de emisión de otro documento del IPCC, se debe considerar la incertidumbre que se expresa en el documento (Ihobe S.A., 2012).

La incertidumbre de los datos de la actividad se evidencia a partir de los certificados de calibración de los equipos de medición para cada actividad (Ihobe S.A., 2012). Todos los equipos de medición que sean de propiedad de la organización o de propiedad de externos que contribuyan con la información de los datos de la actividad deberían tener un certificado de calibración.

La información de los datos de actividad del Grupo Konecta está compuesta por informes técnicos, reportes de proveedores, recibos de consumo y registros de pesajes, pero no se ha considerado contar con certificado de calibración para los equipos de medición para el año 2019.

Si no es posible o rentable el realizar una estimación de forma cuantitativa de la incertidumbre, se debe realizar una evaluación cualitativa. Al momento de realizar un análisis cuantitativo de la incertidumbre se debe indicar si es de nivel bajo, medio o alto identificado las principales fuentes de la misma (Ihobe S.A., 2012).

Para la evaluación cualitativa se realizará las siguientes etapas:

2.3.6.1. Valoración de factores de emisión.

Para proceder con la valorización se establecerá un nivel de incertidumbre para los factores de emisión según la fuente de origen de información:

Tabla 2.

Valoración del nivel de incertidumbre de los factores de emisión.

Nivel de incertidumbre	Detalle
Bajo	- Valores de las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. - Valores de la calculadora pública de huella de carbono organizacional del MINAM.
Medio	- Valores de otros documentos del IPCC que no sean las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. - Valores del gobierno para la presentación de informes de las empresas para el 2019 del Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial del Reino Unido.
Alto	- Otros documentos que no sean del IPCC

Fuente: Propia

2.3.6.2. Valoración de datos de la actividad.

Con respecto a los datos de la actividad se valorará el nivel de incertidumbre según el tipo de documentación que se evidencie:

Tabla 3.

Valorización del nivel de incertidumbre de datos de la actividad.

Nivel de incertidumbre	Detalle
Bajo	- Recibo de consumo de agua, luz, entre otros. - Factura de consumo u orden de compra.
Medio	- Informe técnico realizado por Konecta o externo. - Reporte de información generado por Konecta o externo.
Alto	- Registro de control de pesaje u otro registro realizado por Konecta o externo. - Correos, entre otros.

Fuente: Propia

2.3.6.3. Evaluación del nivel de incertidumbre de la cuantificación de emisiones de GEI.

Después de contar con los valores asignados de incertidumbre de los datos de la actividad y factores de emisión, se procederá a evaluar el nivel de incertidumbre de la cuantificación de la emisión de GEI. En la tabla 4 se detalla la evaluación del nivel de incertidumbre

Tabla 4.

Evaluación del nivel de incertidumbre de la cuantificación de emisiones de GEI.

		Incertidumbre del factor de emisión		
		Alto	Medio	Bajo
Incertidumbre de los datos de la actividad	Alto	Alto	Alto	Medio
	Medio	Alto	Medio	Bajo
	Bajo	Medio	Bajo	Bajo

Fuente: Propia

2.3.7. Estrategias de mitigación de huella de carbono

Según la ISO 14064-1, las estrategias de mitigación para la huella de carbono de la organización pueden llevarse mediante acciones dirigidas o proyectos de GEI. Los proyectos de GEI son actividades que alteran las condiciones del año base para reducir emisiones de GEI o aumentar las remociones de GEI y se encuentran estructuradas bajo la norma ISO 14064-2. Las acciones dirigidas son actividades específicas no establecidas como un proyecto de GEI, implementado por la organización para reducir o prevenir las emisiones de GEI o aumentar las remociones de GEI (Ihobe S.A. et al., 2012)

Las estrategias de mitigación para Konecta BTO SL Sucursal en Perú se llevarán a cabo bajo las acciones dirigidas, con el fin de poder actuar en las fuentes de principales de emisiones de GEI generadas por el desarrollo de actividad de la organización. Según la norma ISO 14064-1, las acciones dirigidas deben contar con la siguiente estructura:

1. Acción dirigida.

- Acción dirigida es relevante para poder abordar las principales fuentes de emisión.
- Estrategia que contemplará la acción dirigida

2. Los límites espaciales y temporales de la acción dirigida.

- Espacio físico o proceso donde se realizará la acción dirigida
- Determinación de fecha de cuando se ejecutará la acción

3. La metodología utilizada para la cuantificación las emisiones de GEI.

- Métodos que se utilizaron para calcular las emisiones o remociones de GEI de la proyección de las acciones dirigidas.

4. Determinación de las diferencias de emisiones o remociones de GEI atribuibles a las acciones dirigidas.

- Estimación de la cuantificación de emisiones o remociones de GEI de la proyección de las acciones dirigidas

2.4. Aspectos Éticos

El presente trabajo de investigación ha tenido en cuenta las siguientes consideraciones éticas:

- a- Validez científica:** la investigación cuenta como referencia guías, normas y artículos de entidades especialistas en el tema, lo cual generar una base para poder realizar la investigación y poder ser replicada por otros autores u organizaciones.
- b- Selección de datos:** La recopilación de datos de las fuentes de emisiones de GEI y factores de emisiones de GEI han sido seleccionado de la en forma imparcial, equitativa y sin prejuicio de alterar la información presentada en el siguiente documento.
- c- Consentimiento informado:** Konecta BTO SL Sucursal en Perú aceptó voluntariamente mediante una carta el uso de la información para generar el presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Determinación de límites del inventario de GEI

A continuación, se detallará la determinación de los límites del inventario de GEI:

3.1.1. Límite de la organización

Para el presente inventario sólo se considerará la instalación de Lima Cargo y se establecerá un enfoque de control operacional, ya que se adecuada al desarrollo de las actividades. Por tal motivo, se ha contabilizado el 100% de las emisiones GEI generadas por las actividades de Konecta BTO SL Sucursal en Perú en la instalación de Lima Cargo, como se detalla en la figura 7.

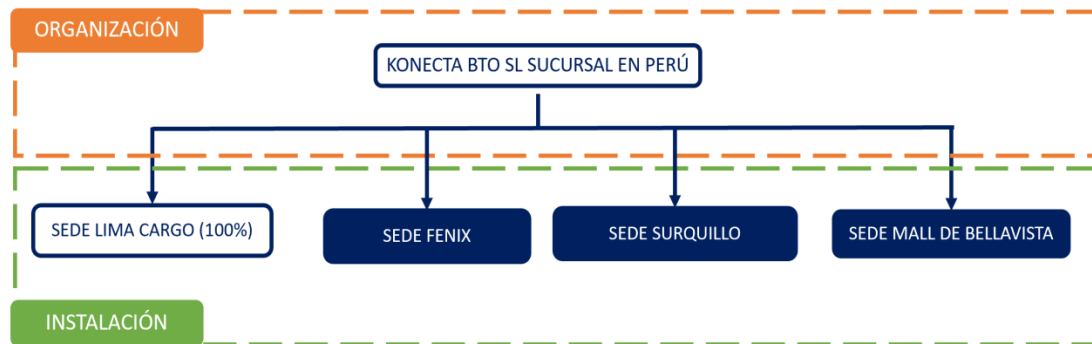


Figura 7. Límites de la organización del inventario de GEI del Grupo Konecta durante el 2019

Fuente: Propia

3.1.2. Límites operacionales

Como parte del análisis el contexto de los aspectos ambientales de la sede de Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú se ha generado un mapa de procesos detallado en el 2.3.1 del presente trabajo de investigación. El mapa de procesos nos ha ayudado a definir los límites operacionales del inventario de forma visual. En la figura 8 se detallan los aspectos ambientales de las actividades que se realizan en la sede de Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú, según el alcance del inventario.

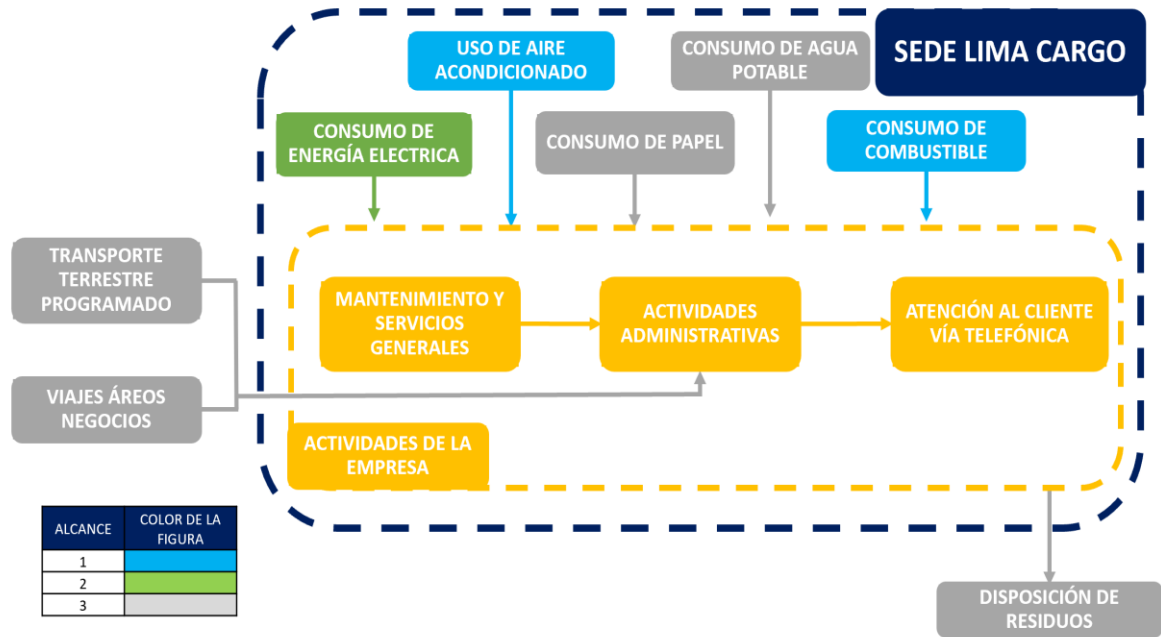


Figura 8. Límites del informe del inventario de GEI del Grupo Konecta durante el 2019

Fuente: Propia

3.2. Determinación de año base

La presente investigación toma en consideración como año base desde el 1 enero del 2019 hasta el 31 de diciembre del 2019, ya que en ese periodo establecido comprende las etapas estacionales. Así mismo, es el periodo representativo porque se desarrolló las actividades operativas de manera normal y se cuenta con la disponibilidad de los datos auditables (alcance 1 y alcance 2).

3.3. Identificación de las fuentes de emisión de GEI

Contemplando el resultado de los límites del informe se genera el inventario de las fuentes de emisión de GEI para la sede de Lima Cargo del Konecta BTO SL Sucursal en Perú. Al momento de identificar las fuentes de emisiones de GEI del alcance 3 y contrastar con la información disponible, se ha identificado que no se podrá calcular las emisiones del consumo de agua potable y disposición de residuos sólidos, pero no habría problema ya que la metodología dice que como mínimo se debe reportar las fuentes de emisión de emisiones de GEI del alcance 1 y 2.

En la tabla 5 se detalla cada fuente de emisión de GEI según el alcance y los gases de GEI asociados.

Tabla 5.

Inventario de fuentes de GEI del Grupo Konecta durante el 2019

Alcance	Código	Fuentes de emisión	Gases de GEI y otros gases asociados
1	F-1.1	Consumo de combustible en el grupo electrógeno.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
	F-1.2	Consumo de gas refrigerante para aire acondicionado.	HCFC y HFC
2	F-2.1	Consumo de energía eléctrica	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
3	F-3.1	Transporte terrestre programado	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
	F-3.2	Viajes aéreos	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
	F-3.3	Consumo de papel	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O

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

Fuente: Propia

3.4. Cuantificación de emisiones de GEI

La cuantificación de emisiones de GEI de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el año 2019 ha dado como resultado una huella de carbono organizacional de 594.63 toneladas de CO₂eq. Así mismo, al realizar la cuantificación se verifico que existen emisiones de gases refrigerantes del tipo hidroclorofluorocarburos (HCFC), los HCFC no se encuentran incluidos en el Protocolo de Kioto, por tal motivo se han cuantificado teniendo un resultado de 234,08 tCO₂eq, pero se reportan de forma separada.

En la presente investigación se va considerar los valores de cuantificación del consumo de gas refrigerante R-22, con el fin de establecer estrategias de mitigación para esta fuente de emisión. Por el motivo, que el gas refrigerante R-22 cuenta con un potencial agotador de ozono de 0.055, por ende, al generar emisiones de este gas refrigerante se generará daño a la capa de ozono.

En el anexo N.º 3, se detalla todo el proceso de cuantificación de emisiones de GEI. En la tabla 6 se detalla los valores de emisiones de GEI en t CO₂eq por cada fuente de emisión que tiene la sede de Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el año 2019.

Tabla 6.

Resultado de la cuantificación de emisiones de GEI del Grupo Konecta durante el 2019.

Alcance	Código	Fuentes de emisión	Emisiones (tCO ₂ eq)
1	F-1.1	Consumo de combustible en el grupo electrógeno.	4.73
	F-1.2.1	Consumo de gas refrigerante (HFC-410) para aire acondicionado	69.25
2	F-2.1	Consumo de energía eléctrica	202.42
3	F-3.1	Transporte terrestre programado	286.61
	F-3.2	Viajes aéreos	30.28
	F-3.3	Consumo de papel	1.34
Total de Emisiones de GEI (tCO₂eq)			594.63
	F-1.2.2	Consumo de gas refrigerante (HCFC -22) para aire acondicionado.	234.08
Total de Emisiones (tCO₂eq)			828.71

Fuente: Propia

Luego se procedió a realizar el análisis de la huella de carbono y las emisiones generadas por los gases refrigerante HCFC que se produjeron durante el desarrollo de las actividades en la sede de Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019. Durante el periodo del 2019, el alcance 3 de “otras emisiones indirectas de GEI” cuenta con el mayor aporte reflejando un 38% del total de emisiones. Luego sigue las emisiones generadas por el consumo de gases refrigerantes tipo HCFC con un 28% del total. Después se ubica el alcance 2 de “emisiones indirectas por energía” con un 24% del total. En último lugar se ubica el alcance 1 de “emisiones directas de GEI” con un 9% del total. En la figura 9, se detalla la distribución de forma gráfica.

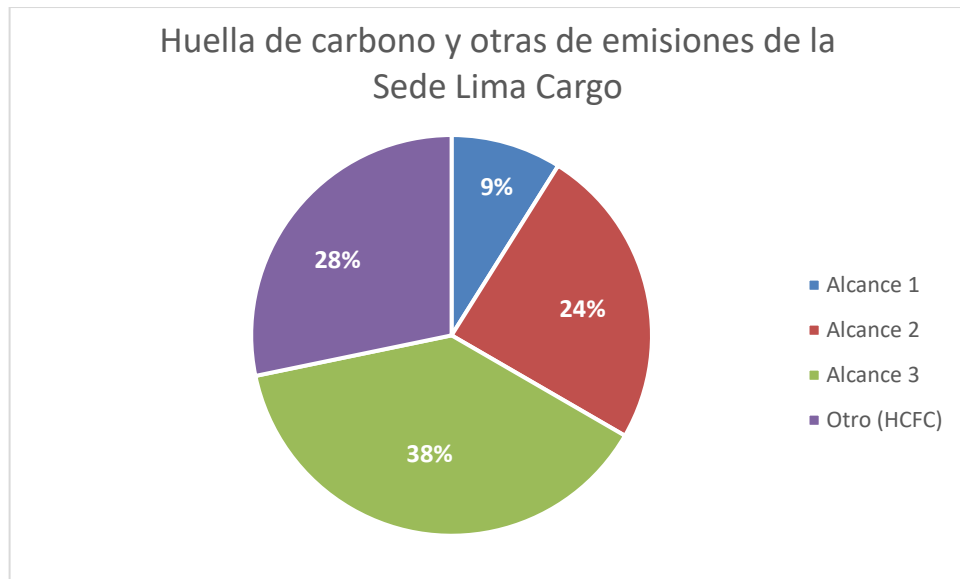


Figura 9. Huella de carbono por alcance y otras emisiones de la sede Lima Cargo de Konecta BTO Sucursal en Perú durante 2019

Fuente: Propia

Se realizó un análisis de emisiones en CO₂eq por fuente de emisión de las actividades que realizaron en la sede de Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019. El resultado se refleja en la figura 10, donde se detalla que el mayor aporte de las emisiones se realizó por la fuente de transporte terrestre programado (F-3.1) con un 35%, seguido del consumo de gases refrigerante tipo HCFC para aire acondicionado (F-1.2.2) con un 28%, finalmente consumo de energía eléctrica (F-2.1) con un 24%. Las tres fuentes de mencionadas anteriormente serían las más relevantes en el aporte de emisiones de CO₂eq por parte de la sede de Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.

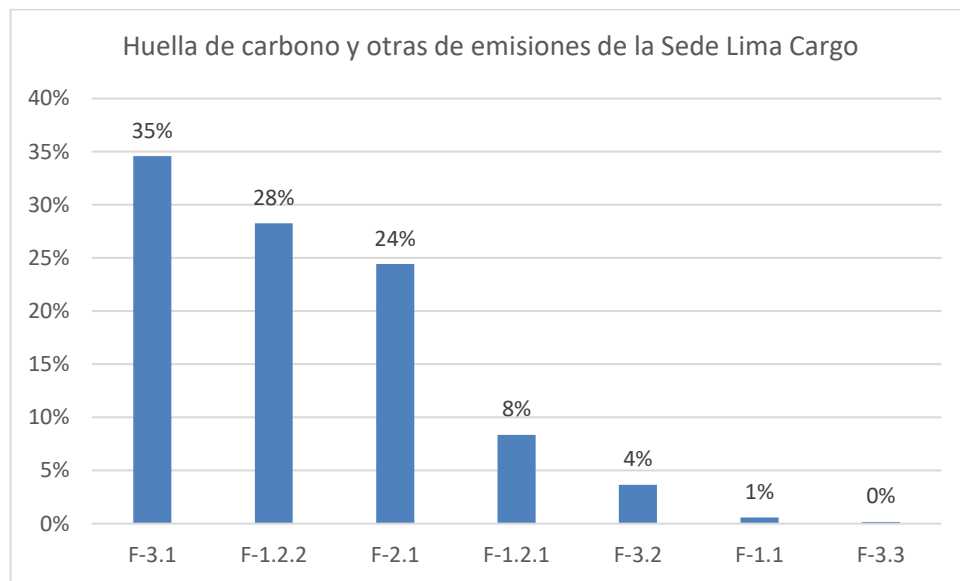


Figura 10. Huella de carbono y otras emisiones por fuente emisión de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú en el 2019.

Fuente: Propia

Así mismo, se analizó las tres fuentes que aportan mayor cantidad de emisiones de CO₂eq a la huella de carbono y otras emisiones de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú:

a. Transporte terrestre programado

La sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú, brinda servicio a de atención de llamadas a un cliente de España, por tal motivo el horario de la mayoría de los trabajadores de la sede es por la madrugada. La organización con el fin de brindar seguridad a sus trabajadores programa movilidades de casa al trabajo sólo para el personal que tiene ingreso de madrugada. El servicio de movilidad lo realiza mediante un contratista especializado en transporte. En la tabla 7, se detalla los tipos de vehículos que tiene el contratista, el combustible que se usa por tipo de vehículo y el kilometraje recorrido durante el 2019 para la sede de Lima Cargo de Konecta BTO Sucursal en Perú.

Tabla 7.

Tipo de vehículos y distancia recorrido durante el desarrollo de las actividades de la sede de Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.

Fuente de emisión	Tipo de combustible	Distancia (km)
Transporte terrestre programado en auto	GNV	196171.5
	GLP	326540.25
	Gasolina	177
Transporte terrestre programado en minivan	Diesel	77168.25
	GNV	250017
	GLP	447475.5
	Gasolina	4783.5

Fuente: Propia

Así mismo, se identificó la generación de huella de carbono por tipo de vehículo y el tipo de combustible que consumen durante el 2019. En la figura 11, se detalla la huella de carbono del transporte terrestre programado en auto por tipo de consumo de combustible, se observa que el mayor aporte de huella de carbono es por los autos que utilizan GLP con 65 %, luego sigue los autos que consumen GNV con 34.96% y al final se encuentra los autos que consumen gasolina con un 0.04 %.

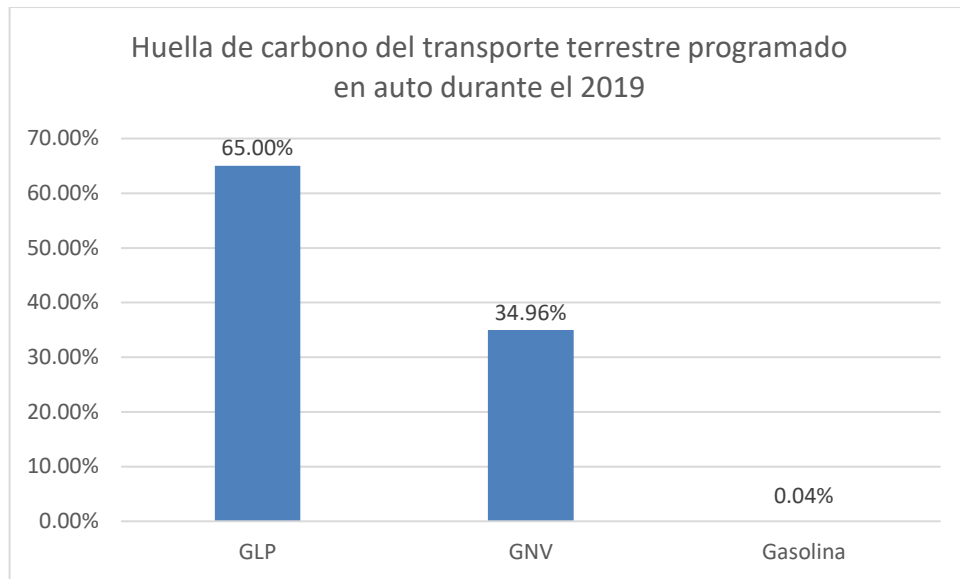


Figura 11. Huella de carbono del transporte terrestre programado en auto por tipo de consumo de combustible para la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.

Fuente: Propia

En la figura 12, se detalla la huella de carbono del transporte terrestre programado en minivan por tipo de consumo de combustible, se observa que el mayor aporte de huella de carbono es por las minivans que utilizan GLP con 60.76 %, luego sigue las minivans que consumen GNV con 30.30%., después se ubica las minivans que consumen diésel con 8.25% y al final se encuentra las minivans que consumen gasolina con un 0.69 %.

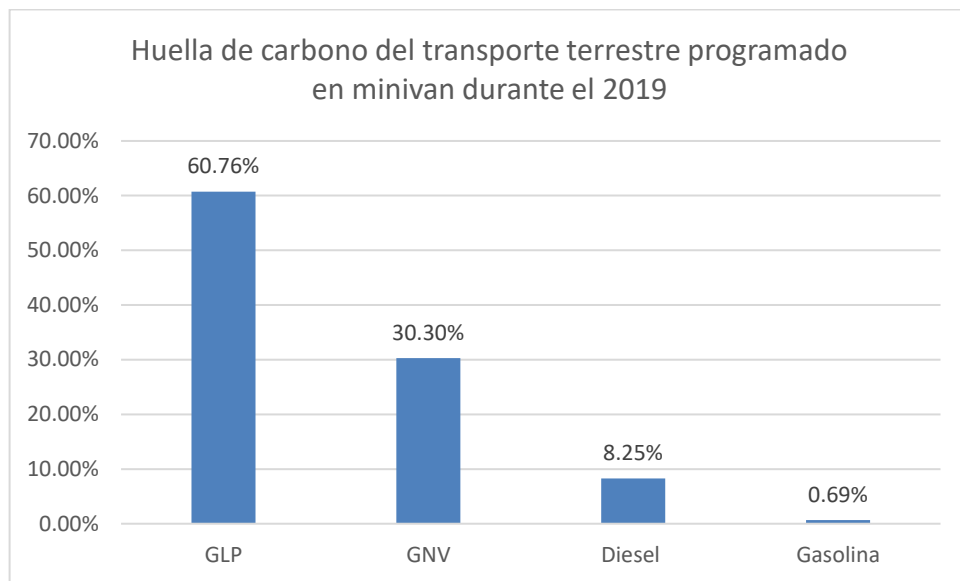


Figura 12. Huella de Carbono del transporte terrestre programado en minivan por tipo de consumo de combustible para la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019

Fuente: Propia

b. Consumo de gases refrigerantes para aire acondicionado

En la siguiente fuente se analiza el consumo de gases refrigerantes para aire acondicionado donde se incluirán los gases los gases de R-410 A (HFC) y R-22 (HCFC).

En la sede de Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú, se cuenta con un sistema de aire acondicionado de 109 equipos para la toda instalación. Así mismo, durante el 2019 se ha consumido 169 kg de gases refrigerantes entre R-410 A y R-22 para el aire acondicionado. En la tabla 8, se detalla el número de equipos de aire acondicionado según el tipo de gas refrigerante que utiliza y el consumo de gas refrigerante durante el 2019.

Tabla 8.

Cantidad de equipos de aire acondicionado y consumo de gas refrigerante de la sede de Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.

Tipo de refrigerante	Número de equipos	Consumo durante el 2019 (kg)
R-22 (HCFC)	84	133
R-410A (HFC)	25	36

Fuente: Propia

Al momento de realizar la evaluación las emisiones generadas por la fuente del consumo de gases refrigerantes por aire acondicionado tendríamos un 36% del total emisiones generada durante el 2019, ya que estaríamos sumando las emisiones generadas por el consumo de gas refrigerante R-22 (F-1.2.2) que cuenta con un 28% y el consumo de gas refrigerante R-410 A (F-1.2.1) que cuenta con un 8%. En la figura 13, se detalla la composición de las emisiones cuantificadas para la fuente de consumo de gases refrigerantes, donde se puede observar el mayor porcentaje de aporte es del R-22 con un 77.17% y luego le sigue el R-410 A con 22.83%.

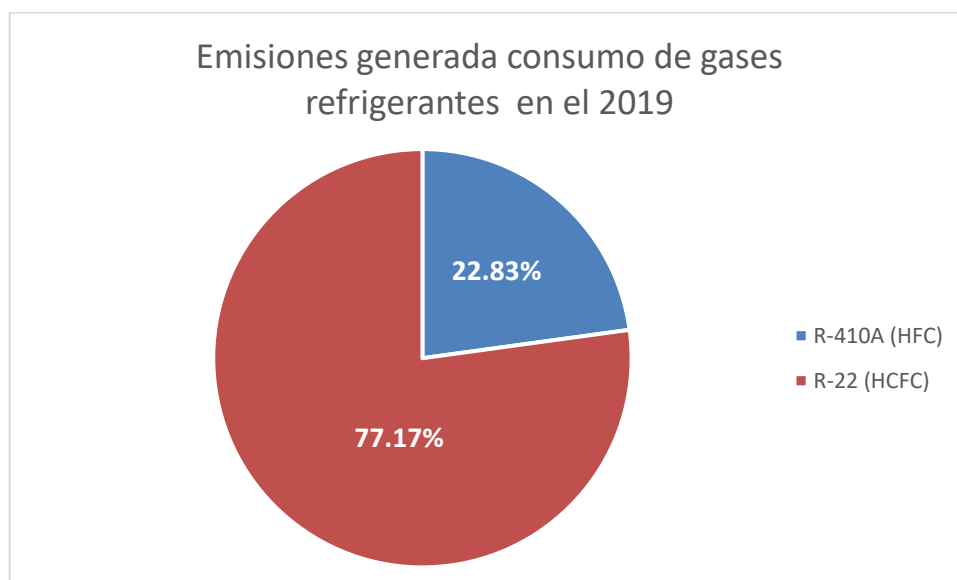


Figura 13. Emisiones generadas por el consumo de gases refrigerantes en el sistema de aire acondicionado de la sede de Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019

Fuente: Propia

c. Consumo de energía eléctrica

En la sede de Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú se brinda el servicio de atención al cliente vía telefónica, por tal motivo existen varios equipos eléctricos y electrónicos que generan el consumo de energía eléctrica. En la presente investigación se ha realizado una línea base energética de la sede de Lima Cargo, con el fin de identificar que grupo de equipos eléctricos y electrónicos consume la mayor cantidad de energía eléctrica. En el anexo N. °4, se detalla los pasos que se realizaron para realizar la línea base energética de la instalación. En la tabla 9, se detalla la línea base energética de la sede Lima Cargo Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019, donde se identifica que sistemas de aire acondicionado y el conjunto de CPU tiene la tendencia a consumir mayor cantidad de energía.

Tabla 9.

Línea base energética de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.

Equipos eléctricos y electrónicos	Línea base energética (kw)
Luminarias	28.89
Monitores de cómputo	35.21
CPU	426.06
Teléfonos fijos	69.60
Equipos de aire acondicionados	544.68
Total (kw)	1104.44

Fuente: Propia

En la figura 14, se detalla la huella de carbono del consumo de energía eléctrica por conjunto de equipos eléctricos y electrónicos, se observa que el mayor aporte de huella de carbono es por el sistema de aire acondicionado con 49.3 %, seguido de conjunto de CPU con 38.6%, después se ubica el conjunto de teléfonos fijos con 6.3%, luego le sigue el conjunto de monitores de cómputo con 3.2% y al final se encuentra el sistema de iluminación con un 2.6 %.

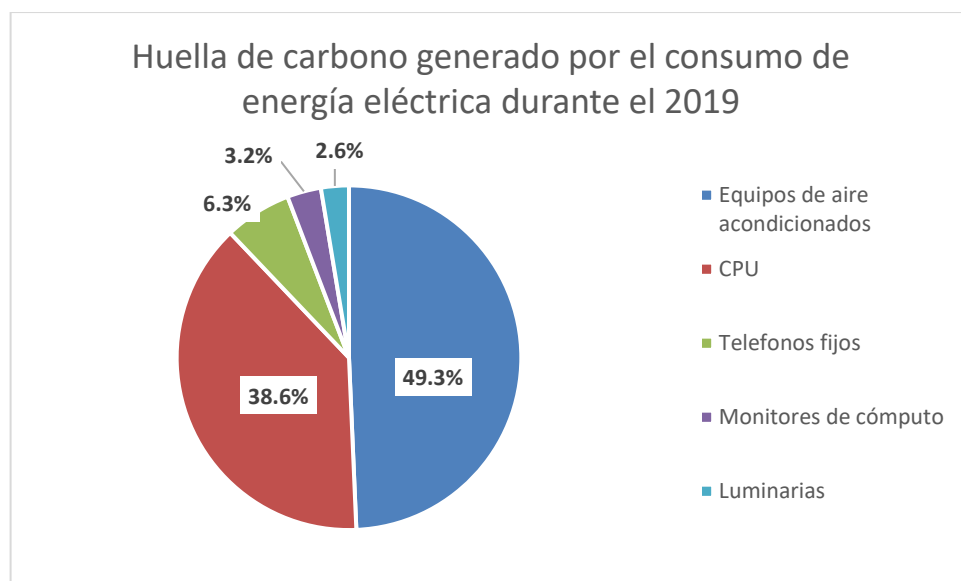


Figura 14. Huella de carbono generado por el consumo de energía eléctrica según cada conjunto de equipos eléctricos y electrónico de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú.

Fuente: Propia

3.5. Evaluación del nivel de incertidumbre

La evaluación del nivel de incertidumbre de la estimación de huella de carbono de la sede de Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019, ha consistido en las siguientes etapas:

a. Valorización de los factores de emisión:

En la tabla 10, se observa el resultado de la valorización de incertidumbre de los factores de emisión donde se detalla que los factores de emisión de la distancia recorrida por vehículos tiene un nivel de incertidumbre medio porque se ha tomado como referencia “los valores de los factores de emisión del gobierno para la presentación de informes de las empresas para el 2019 del Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial del Reino Unido”.

Tabla 10.

Valorización del nivel de incertidumbre de los factores de emisión.

Factores de Emisión	Incertidumbre de los factores de emisión		
	Alto	Mediano	Bajo
F.E. del combustible			X
F.E. del gas refrigerante			X
F.E. de energía eléctrica			X
F.E. de la distancia recorrida por vehículos		X	
F.E. de la distancia recorrida por un avión			X
F.E. del papel para oficina			X

Fuente: Propia

b. Valorización de los datos de la actividad:

En la tabla 11, se observa el resultado de la valorización de incertidumbre de los datos de la actividad donde se detalla que la información del resultado que la información del consumo de gas refrigerante para aire acondicionado, transporte programado en vehículo y viajes aéros de negocios tienen un nivel de incertidumbre medio porque se han presentado informes técnicos o reportes de información realizado por las áreas de Konecta BTO SL Sucursal en Perú o por una entidad externa.

Tabla 11.

Valorización del nivel de incertidumbre de los datos de la actividad.

Alcance	Fuentes de emisión	Incertidumbre de los datos de la actividad		
		Alto	Mediano	Bajo
1	Consumo de combustible en grupo electrógeno			X
	Consumo de gas refrigerante para aire acondicionado		X	
2	Consumo de energía eléctrica			X
3	Transporte programado en vehículo		X	
	Viajes aéros de negocios		X	
	Consumo de papel			X

Fuente: Propia

c. Evaluación del nivel de incertidumbre de la cuantificación de emisiones de GEI

En la tabla 12, se observa el resultado de la valorización de incertidumbre de la cuantificación de emisiones de GEI donde se detalla que la cuantificación de fuente de transporte terrestre programado tiene un nivel de incertumbre medio por la combinación del nivel medio de incertidumbre de los datos de la actividad con el nivel medio de incertumbre del factor de emisión.

Tabla 12.

Evaluación del nivel de incertidumbre de la cuantificación de emisiones de GEI.

Alcance	Fuentes de emisión	Incertidumbre de la cuantificación de emisiones de GEI		
		Alto	Mediano	Bajo
1	Consumo de combustible en grupo electrógeno.			Bajo
	Consumo de gas refrigerante para aire acondicionado.			Bajo
2	Consumo de energía eléctrica.			Bajo
3	Transporte terrestre programado.		Mediano	
	Viajes aéreos			Bajo
	Consumo de papel			Bajo

Fuente: Propia

3.6. Estrategias de mitigación de huella de carbono.

En el presente trabajo de investigación se cuantificó las emisiones de GEI de las actividades que se desarrollan en la sede de Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el periodo 2019, a partir de esa información se analizarán estrategias de mitigación de huella de carbono. Se tiene identificado las 3 principales fuentes de emisiones de GEI para el periodo de estudio que son las siguientes:

1. Transporte terrestre programado
2. Consumo de gases refrigerantes para el aire acondicionado
3. Consumo de energía eléctrica

A continuación, se presentarán los resultados de las acciones dirigidas que se planificaron para mitigar la huella de carbono.

3.6.1. Transporte terrestre programado

En la fuente de emisión del transporte terrestre programado se identificó que la gran mayoría de kilómetro recorrido lo realiza los vehículos que consumen GNV o GLP y los kilómetros recorridos restantes lo lleva a cabo los vehículos que consumen diésel y gasolina. La actividad de transporte terrestre programado se ejecutada con el 100% de asientos disponibles de cada tipo de vehículo.

c. Acción dirigida

La acción dirigida va orientada a disminuir los km recorridos por los vehículos que consuman gasolina y GLP, por el motivo que la gasolina y el GLP tiene los valores más altos de factor de emisión en comparación con los otros tipos de combustibles. Por esa razón se propone la estrategia de no programar vehículos que consuman gasolina y GLP para la actividad de transporte terrestre. Por el motivo, sólo se

tendría kilómetros recorridos para autos que consumen GNV y kilómetros recorridos para minivan que consumen GNV y diésel.

d. Limite espacial y temporal

La estrategia se aplicaría para la actividad de transporte terrestre programado que se realiza en la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú. Así mismo, se propone que la estrategia se aplique en el 2021.

e. Metodología utilizada para la cuantificación de las emisiones de GEI

La metodología aplicada se detalla en el anexo 1 del presente trabajo de investigación.

f. Determinación de diferencias de emisiones de GEI atribuibles a la acción dirigida.

Se ha realizado una proyección para verificar la disminución de las emisiones de GEI, considerando la información recopilada de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019, y se ha identificado que aplicando la estrategia se reducirá en un 2.31% (19.18 tCO_{2eq}) del total de emisiones cuantificadas durante el 2019.

En la tabla 13, se detalla la cuantificación de las emisiones de GEI generadas por el transporte terrestre programado de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019 y en la tabla 14, se detalla la cuantificación de las emisiones de GEI de la actividad aplicando la estrategia de no programa vehículos que consuman gasolina y se puede validar la reducción de 19.18 tCO_{2eq}.

Tabla 13.

Cuantificación de emisiones de GEI generadas por el transporte programado de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú.

Fuentes de emisión	Tipo de vehículo	Tipo de combustible	Distancia (km)	Factor de Emisión (Kg CO ₂ eq/km)	Emisiones (tCO ₂ eq)	Total de Emisiones (tCO ₂ eq)
Transporte terrestre programado	Auto	GNV	196171.50	0.16176	31.73	286.61
		GLP	326540.25	0.18066	58.99	
		Gasolina	177.00	0.19228	0.03	
	Minivan	Diesel	77168.25	0.20947	16.16	
		GNV	250017.00	0.23735	59.34	
		GLP	447475.50	0.26591	118.99	
		Gasolina	4783.50	0.28295	1.35	

Fuente: Propia

Tabla 14.

Aplicación de la estrategia de mitigación para el transporte programado de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú.

Fuentes de emisión	Tipo de vehículo	Tipo de combustible	Distancia (km)	Factor de Emisión (Kg CO ₂ e/km)	Emisiones (tCO ₂ eq)	Total de Emisiones (tCO ₂ eq)
Transporte terrestre programado	Auto	GNV	522888.75	0.16176	84.58	267.43
		GLP	0	0.18066	0.00	
		Gasolina	0	0.19228	0.00	
	Minivan	Diésel	77168.25	0.20947	16.16	
		GNV	702276.00	0.23735	166.69	
		GLP	0	0.26591	0.00	
		Gasolina	0	0.28295	0.00	

Fuente: Propia

3.6.2. Consumo de gases refrigerantes para el aire acondicionado

En la fuente de emisión del consumo de gases refrigerantes para el aire acondicionado se identificó que el gas refrigerante que más se usó fue el R- 22 (HCFC), seguido del gas refrigerante R-410 (HFC). El gas refrigerante R-22 es un hidroclorofluorocarbono (HCFC) y no pertenece a los gases de efecto invernadero según lo señalado en el protocolo de Kioto, pero se está contemplando en la siguiente investigación para que se integre a las estrategias de mitigación.

a. Acción dirigida

La acción dirigida va orientada a cambiar los gases refrigerantes R-22 y R-410A por un gas refrigerante de menor potencial de calentamiento global a 100 años por el motivo que el gas refrigerante R-22 cuenta con un potencial agotamiento de la capa de ozono y gas refrigerante R-410 A cuenta con un alto potencial de calentamiento global a 100 años. Por esa razón se propone la estrategia de cambiarlos gases refrigerantes R-22 y R-410 A por el gas refrigerante R-32 (HFC), que cuenta con un potencial de agotamiento de la capa de ozono de 0 y un bajo potencial de calentamiento global a 100 años, en los 109 equipos del sistema de aire acondicionado de la instalación.

b. Límite espacial y temporal

La estrategia se aplicaría en el sistema de aire acondicionado de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú. Así mismo, se propone que la estrategia se aplique del 2022 al 2023.

c. Metodología utilizada para la cuantificación de emisiones de GEI

La metodología aplicada se detalla en el anexo 1 del presente trabajo de investigación.

d. Determinación de diferencias de emisiones de GEI atribuibles a la acción dirigida.

Se ha realizado una proyección para verificar la disminución de las emisiones de GEI, considerando la información recopilada de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019, y se ha identificado que aplicando la estrategia se reducirá en un 22.80% (188.91 tCO_{2eq}) del total de emisiones cuantificadas durante el 2019.

En la tabla 15, se detalla la cuantificación de las emisiones de GEI generadas por consumo de gas refrigerante para el aire acondicionado de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019 y en la tabla 16, se detalla la cuantificación de las emisiones de GEI de la actividad aplicando la estrategia de sólo utilizar gas refrigerante R-32 para el aire acondicionado y se puede validar la reducción de 188.91 tCO_{2eq}.

Tabla 15.

Cuantificación de emisiones generadas por el consumo de gases refrigerante para el aire acondicionado de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.

Fuente de emisión	Tipo de gas refrigerante	Número de equipos	Consumo (kg)	PCG a 100 años (kg CO _{2eq} / kg)	Emisiones (tCO _{2eq})	Total de Emisiones (tCO _{2eq})
Consumo de gas refrigerante para el aire acondicionado.	R22 (HCFC)	84	133	1760	234.08	303.33
	R410A (HFC)	25	36	1923.5	69.25	

Fuente: Propia

Tabla 16.

Aplicación de la estrategia de mitigación para el consumo de gases refrigerante en el sistema de aire acondicionado de la sede de Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.

Fuente de emisión	Tipo de gas refrigerante	Número de equipos	Consumo (kg)	PCG a 100 años (kg CO _{2eq} / kg)	Emisiones (tCO _{2eq})
Consumo de gas refrigerante para el aire acondicionado.	R32 (HFC)	109	169	677	114.41

Fuente: Propia

3.6.3. Consumo de energía eléctrica

En la fuente de emisión del consumo de energía eléctrica se realizó una línea base energética donde se identificó que la gran mayoría de consumo de energía eléctrica lo realiza el sistema de aire acondicionado, seguido del conjunto de equipos de CPU, después se encuentra el conjunto de teléfonos fijos, luego se ubica el conjunto de monitores y al final se encuentra el sistema de iluminación.

a. Acción dirigida

La acción dirigida va orientado a disminuir el consumo de energía eléctrica para el conjunto de CPU, por el motivo que para esta fuente de emisión es la acción es la más viable y con cumplimiento a mediano plazo, a comparación del cambio del sistema de aire acondicionado.

Como se detalló en la tabla 9, el conjunto de CPU es una fuente de consume de energía eléctrica muy alta en comparación de los otros equipos eléctricos y electrónicos, por tal motivo, se analizó los modelos, cantidad y alimentación energética de todos los CPU de la sede Lima Cargo de Koneta BTO SL Sucursal en Perú, detallado en la tabla 17.

Por esa razón se propone la estrategia de renovar los 1854 CPU por un modelo que cuente alimentación energética de 65 watt en la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú. En la tabla 18, se detalla la proyección de la aplicación de la estrategia y la disminución en la línea base energética a 120.51 kw.

Tabla 17.

Línea base energética del conjunto de CPU de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.

Modelo	Número de equipos	Consumo de energía (Watt)	Línea base energética (kw)
DELL OptiPlex 380	761	255	194.06
DELL OptiPlex 3010	132	265	34.98
DELL OptiPlex 390	18	265	4.77
HP Compaq Elite 8300 SFF	16	320	5.12
HP EliteDesk 800 G1 SFF	13	240	3.12
HP Pro 3000 Small Form Factor PC	5	250	1.25
HP Pro 3000/3080	4	250	1.00
HP ProDesk 400 G1 SFF	4	300	1.20
HP ProDesk 600 G1 DM	237	320	75.84
HP ProDesk 600 G2 DM	7	90	0.63
LENOVO ThinkCentre M710 SFF	501	180	90.18
LENOVO ThinkPad T410	151	90	13.59
LENOVO ThinkCentre M72e	5	65	0.33
TOTAL			426.06

Fuente: Propia

Tabla 18.

Línea base energética del conjunto de CPU aplicando la estrategia de mitigación en la Sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.

Modelo	Número de equipos	Consumo de energía (Watt)	Línea base energética (kw)
HP ProDesk 400 G5	1854	65	120.51

Fuente: Propia

b. Limite espacial y temporal

La estrategia se aplicaría en los equipos de cómputo de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú. Así mismo, se propone que la estrategia se aplique del 2022.

c. Metodología utilizada para la cuantificación de las emisiones de GEI

La metodología aplicada se detalla en el anexo 1 del presente trabajo de investigación.

d. Determinación de las diferencias de las emisiones de GEI atribuible a las acciones dirigidas

Se ha realizado una proyección para verificar la disminución de las emisiones de GEI, considerando la información recopilada de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019, y se ha identificado que aplicando la estrategia se reducirá en un 6.76% (56.00 tCO_{2eq}) del total de emisiones cuantificadas durante el 2019.

En la tabla 19, se detalla la cuantificación de las emisiones de GEI generadas por el consumo de la energía eléctrica de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019 y en la tabla 20, se detalla la cuantificación de las emisiones de GEI de la actividad aplicando la estrategia de sólo uso de CPU con alimentación energética de 65 watt y se puede validar la reducción de 56.00 tCO_{2eq}.

Tabla 19.

Cuantificación de las emisiones de GEI para el consumo de energía eléctrica de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.

Fuente de emisión	Equipos eléctricos y electrónicos	Línea base energética (kW)	Consumo de energía (kWh)	Factor de emisión (kg CO _{2eq} / kWh)	Emisiones (tCO _{2eq})	Total de emisiones (tCO _{2eq})
Consumo de energía eléctrica	Luminarias	28.89	34235.05	0.154668464	5.30	202.42
	Monitores de cómputo	35.21	41716.97	0.154668464	6.45	
	CPU	426.06	504869.49	0.154668464	78.09	
	Teléfonos fijos	69.60	82474.10	0.154668464	12.76	
	Equipos de aire acondicionados	544.68	645430.49	0.154668464	99.83	

Fuente: Propia

Tabla 20.

Aplicación de la estrategia de mitigación para el consumo de energía eléctrica de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.

Fuente de emisión	Equipos eléctricos y electrónicos	Línea base energética (kW)	Consumo de energía (kWh)	Factor de emisión (kg CO ₂ eq / kWh)	Emisiones (tCO ₂ eq)	Total de emisiones (tCO ₂ eq)
Consumo de energía eléctrica	Luminarias	28.89	34235.05	0.154668464	5.30	146.42
	Monitores de cómputo	35.21	41716.97	0.154668464	6.45	
	CPU	120.51	142801.07	0.154668464	22.09	
	Teléfonos fijos	69.60	82474.10	0.154668464	12.76	
	Equipos de aire acondicionados	544.68	645430.49	0.154668464	99.83	

Fuente Propia

3.6.4. Aplicación de las estrategias de mitigación

En el caso de aplicarse las estrategias de mitigación: no programar vehículos gasolina para la actividad de transporte terrestre; cambiar los gases refrigerantes R-22 y R-410 A por el gas refrigerante R-32 y renovar todo el conjunto de CPU por un modelo que cuente alimentación energética de 65 watt se obtendrá una reducción del 29.59% (245.14 tCO₂eq) del total de emisiones cuantificadas durante el 2019 de la sede Lima Cargo. En la tabla 21, se detalla la reducción por cada estrategia de mitigación.

Tabla 21.

Proyección de reducción de emisión a partir de la aplicación de estrategias de mitigación.

Estrategia de mitigación	Reducción de emisiones (tCO ₂ eq)	Reducción de emisiones a comparación del 2019 (%)
No programar vehículos gasolina para la actividad de transporte terrestre	0.23	0.03
Cambiar los gases refrigerantes R-22 y R-410 A por el gas refrigerante R-32	188.91	22.8
Renovar todo el conjunto de CPU por un modelo que cuente alimentación energética de 65 watt	56	6.76
Total	245.14	29.59

Fuente: Propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

En la fase metodológica del trabajo de investigación se estableció estimar la huella de carbono del Grupo Konecta durante el 2019, al momento de revisar la bibliografía correspondiente no se encontró un trabajo de investigación de cuantificación de gases de efecto invernadero (GEI) para actividades de outsourcing o atención de llamadas, pero se identificó trabajos de investigación enfocados en actividades administrativas como se detalla en Awanthi & Navaratne (2018) y Arias Lorenzo (2020) y actividades de educación en universidades como se puede validar en Clabeaux et al.(2020), Campos Quiróz (2020), Kulkarni (2019), Sangwan et al.(2018), Zerón Cancha & Arias Chávez (2019) y Marquez Villalobos & Zevallos Baca (2018). En el proceso de revisión bibliográfica se identificó que la metodología que utilizaron en los trabajos de investigación estuvieron a lineado a las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y Norma ISO 14064-1:2006 “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”, las cuales coinciden con las referencias metodológicas que se han consideraron para el presente trabajo de investigación

En el proceso de identificación de fuente de emisión de GEI se ha generado el siguiente resultado: consumo de combustible por equipos fijos, consumo de gases refrigerante para aire acondicionado, consumo de energía eléctrica, transporte terrestre programado, viajes aéreos de negocios y consumo de papel para oficina. Se ha validado que en Awanthi & Navaratne (2018), Clabeaux et al.(2020) y Marquez

Villalobos & Zevallos Baca (2018), cuenta con una identificación de fuentes de emisiones de GEI similar con el presenta trabajo de investigación.

En la cuantificación de emisiones GEI de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal durante el 2019 se ha generado una huella de carbono 593.63 tCO₂eq, así mismo se ha identificado que las actividades generan emisiones que no son gases de efecto invernadero en el consumo de gas refrigerante R-22 (HCFC) para el aire acondicionado que generó 234.08 tCO₂eq durante el 2019. Por tal motivo, se ha decido considera contar con un valor total de emisiones generadas por la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019 que es 828.71 tCO₂eq y se encuentre compuesto por el alcance 1 que contribuye el 9% del total, alcance 2 que aporta el 24% del total, alcance 3 que contribuye el 38% del total y otros gases que no son GEI (HCFC) que aportan el 28% del total. En Clabeaux et al.(2020), se calculó la huella de carbono de una universidad donde se estableció una contribución por alcance muy similar al presenta trabajo de investigación, la contribución por alcance es la siguiente: alcance 1 contribuyó con 18.9%; el alcance 2 contribuyó con un 40.6%; y el alcance 3 contribuyó con 40.5%. Con respecto a la cuantificación de las emisiones por el consumo de gas refrigerante R-22 u otro hidroclorofluorocarbono (HCFC) no se ha encontrado bibliografía, en Clabeaux et al.(2020) se cuantifica emisiones de GEI de la actividad de consumo de gases refrigerante para aire acondicionado, pero ninguna gas refrigerante es HCFC.

En el cálculo del nivel de incertidumbre se obtuvo un nivel bajo en la mayoría de fuentes de emisión, excepto en la fuente de transporte programado que tiene un nivel de incertidumbre mediano. Al momento de realizar la revisión bibliográfica no se ha

encontrado una metodología estandarizada y en Clabeaux et al.(2020), sólo te mencionan el concepto del cálculo del nivel de incertidumbre para la cuantificación de emisiones de GEI.

Después de identificar las 3 principales fuentes emisión de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú se propusieron estrategias de mitigación. Las estrategias de mitigación son las siguientes: no programar vehículos que consuman gasolina y GLP para la actividad de transporte terrestre tiene una proyección de reducción del 2.31%; cambiar los gases refrigerantes R-22 y R-410 A por el gas refrigerante R-32 en sistema de aire acondicionado tiene una proyección de reducción del 22.80%; y renovar todo el conjunto de CPU por un modelo que cuente alimentación energética de 65 watt cuenta una proyección de reducción del 6.76%. En el caso, se aplicarían las 3 estrategias de mitigación para la sede de Lima cargo se cuenta con una proyección de reducción del 29.59 % del total de emisiones cuantificadas durante el 2019. Al momento de realizar la revisión bibliográfica, no se ha identificado trabajos de investigación que propagan estrategias o acciones de mitigación de GEI para outsourcing, call center o actividades administrativas.

4.2. Conclusiones

El trabajo de investigación concluye con la identificación de las principales fuentes de emisión de GEI para la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú para el 2019 que son las siguientes: consumo de combustible (diésel B2) en el grupo electrógeno; consumo de gas refrigerante (R22, R410A) para aire acondicionado, consumo de energía eléctrica, transporte terrestre programado; viajes aéreos de negocio y consumo de papel para oficina.

En la cuantificación de emisiones GEI de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal durante el 2019 se ha generado una huella de carbono 593.63 tCO₂eq, así mismo se ha identificado que las actividades generan emisiones que no son gases de efecto invernadero en el consumo de gas refrigerante R-22 (HCFC) para el aire acondicionado que generó 234.08 tCO₂eq durante el 2019. Por tal motivo, se ha decidido considera contar con un valor total de emisiones generadas por la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019 que es 828.71 tCO₂eq, considerando que el alcance 3 tiene la mayor contribución con 38%, ya que cuenta como actividad principal el transporte terrestre programado de casa al trabajo. Por otro lado, otros gases que no son GEI (HCFC) contribuye con 28% donde se ha considerado el consumo de gas refrigerante R-22 para aire acondicionado. Luego sigue el alcance 2 que contribuye con 24%, que tiene como actividad el consumo de energía eléctrica. Por último, se encuentra el alcance 1 que contribuye con 9%, donde se encuentran como actividad principal el consumo de gas refrigerante R-410 A para el aire acondicionado.

La evaluación de los niveles de incertidumbre de la cuantificación de emisiones de GEI para la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019 ha tenido como resultado general un nivel bajo, excepto en la fuente de emisión generado por el transporte terrestre programado que cuenta con un nivel mediano.

En el presente trabajo de investigación se propusieron 3 estrategias de mitigación de huella de carbono de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú, las cuales son las siguientes: no programar vehículos que consuman gasolina y GLP para

la actividad de transporte terrestre tiene una proyección de reducción de emisiones de 2.31%; cambiar los gases refrigerantes R-22 y R-410 A por el gas refrigerante R-32 en sistema de aire acondicionado tiene una proyección de reducción de emisiones de 22.80%;renovar todo el conjunto de CPU por un modelo que cuente alimentación energética de 65 watt cuenta una proyección de reducción de emisiones de 6.76%. En el caso, Konecta BTO SL Sucursal en Perú decida aplicar las 3 estrategias de mitigación para la sede de Lima cargo se cuenta con una proyección de reducción de emisiones del 29.59 % del total de emisiones cuantificadas durante el 2019.

REFERENCIAS

- Arevalo Moscoso, R. O. (2018). La Industria y sus efectos en el cambio climático Global. *RECIAMUC*, 2(2), 595-611. <https://doi.org/10.26820/reciamuc/2.2.2018.595-611>
- Arias Lorenzo, D. M. (2020). Determinación de la huella de carbono en las actividades administrativas correspondiente a la Municipalidad Distrital de Carhuamayo – Provincia de Junín, para controlar la emisión de gases de efecto invernadero— 2018. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1806>
- Awanthi, M. G. G., & Navaratne, C. M. (2018). Carbon Footprint of an Organization: A Tool for Monitoring Impacts on Global Warming. *Procedia Engineering*, 212, 729-735. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2018.01.094>
- Azarkamand, S., Ferré, G., & Darbra, R. M. (2020). Calculating the Carbon Footprint in ports by using a standardized tool. *Science of The Total Environment*, 734, 139407. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139407>
- Benites Colán, J. C. A. (2019). Determinación de la huella de carbono de una unidad minera de oro a tajo abierto. *Universidad Nacional Agraria La Molina*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4041>
- Blas Morales, R. E. (2018). Huella de Carbono en el Alcance 1 y 2, utilizando la metodología del GreenHouse Gas Protocol (GHG Protocol) y la Norma ISO 14064-1:2006, en el Centro de Producción “Productos Unión”. *Universidad Peruana Unión*. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1648>
- Campos Quiróz, C. N. (2020). Huella de carbono en el campus central de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz de la Universidad de Sao Paulo,

- Piracicaba, estado de Sao Paulo, Brasil. *Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza - UNTRM*. <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/2085>
- Clabeaux, R., Carbajales-Dale, M., Ladner, D., & Walker, T. (2020). Assessing the carbon footprint of a university campus using a life cycle assessment approach. *Journal of Cleaner Production*, 273, 122600. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122600>
- Coz Huilca, A. (2020). Estimación y reducción de la huella de carbono en la empresa Cargo Transport SAC sede los Sauces distrito de Ate – provincia de Lima, años 2016 – 2017. *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7883>
- Duarte Cueva, F. (2014). Efectos del cambio climático en la economía, el comercio internacional y la estrategia empresarial. *Contabilidad y Negocios*, 9(18), 75-98.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta Edición). McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Ihobe S.A., IDOM Ingeniería y Consultoría S.A., & Creara Consultores. (2012). *GUÍA METODOLÓGICA PARA LA APLICACIÓN DE LA NORMA UNE-ISO 14064-1:2006*. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco, España. https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/uneiso14064/es_def/adjuntos/PUB-2012-019-f-C-001.pdf
- IPCC. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol1.html>
- IPCC. (2018). *Anexo I: Glosario [Matthews J.B.R. (ed.)]. En: Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5*

°C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza [Masson-Delmotte V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)]. Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15_Glossary_spanish.pdf

IPCC. (2019). *Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza* (p. 26). Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf

ISO. (2006). *Norma ISO 14064-1:2006 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*. Asociación Española de Normalización.

Kulkarni, S. D. (2019). A bottom up approach to evaluate the carbon footprints of a higher educational institute in India for sustainable existence. *Journal of Cleaner Production*, 231, 633-641. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.194>

- Lai, J. H. K. (2015). Carbon footprints of hotels: Analysis of three archetypes in Hong Kong. *Sustainable Cities and Society*, 14, 334-341.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2013.09.005>
- Marquez Villalobos, D. E., & Zevallos Baca, L. G. (2018). Determinación de la huella de carbono según metodología greenhouse gas protocol aplicado al área de ingeniería Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, año 2016-2017. *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6102>
- Mera García, C. (2020). Estimación y propuesta de mitigación de la huella de carbono de la producción de óxido de calcio en la empresa P’huyu Yuraq II, 2019. *Universidad Privada del Norte*. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24000>
- MINAM. (2018). *Ley 30754 Ley Marco sobre Cambio Climático*. El Peruano - Editoriales SA - Editora Perú.
- MINAM. (2019a). *Decreto Supremo N° 013-2019-MINAM: Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 30754, Ley Marco sobre Cambio Climático*. El Peruano - Editoriales SA - Editora Perú.
- MINAM. (2019b). *Guía técnica de cálculo de las emisiones GEI para la Huella de Carbono Perú del MINAM*. Ministerio del Ambiente de Perú.
- MINAM. (2020). *Huella de Carbono Perú [Informativo]*. Ministerio del Ambiente Perú - Huella de Carbono Perú.
<https://huellacarbonoperu.minam.gob.pe/huellaperu/#/huellaperu>
- Myhre, G., D. Shindell, F.-M. Bréon, W. Collins, J. Fuglestedt, J. Huang, D. Koch, J.-F. Lamarque, D. Lee, B. Mendoza, T. Nakajima, A. Robock, G. Stephens, T. Takemura, & H. Zhang. (2013). *Anthropogenic and Natural Radiative Forcing*. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group*

I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change
[Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Núñez Monroy, J. (2012). *Huella de Carbono: Más allá de un instrumento de medición. Necesidad de conocer su impacto verdadero*. Actas - IV Congreso internacional Latina de Comunicación Social - IV CLICS - Universidad de la Laguna.

ONU. (1998). *Protócolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Organización de las Naciones Unidas.
<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>

Sangwan, K. S., Bhakar, V., Arora, V., & Solanki, P. (2018). Measuring Carbon Footprint of an Indian University Using Life Cycle Assessment. *Procedia CIRP*, 69, 475-480. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.111>

Smith Rodriguez, M. R., & De Titto, E. (2018). Hospitales sostenibles frente al cambio climático: Huella de carbono de un hospital público de la ciudad de Buenos Aires. *Rev. argent. salud publica*, 7-13.

UK Government. (2020). *UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting 2019*.

World Resources Institute. (2002). *A Corporate Accounting and Reporting Standard*. World Bussines Council for Sustainable Development.
<https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf>

Zerón Cancha, M. L., & Arias Chávez, J. B. (2019). *Huella de Carbono según la ISO 14064-1:2011 de las actividades académicas de la Universidad Peruana Unión, sede Lima. Universidad Peruana Unión*.
<http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/2898>

ANEXO N.º 1: Ecuación para cuantificación de emisiones de GEI.

En el anexo se presentarán las ecuaciones específicas para la cuantificación de emisiones de GEI de cada fuente de emisión de GEI, alineado con las directrices del IPCC de 2006 para inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y la guía técnica de cálculo de las emisiones GEI para la Huella de Carbono Perú del Ministerio del Ambiente del Perú.

1.1. Consumo de combustible

En la actividad que requiera el consumo de combustible se debe realizar los siguientes pasos para cuantificar las emisiones de GEI.

a. Cálculo del consumo de energía: en primera instancia se debe convertir el volumen de combustible a energía que se va generar en el proceso de combustión.

Ecuación 3. Cálculo de consumo de energía generada por cada tipo de combustible utilizado

$$\text{Consumo de energía } i = \sum [(\text{Consumo de combustible } i) \times (\text{VCN } i)]$$

Donde:

Consumo de energía i (TJ) : Consumo de energía por tipo de combustible (TJ)

Consumo de combustible i : Combustible consumido por tipo (gal, m³, l)

VCN i : Valor calorífico neto por tipo de combustible (TJ/gal, m³, l)

i : tipo de combustible consumido

Fuente: MINAM (2019)

- b. Cálculo de emisiones de CO₂:** se procede a convertir la energía generada por el proceso de combustión a emisiones de gases de CO₂.

Ecuación 4. Cálculo de emisiones de CO₂ por el consumo de combustible.

$$\text{Emisiones CO}_2 \text{ i} = (\text{Consumo de energía i}) \times (\text{FE i}) / 1000$$

Donde:

Emisiones de CO₂ i : Emisiones de CO₂ por tipo de combustible (tCO₂)

Consumo de energía i : Consumo de energía por tipo de combustible (TJ)

FE i : Factor de emisión de CO₂ por tipo de combustible (CO₂/TJ)

Fuente: MINAM (2019)

- c. Cálculo de emisiones de CH₄:** se procede a convertir la energía generada por el proceso de combustión a emisiones de gases de CH₄.

Ecuación 5. Cálculo de emisiones de CH₄ por el consumo de combustible.

$$\text{Emisiones CH}_4 \text{ i} = (\text{Consumo de energía i}) \times (\text{FE i}) / 1000$$

Donde:

Emisiones de CH₄ i : Emisiones de CH₄ por tipo de combustible (tCH₄)

Consumo de energía i : Consumo de energía por tipo de combustible (TJ)

FE i : Factor de emisión de CH₄ por tipo de combustible (CH₄/TJ)

Fuente: MINAM (2019)

- d. Cálculo de emisiones de N₂O:** se procede a convertir la energía generada por el proceso de combustión a emisiones de gases de N₂O.

Ecuación 6. Cálculo de emisiones N₂O por el consumo de combustible.

$$\text{Emisiones N}_2\text{O i} = (\text{Consumo de energía i}) \times (\text{FE i}) / 1000$$

Donde:

Emisiones de N_2O i : Emisiones de N_2O por tipo de combustible (tN_2O)

Consumo de energía i : Consumo de energía por tipo de combustible (TJ)

FE i : Factor de emisión de N_2O por tipo de combustible (N_2O/TJ)

Fuente: MINAM (2019)

- e. **Cálculo de total emisiones de GEI:** finalmente se estima todas las emisiones de GEI generadas por el proceso de combustión de combustible expresado en tCO_{2eq} .

Ecuación 7. Cálculo de total de emisiones de GEI por consumo de combustible.

$$\text{Emisiones GEI } i = [(\text{emisiones } CO_2 \text{ } i \times \text{PCG } CO_2) + (\text{emisiones } CH_4 \times \text{PCG } CH_4) + (\text{emisiones } N_2O \times \text{PCG } N_2O)]$$

Donde:

Emisiones GEI i : Emisiones de GEI por tipo de combustible (tCO_{2e})

PCG CO_2 : Potencial de calentamiento global a 100 años del CO_2

PCG CH_4 : Potencial de calentamiento global a 100 años del CH_4

PCG N_2O : Potencial de calentamiento global a 100 años del N_2O

Fuente: MINAM (2019)

1.2. Consumo de gas refrigerante

En la actividad de consumo de gases refrigerantes para el uso del aire acondicionado se debe utilizar los siguientes pasos para la cuantificación de las emisiones de GEI.

a. Cálculo de emisiones por gases refrigerantes: se determina las emisiones generadas de gases refrigerante durante todo el año base.

Ecuación 8. Cálculo de emisiones por tipo de gases refrigerantes.

$$\text{Emisiones GR} = (\text{Emisiones por ensamble o instalación}) + (\text{Emisiones por uso}) \\ + (\text{Emisiones por disposición})$$

Donde:

Emisiones por ensamble o instalación = Q equipos x Carga x % fuga i

Emisiones por operación = Q equipos x Capacidad x % fuga x tiempo de uso

Emisiones por disposición = Q equipos x Capacidad x %dispuesto x %recuperable

Emisiones GR : Emisiones por cada tipo de gas refrigerante utilizado en los equipos de la organización

%fuga i : Porcentaje de fuga en el ensamble o instalación

%fuga : Porcentaje de fuga por el uso del equipo

%dispuesto : Porcentaje del gas posible de disponer

%recuperable : Porcentaje del gas aprovechable

Carga aproximada : Cantidad de gas cargado en el equipo en el año (kg)

Q equipos : Número de equipos del mismo activo que existen en la organización

Fuente: MINAM (2019)

b. Cálculo total de emisiones de GEI: finalmente se estima todas las emisiones de GEI generadas por el proceso de consumo de gases refrigerantes expresado en t CO₂ eq.

Ecuación 9. Cálculo total de emisiones de GEI por el consumo de gases refrigerantes.

$$\text{Emisiones GEI} = (\text{Emisiones GR}) \times (\text{PCG GR}) / 1000$$

Donde:

Emisiones GEI : Emisiones de GEI por kg de HFC fugados (tCO_{2e})

PCG GR : Potencial de calentamiento global a 100 años por tipo de gas refrigerante

Fuente: MINAM (2019)

1.3. Consumo de energía eléctrica

En la actividad de consumo de energía eléctrica se utilizó la energía brindada por el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) en todas las instalaciones de la organización. Así mismo, se detalla los pasos de la cuantificación de emisiones de GEI.

a. Cálculo de emisiones de GEI: a partir del dato de consumo de energía eléctrica se debe estimar las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O.

Ecuación 10. Cálculo de emisiones de GEI por consumo de energía eléctrica.

$$\text{Emisiones GEI por CEE} = (\text{Consumo de electricidad}) \times (\text{FE GEI})$$

Donde:

Emisiones GEI por CEE : Emisiones de GEI (CO₂, CH₄ o N₂O) por consumo de energía eléctrica

Consumo de electricidad : Representa el consumo de electricidad del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN). La energía eléctrica es generada por un tercero (kWh o MWh)

FE GEI : Factor de emisión por consumo de energía eléctrica del SEIN, por tipo de GEI (CO₂, CH₄ o N₂O)

Fuente: MINAM (2019)

1.4. Transporte terrestre

En la actividad de transporte terrestre se considera todos los traslados programados para los colaboradores de la organización mediante autos y minivans. Así mismo, se detalla los pasos de la cuantificación.

a. Cálculo de la distancia recorrida: se determina la distancia recorrida durante el año base por el tipo de vehículo.

Ecuación 11. Cálculo de distancia recorrida por tipo de vehículo.

$$\text{Distancia recorrida } i = \sum(\text{Viajes } j) \times (\text{Distancia de tramo } j)$$

Donde:

Viajes j : Es el número de viajes realizados por una persona en el tramo j

Distancia de tramo j : Distancia recorrida en un tramo por el vehículo i (km)

Fuente: Propia

b. Cálculo total de emisiones de GEI: finalmente se estima todas las emisiones de GEI generadas por el consumo de energía eléctrica expresado en t CO₂ eq.

Ecuación 12. Cálculo total de emisiones de GEI del transporte terrestre.

$$\text{Emisiones GEI} = \sum(\text{Distancia recorrida } i) \times (\text{FE } i) / 1000$$

Donde:

Distancia recorrida i : Distancia total recorrida por el vehículo i (km)

FE i : Factor de emisión de GEI para el vehículo i (tCO₂ eq/km)

Fuente: MINAM (2019)

1.5. Transporte aéreo

En la actividad de transporte aéreo se consideran todos los viajes de negocios que han realizado por los colaboradores. Así mismo, se detalla los pasos de la cuantificación.

a. Distancia recorrida: se debe verificar cual la distancia recorrida en cada viaje, ya que existen factores de emisión para cada tramo, según HC Perú.

1. Tramo 1: Vuelos nacionales del Perú.
2. Tramo 2: Distancias recorridas entre 600 km – 3700 km
3. Tramo 3: Distancia mayores de 3700 km

b. Cálculo de emisiones de GEI: finalmente se estima todas las emisiones de GEI generadas por el transporte aéreo expresado en t CO₂ eq.

Ecuación 13. Cálculo de emisiones de GEI por transporte aéreo.

$$\text{Emisiones GEI} = \sum (\text{Distancia tramo } i) \times (\text{FE } i) \times (\text{Q veces } i) \times (\text{Q personas } i) / 1000$$

Donde:

Distancia tramo : Distancia recorrida en un tramo i (km)

FE i : Factor de emisión de GEI para un tramo i (tCO₂ eq/km)

Q veces i : Número de veces que se recorrió el tramo i

Q personas i : Número de personas que recorrieron el tramo i

Fuente: MINAM (2019)

1.6. Consumo de papel

En la actividad de consumo de papel se considera las emisiones generadas al producir el papel. Así mismo, se detalla los pasos de la cuantificación.

- a. Cantidad de papel comprado:** se estima el consumo de papel expresado en unidad de masa (kg).

Ecuación 14. Cálculo de cantidad de papel comprado

$$\text{Cantidad de papel } i = (Q \text{ compras } i) \times (\text{Densidad } i) \times (\text{Área } i)$$

Donde:

Q compras i : Cantidad de papel, tipo i, comprado por la organización, en periodo de análisis, expresado en millares/año.

Densidad i : Densidad de papel, tipo i, comprado por la organización, expresado en g/m²

Área i : Área de una pieza de papel tipo i, expresado en m²

Fuente: MINAM (2019)

- b. Cálculo de emisiones GEI:** finalmente se estima todas las emisiones de GEI generadas por el consumo de papel comprado expresado en t CO₂ eq.

Ecuación 15. Cálculo de cantidad de papel comprado

$$\text{Emisiones GEI} = \sum \text{Cantidad de papel } i \times ((\% i \times \text{FE reciclado}) + (1 - \% i) \times (\text{FE virgen}))$$

Donde:

Emisiones GEI : Emisiones totales GEI por consumo de papel

Cantidad de papel i : Masa de papel, tipo i, comprado en el año

% i : Porcentaje de papel reciclado por tipo i

FE reciclado : Factor de emisión de papel reciclado o bosques certificados

FE virgen : Factor de emisión de papel virgen

Fuente: MINAM (2019)

ANEXO N.º 2: Valores utilizados en la cuantificación de emisiones de GEI.

En el anexo se detallará los valores que se han considerado como referencia para la cuantificación de las emisiones de GEI del presente trabajo de investigación.

Tabla 22. Valores utilizados en la cuantificación de emisiones de GEI.

Fuente de emisión	Detalle	Unidad	Valor	Fuente bibliográfica
Consumo de combustible para grupo electrógeno	Valor neto Calorífico del diésel	TJ/gal	0.000142	IPCC (2006)
	FE para diésel a emisiones de CO ₂	kgCO ₂ /TJ	74100	IPCC (2006)
	FE para diésel a emisiones de CH ₄	kgCH ₄ /TJ	10	IPCC (2006)
	FE para diésel a emisiones de N ₂ O	kgN ₂ O/TJ	0.6	IPCC (2006)
	PCG de CO ₂ a 100 años	kgCO ₂ eq/kgCO ₂	1	Myhre, G. et al. (2013)
	PCG de CH ₄ fósil a 100 años	kgCO ₂ eq/kgCO ₂	30	Myhre, G. et al. (2013)
	PCG de N ₂ O a 100 años	kgCO ₂ eq/kgCO ₂	265	Myhre, G. et al. (2013)
Consumo de gases de refrigerante de aire acondicionado	PCG de R22 a 100 años	kgCO ₂ eq/kgCO ₂	1760	Myhre, G. et al. (2013)
	PCG de R410A a 100 años	kgCO ₂ eq/kgCO ₂	1923.5	Myhre, G. et al. (2013)
	PCG de R32 a 100 años	kgCO ₂ eq/kgR-32	2742.2	Myhre, G. et al. (2013)
Consumo de energía eléctrica	FE para kWh a emisiones de CO ₂ eq	kgCO ₂ eq/kWh	0.15467	MINAM (2019b)
Transporte terrestre programado	FE para km recorrido por un vehículo mediano (autos) que consume GNV a emisiones de CO ₂ eq	kgCO ₂ eq/km	0.16176	UK Government (2020)
	FE para km recorrido por un vehículo mediano que consume GLP a emisiones de CO ₂ eq	kgCO ₂ eq/km	0.18066	UK Government (2020)
	FE para km recorrido por un vehículo mediano que consume gasolina a emisiones de CO ₂ eq	kgCO ₂ eq/km	0.19228	UK Government (2020)

Fuente de emisión	Detalle	Unidad	Valor	Fuente bibliográfica
	FE para km recorrido por un vehículo grande (minivan) que consume diésel a emisiones de CO ₂ eq	kgCO ₂ eq/km	0.20947	UK Government (2020)
	FE para km recorrido por un vehículo grande que consume GNV a emisiones de CO ₂ eq	kgCO ₂ eq/km	0.23735	UK Government (2020)
	FE para km recorrido por un vehículo grande que consume GLP a emisiones de CO ₂ eq	kgCO ₂ eq/km	0.26591	UK Government (2020)
	FE para km recorrido por un vehículo grande que consume gasolina a emisiones de CO ₂ eq	kgCO ₂ eq/km	0.28295	UK Government (2020)
Viajes aéreos de negocio	FE para km recorrido por un viaje aéreo domestico a emisiones de CO ₂ eq	kgCO ₂ eq/km	0.25493	MINAM (2019b)
Consumo de papel	FE para toneladas consumidas de papel bond a emisiones de CO ₂ eq	kgCO ₂ eq/t	952.6819	MINAM (2019b)

Nota: PCG: Poder de Calentamiento Global FE: Factor de Emisión

Fuente: Propia

ANEXO N.º 3: Cuantificación de emisiones de GEI

En el presente anexo se detallarán lo cálculo de la cuantificación de emisiones de GEI de la sede Lima Cargo Konecta BTO SL Sucursal en Perú durante el 2019.

Tabla 23.

Cuantificación de emisiones de GEI de la fuente de consumo de combustible de grupo electrógeno.

Fuente de emisión	Consumo	Unidad	Valor Neto (TJ/gal)	Energía (TJ)	Factor de Emisión			Emisiones			PCG a 100 años (kg CO ₂ eq / kg)			Emisiones (tCO ₂ eq)
					CO ₂ (kgCO ₂ /TJ)	CH ₄ (kgCH ₄ /TJ)	N ₂ O (kgN ₂ O/TJ)	CO ₂ (kgCO ₂)	CH ₄ (kgCH ₄)	N ₂ O (kgN ₂ O)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Consumo de combustible (diésel B2) en grupo electrógeno	447	gal	0.000142	0.063474	74100	10	0.6	4703.4234	0.63474	0.0380844	1	30	265	4.73

Fuente: Propia

Tabla 24.

Cuantificación de emisiones de GEI de la fuente de consumo de gas refrigerante para el aire acondicionado.

Fuente de emisión	Tipo de gas refrigerante	Consumo	Unidades	PCG a 100 años (kg CO ₂ eq / kg)	Emisiones (tCO ₂ eq)
Consumo de gas refrigerante para aire acondicionado.	R22	133	kg	1760	234.08
	R410A	36	kg	1923.5	69.25
TOTAL					303.33

Fuente: Propia

Tabla 25.

Cuantificación de emisiones de GEI de la fuente de consumo de energía eléctrica

Fuente de emisión	Consumo	Unidades	Factor de emisión (kg CO ₂ eq / kWh)	Emisiones (tCO ₂ eq)
Consumo de energía eléctrica	1308726.1	KWH	0.15467	202.42

Fuente: Propia

Tabla 26.

Cuantificación de emisiones de GEI de la fuente de transporte terrestre programado

Fuente de emisión	Tipo de combustible	Distancia (km)	Unidades	Factor de Emisión (kgCO ₂ eq/km)	Emisiones (tCO ₂ eq)
Transporte terrestre programado en auto	GNV	196171.50	km	0.16176	31.73
	GLP	326540.25	km	0.18066	58.99
	Gasolina	177.00	km	0.19228	0.03
Transporte terrestre programado en minivan	Diesel	77168.25	km	0.20947	16.16
	GNV	250017	km	0.23735	59.34
	GLP	447475.50	km	0.26591	118.99
	Gasolina	4783.50	km	0.28295	1.35
TOTAL					286.61

Fuente: Propia

Tabla 27.

Cuantificación de emisiones de GEI de la fuente de viajes aéreos de negocio

Fuente de emisión	Distancia	Unidades	Factor de emisión (kg CO ₂ eq / km)	Emisiones (tCO ₂ eq)
Viajes aéreos de negocio	118784.00	km	0.25493	30.28

Fuente: Propia

Tabla 28.

Cuantificación de emisiones de GEI de la fuente de consumo de papel.

Fuente de emisión	Consumo	Unidades	Factor de emisión (kg CO ₂ eq / t)	Emisiones (tCO ₂ eq)
Consumo de papel	1.4057	t	952.6819	1.34

Fuente: Propia

ANEXO N.º 4: Línea base energética

En el presente anexo, se detalla el análisis de la línea base energética para cada tipo de equipo eléctrico y electrónico de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú.

Tabla 29.

Línea base energética del sistema de iluminación.

Tipo de Luminarias	Número de equipos	Consumo de energía (Watts)	Línea base energética (kw)
Foco T3 espiral - Ahorrador	4	65	0.260
Foco halógeno GU10	10	50	0.500
Panel LED 60 x 60 - SUSPENDER	723	33	23.859
Panel LED empotrable - Circular	178	24	4.272
TOTAL			28.89

Fuente: Propia

Tabla 30.

Línea base energética para tipo de monitores de cómputo.

Tipo de monitores	Número de equipos	Consumo de energía (Watts)	Línea base energética (kw)
Dell E170Sc	911	17	15.487
HP v221	286	23	6.578
Lenovo thinkVision T22i-10	657	20	13.140
TOTAL			35.21

Fuente: Propia

Tabla 31.

Línea base energética para tipo de CPU

Tipo de CPU	Número de equipos	Consumo de energía (Watt)	Línea base energética (kw)
DELL OptiPlex 380	761	255	194.06
DELL OptiPlex 3010	132	265	34.98
DELL OptiPlex 390	18	265	4.77
HP Compaq Elite 8300 SFF	16	320	5.12
HP EliteDesk 800 G1 SFF	13	240	3.12
HP Pro 3000 Small Form Factor PC	5	250	1.25
HP Pro 3000/3080	4	250	1.00
HP ProDesk 400 G1 SFF	4	300	1.20
HP ProDesk 600 G1 DM	237	320	75.84
HP ProDesk 600 G2 DM	7	90	0.63

Tipo de CPU	Número de equipos	Consumo de energía (Watt)	Línea base energética (kw)
LENOVO ThinkCentre M710 SFF	501	180	90.18
LENOVO ThinkPad T410	151	90	13.59
LENOVO ThinkCentre M72e	5	65	0.33
TOTAL			426.06

Fuente: Propia

Tabla 32.

Línea base energética para tipo de teléfono fijo

Tipo de teléfono fijo	Número de equipos	Consumo de energía (Watts)	Línea base energética (kw)
Avaya 1616I	1740	40	69.60

Fuente: Propia

Tabla 33.

Línea base energética para tipo de equipo de aire acondicionado

Tipo de equipo de aire acondicionado	Número de equipos	Consumo de energía (Watts)	Línea base energética (kw)
Split 18 000 btu - Pared inverter	2	1570	3.140
Split 24 000 btu - Pared inverter	1	2315	2.315
Split 60 000 btu - techo	16	5610	89.760
Split 36 000 btu - Pared inverter	2	3835	7.670
Split 48 000 btu- techo	1	4450	4.450
Fancoil 60 000 btu - ducto	46	6760	310.960
Fancoil 18 000 btu - ducto	6	1920	11.520
Fancoil 24 000 btu - ducto	6	2570	15.420
Fancoil 36 000 btu - ducto	5	3994	19.970
Fancoil 48 000 btu - ducto	11	5138.6	56.524
Mini Split 12 000 btu - Pared inverter	4	1200	4.800
Mini Split 18 000 btu - Pared inverter	4	1850	7.400
Mini Split 24 000 btu - Pared inverter	5	2150	10.750
TOTAL			544.68

Fuente: Propia

Por último, en la tabla 34 se detalla la línea base energética de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú por cada tipo de equipo eléctricos y electrónicos.

Tabla 34.

Línea base energética de la sede Lima Cargo de Konecta BTO SL Sucursal en Perú.

Equipos eléctricos y electrónicos	Línea base energética (kw)
Luminarias	28.89
Monitores de pantallas	35.21
CPU	426.06
Teléfonos fijos	69.60
Equipos de aire acondicionados	544.68
Total (kw)	1104.44

Fuente: Propia