

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA UNIDAD DE
GESTIÓN EDUCATIVA LOCAL – LEONCIO PRADO, PERIODO 2015-2019**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

PATRICIA DEL PILAR NATIVIDAD ARVILDO

Tingo María - Perú
2021



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 044-2021-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 04 de agosto de 2021, a horas 08:00 a.m. en la Sala virtual Microsoft Teams de del Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental para calificar la Tesis titulada:

“ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA UNIDAD DE GESTIÓN EDUCATIVA LOCAL - LEONCIO PRADO, PERIODO 2015-2019”

Presentado por el Bachiller: **NATIVIDAD ARVILDO, Patricia del Pilar**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADA** con el calificativo de **“MUY BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL** que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 11 de Noviembre de 2021

Dr. LUIS EDUARDO ORE CIERTO
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. VICTOR M. BETETA ALVARADO
MIEMBRO



Ing. M. Sc. SANDRA LORENA ZAVALA GUERRERO
MIEMBRO

Ing. M. Sc. ABBY DA CRUZ RODRIGUEZ
ASESOR

Ing. M. Sc. FRANKLIN DIONISIO MONTALVO
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA UNIDAD DE GESTIÓN
EDUCATIVA LOCAL – LEONCIO PRADO, PERIODO 2015-2019**

Autor : NATIVIDAD ARVILDO, Patricia del Pilar
Asesor (es) : Ing. MSc. DIONISIO MONTALVO, Franklin
Ing. MSc. DA CRUZ RODRÍGUEZ, Abby
Solange
Programa de investigación : Desarrollo Sostenible
Línea de investigación : Efecto invernadero, calentamiento global y cambio
climático
Eje temático de investigación : Huella ecológica, de carbono, energética e hídrica
Lugar de ejecución : Unidad de Gestión Educativa Local - Leoncio Prado
Duración: **Fecha de inicio** : 11 – 10 – 2020
 Fecha de término : 10 – 04 – 2021
Financiamiento:
 FEDU : 0 soles
 Propio: 9380.80 soles
 Otros : 0 soles

Tingo María – Perú, 2021

DEDICATORIA

*A Dios por darme la vida, la sabiduría,
por la familia y los amigos, por el apoyo
incondicional en el transcurso de mi vida,
y hoy espiritualmente me llena de
fortaleza y esperanza.*

*Con mucho amor a mis queridos padres
FEBE ARVILDO COMETIVOS WILMER
ASUNCIÓN NATIVIDAD FERRER, por
darme una buena educación, por todas las
enseñanzas, valores y amor inmenso que
nunca me hicieron faltar, gracias por no
dudar nunca de mí.*

*A mi abuelita libia Cometivos que ahora
me cuida desde el cielo, a mi tía Diva
Arvildo, a mis hermanas, Brenda, Milka,
Aida y a mis sobrinos Alessandro y Alonso
para ellos con todo cariño y eterna
gratitud por su comprensión, apoyo moral
y espiritual.*

AGRADECIMIENTOS

- A nuestro Dios, por darme la vida, por protegerme y por haberme brindado el mejor regalo que podré tener, mi familia.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, “alma mater” Institución de prestigio a nivel Nacional e Internacional, en cuyas aulas realicé mi formación profesional.
- A mi asesor, Ing. MSc. Franklin Dionisio Montalvo y Asesora Ing. MSc. Abby Solange Da Cruz Rodríguez por la orientación profesional en el desarrollo del presente trabajo de investigación y por su respaldo incondicional como maestros
- A mis miembros del jurado de tesis: Dr. Luis Eduardo Oré Cierzo, Ing. MSc. Víctor M, Beteta Alvarado, Ing. MSc. Sandra L. Zavala Guerrero, por cada momento dedicado para aclarar cualquier tipo de duda que me surgiera. Y por todos los consejos brindados para ser un mejor profesional.
- A David Guerrero Núñez, tu ayuda ha sido fundamental, has estado conmigo en todos los momentos. Este proyecto no fue fácil, pero estuviste motivándome y ayudándome hasta mas no poder
- A Patricia y Angie por su compañerismo, amistad y por su apoyo para concluir satisfactoriamente esta tesis.
- A todas las personas que directa e indirectamente colaboraron para la culminación del presente trabajo.

ÍNDICE

Página

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.	Cambio climático	3
2.1.1.	Cambio climático en el Perú	3
2.2.	Gases de efecto invernadero.....	4
2.2.1.	Emisiones de gases de efecto invernadero en el Perú	5
2.3.	Instrumentos jurídicos de cambio climático	6
2.3.1.	Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático	7
2.3.2.	Protocolo de Kyoto	7
2.3.3.	Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC) ..	7
2.4.	Huella de carbono	9
2.5.	Metodologías para medición de huella de carbono	9
2.5.1.	Estándar corporativo de contabilidad y reporte (ECCR)	10
2.5.1.1.	Limites organizacionales	11
2.5.1.2.	Limites operacionales	12
2.5.1.3.	Emisiones por medio del tiempo	13
2.5.1.4.	Identificación y cálculo de emisiones de GEI.....	13

2.5.1.5.	Administración de calidad del inventario	15
2.5.1.6.	Contabilidad de reducciones de emisiones de GEI	16
2.5.2.	Norma ISO 14064:2006	16
2.6.	Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.....	17
2.6.1.	Mecanismos de desarrollo limpio.....	17
2.6.2.	Plan de acción local contra el cambio local.....	17
2.6.3.	Compensación de carbono.....	18
2.7.	Antecedentes.....	19
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1.	Lugar de ejecución.....	24
3.1.1.	Ubicación geográfica	24
3.1.2.	Ubicación política	24
3.2.	Materiales, herramientas y equipos.....	24
3.2.1.	Materiales.....	24
3.2.2.	Equipos y software.....	24
3.3.	Metodología.....	25
3.3.1.	Identificación de los límites organizacionales y operacionales.....	25
3.3.2.	Identificación y determinación del consumo de las fuentes de emisiones de GEI.....	25

3.3.2.1.	Consumo de combustible.....	26
3.3.2.2.	Consumo de energía eléctrica.....	27
3.3.2.3.	Viajes terrestres.....	27
3.3.2.4.	Consumo de agua.....	27
3.3.2.5.	Consumo de papel.....	27
3.3.3.	Estimación de las emisiones totales de GEI.....	28
3.3.3.1.	Estimación de las emisiones directas de GEI.....	28
3.3.3.2.	Estimación de las emisiones indirectas de GEI.....	29
3.3.3.3.	Estimación de las otras emisiones indirectas de GEI.....	29
3.3.3.4.	Estimación de las emisiones totales de GEI.....	31
3.3.4.	Estimación de la huella de carbono per cápita del personal de la UGEL....	31
3.3.5.	Medidas propuestas para la reducción de la huella de carbono.....	32
3.4.	Tipo y nivel de investigación e identificación de la variable.....	32
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	33
4.1.	Fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero.....	33
4.2.	Consumo de combustibles, transporte terrestre, energía eléctrica, agua y papel....	34
4.2.1.	Consumo de combustibles.....	34
4.2.2.	Transporte terrestre.....	36
4.2.3.	Consumo de energía eléctrica.....	37
4.2.4.	Consumo de agua.....	38

4.2.5.	Consumo de papel.....	39
4.3.	Emisiones de gases de efecto invernadero por alcance y huella de carbono de la UGEL-LP.....	40
4.3.1.	Estimación de las emisiones directas de GEI (Alcance 1).....	40
4.3.2.	Estimación de las emisiones indirectas de GEI (Alcance 2).....	43
4.3.3.	Estimación de otras emisiones indirectas de GEI (Alcance 3).....	44
4.3.4.	Huella de carbono de la UGEL-LP.....	45
4.4.	Huella de carbono per cápita del personal de la UGEL-LP.....	47
V.	CONCLUSIONES.....	49
VI.	PROPUESTAS A FUTURO.....	51
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
VIII.	ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Tipo de fuentes de Gases de Efecto Invernadero.	14
2. Principales herramientas de cálculo.	15
3. fuentes de gases de efecto invernadero.....	26
4. Valores de poder calorífico inferior, densidad y factores de emisión de los combustibles fósiles	28
5. Potencial de calentamiento global (PCG) de los principales GEI.....	28
6. fuentes de gases de efecto invernadero.....	33
7. Consumo de combustible de la UGEL-LP.	35
8. Consumo de agua (m ³).	38
9. Consumo de papel	39
10. Emisiones de GEI con gasolina 90 y Diésel B5.	41
11. Emisión de GEI para el alcance 1.	42
12. emisión de GEI para el alcance 2.	43
13. emisión de GEI para el alcance 3	44
14. huella de carbono de la UGEL-LP.....	46
15. huella de carbono de la UGEL-LP en el año 2019	47
16. estimación de la huella de carbono per cápita de la UGEL-LP	48
17. Consumo de Combustible Diésel B5 en el periodo 2015-2019.....	61
18. Consumo de Combustible gasolina 90 en el periodo 2015-2019.....	61

19. Distancia recorrida en el Transporte terrestre durante el periodo 2015-2019 por la UGEL-LP.....	62
20. Consumo de agua (m ³) de la UGEL-LP en el periodo 2015-2019.	62
21. Consumo de papel (Kg) en la UGEL-LP en el periodo 2015-2019.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Emisiones de GEI por sector entre el 2000-2009.....	6
2. Distribución anual de consumo de combustibles por la UGEL-LP.....	36
3. Distribución anual de distancia recorrida en el transporte terrestre de la UGEL-LP.	37
4. Distribución anual del consumo eléctrico de la UGEL-LP.....	38
5. Distribución anual de consumo de agua por la UGEL-LP.	39
6. Distribución anual de consumo de agua por la UGEL-LP.	40
7. Distribución anual de emisión de GEI para el alcance 1.	42
8. Distribución anual de emisión de GEI para el alcance 2.	43
9. Distribución anual de emisión de GEI para el alcance 3.	45
10. Distribución anual huella de carbono de la UGEL-LP.....	46
11. Distribución de emisiones de GEI por fuentes en el año 2019.	47
12. Obtención de información de consumo energía eléctrica.....	64
13. Facturación de consumo eléctrico de la UGEL-LP.....	64
14. Facturación de consumo de agua de la UGEL-LP.....	65
15. Recopilación de información de consumo de combustible registradas en la plataforma de SIGA del MEF.	65
16. Ubicación de la UGEL Leoncio Prado.....	66

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objeto de estimar la huella de carbono de la Unidad de Gestión Educativa Local – Leoncio Prado proveniente de las actividades fuentes de emisión de gases de efecto invernadero. El estudio se basó en la metodología del “Protocolo de Gases de Efecto Invernadero”, y el “Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte”, utilizando los factores de emisión del “Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC)”. En el estudio se identificó el consumo de combustible (alcance 1), consumo de energía eléctrica (alcance 2), viajes terrestres, consumo de agua y consumo de papel (alcance 3). Encontrándose que en el año 2018 el alcance 1 y 2 se dieron los valores más altos, siendo 34.65 toneladas de CO₂ eq de emisiones y 361.95 toneladas de CO₂ eq de emisiones, respectivamente y para el alcance 3, registró un valor mayor el año 2015, con 80.72 toneladas de CO₂ eq de emisiones. Se obtuvo un resultado total de huella de carbono, donde el año 2018, se registró un mayor valor de 505.24 toneladas de CO₂ eq de emisiones y se determinó, para el año 2019 una huella de carbono per cápita de 4.77 toneladas de CO₂ eq/persona.

Palabras clave: Huella de carbono, GEI, CO₂ eq, UGEL.

**ESTIMATION OF THE CARBON FOOTPRINT OF THE LOCAL SCHOOL
MANAGEMENT UNIT - LEONCIO PRADO**

ABSTRACT

In the present investigation, the estimation of the carbon footprint of the Local School Management Unit - Leoncio Prado from activities sources of greenhouse gas emissions was performed. The study methodology was carried out based on the Corporate Accounting and Reporting Standard of the Greenhouse Gas Protocol, and the emission factors of the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) were used. The study identified fuel consumption (scope 1), electricity consumption (scope 2), land travel, water consumption, and paper consumption (scope 3). Finding that in 2019 scope 1 had 11.39 tons of CO₂ eq of emissions, scope 2 had 361.51 tons of CO₂ eq of emissions and scope 3 registered 80.72 tons of CO₂ eq of emissions. A total carbon footprint result for 2019 of 453.61 tons of CO₂ eq of emissions was obtained, with a per capita carbon footprint of 4.77 tons of CO₂ eq / person.

Keywords: Carbon footprint, GHG, CO₂ eq, UGEL.

I. INTRODUCCIÓN

Frente al aumento de la conciencia de prevención sobre el calentamiento global, provocado por el incremento de los gases de efecto invernadero (en adelante GEI) en la atmósfera; dado, que pertenece uno de los problemas ambientales a nivel global, priorizados en los últimos años, considerado un problema ambiental con impactos no sólo al medio ambiente o ecosistemas sino también a la sociedad misma y su economía, por lo tanto, es necesario descubrir tácticas, técnicas y tecnologías que permitan reducir las concentraciones y de esta forma minimizar el efecto ambiental ocasionado por el desarrollo de diversas actividades.

La formulación de políticas públicas y ocupaciones privadas tendientes a la batalla contra el calentamiento global tienen que dominar la agenda de los organismos de todo el mundo, los gobiernos nacionales, las organizaciones e inclusive cada individuo; así como la función de combatir el fenómeno en la voluntad de las instituciones y los individuos para producir respuestas anticipadas y coordinadas.

Uno de los instrumentos es la huella de carbono siendo un indicador identificado de grado universal que posibilita conocer a nivel cuantitativo las emisiones de GEI (fuentes indirectas) ya sea de forma directa o incluso generado por medidas en CO₂eq de organizaciones, instituciones y empresas. Además, la huella de carbono permite e impulsa la generación de bienes y servicios generados en el sentido de “bajo carbono” (es decir, con menos producción de CO₂eq), que da contestación a la demanda social de hoy, en lo que paralelamente se detectan oportunidades de ahorro.

Metodologías como la cuantificación de la huella de carbono posibilita medir el efecto antropógeno (generada por la actividad humana) que tiene en el medio ambiente. Estas ocupaciones permiten emprender acciones específicas para mitigar e indemnizar el mal creado en el corto y extenso plazo. La información posibilita tomar elecciones puntuales en miras de mantener el control de, mermar o neutralizar las fuentes productoras de dióxido de carbono (CO₂), así como compensarlas por medio de programas de reforestación y/o rescate de áreas protegidas.

En la Unidad de Gestión Educativa Local – Leoncio Prado (En adelante UGEL-LP), como toda organización hace uso de recursos como, por ejemplo: uso de vehículos para el traslado y transporte terrestre, consumo de papel, consumo de agua potable, entre otros. Por esto, como cualquier organización que usa dichos recursos en sus ocupaciones es notable que se tiene un efecto sobre el medio que los circunda liberando gases a la atmósfera.

Por lo tanto, se plantea como interrogante del proyecto de investigación: ¿Cuánto es la huella de carbono de la Unidad de Gestión Educativa Local – Leoncio Prado durante los años 2015 - 2019?, de acuerdo a la investigación, se cuantificará las emisiones que se dan por los gases de efecto invernadero emitidos por la UGEL-LP, y así la entidad tomaran acciones de minimización y eliminación de las emisiones desde las fuentes. De acuerdo a este contexto la hipótesis planteada pretende demostrar que: Se cuantificara las emisiones de gases de efecto invernadero, producidas por las actividades de la Unidad de Gestión Educativa Local – Leoncio Prado durante los años 2015 – 2019 y se encontrara mayor huella de carbono en el alcance 1.

Objetivo general

- Estimar la Huella de Carbono de la Unidad de Gestión Educativa Local – Leoncio Prado (UGEL-LP).

Objetivos específicos

- Identificar las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero generadas en las actividades de la UGEL-LP.
- Determinar los consumos de combustibles, transporte terrestre, energía eléctrica, agua y papel, generados en la UGEL-LP.
- Estimar las emisiones de gases de efecto invernadero por alcance y la huella de carbono de la UGEL-LP.
- Estimar la huella de carbono per cápita del personal de la UGEL-LP.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Cambio climático

El clima, estudiado como ciencia, es complicado y para nada constante gracias a la proporción de componentes que implica. El mundo, desde su origen ha sido y es bastante variable, probándose estas afirmaciones en las diferentes etapas geológicas conocidas y en la evolución de las especies estudiada, hasta la actualidad. Entonces, se puede definir al calentamiento global, como un fenómeno natural la cual se vio acelerado sin antecedentes, gracias a las ocupaciones de las personas (BECERRA et al., 2015).

El IPCC en el 2007, hace referencia al concepto “cambio climático” a la modificación del estado del clima identificado a raíz de una variación de sus características, que persiste a lo largo del tiempo, tomados en cuenta a partir de los decenios. El calentamiento global se puede generar por fuentes naturales o por fuentes antropogénicas que aceleran los procesos naturales en la atmósfera. Según (CMCC, 1992) el cambio climático es un cambio de clima que se le atribuye a las actividades realizadas por el hombre ya sea de forma directa o indirecta y que altera la estructura y la composición de la atmósfera.

Según el “ISO 14067” (2013), el calentamiento global generado por las actividades antropogénicas, es uno de los principales desafíos que tienen que sacar a delante las autoridades locales, instituciones, agrupaciones y la población en general; de esta forma se han desarrollado e implementado distintas iniciativas a escala global, nacional y local, para minimizar las cantidades de gases de efecto invernadero (GEI) que se encuentran alrededor de la tierra.

2.1.1. Cambio climático en el Perú

Perú es uno de los 16 territorios megadiversos de todo el mundo, en el cual se encuentra, uno de los bosques amazónicos más enorme, además tiene la cadena montañosa andina con mayor amplitud, y 28 de los 32 climas internacionales, como también el 71% de glaciares tropicales del planeta tierra(MINAM, 2010).

El Perú se encuentra en la categoría de los 10 países más vulnerables al cambio climático. A partir de 1970, se han registrado más de 7000 millones de metros cúbicos de agua, perdidos, gracias a la desglaciación por impacto del cambio climático, lo cual ha provocado como consecuencia la aparición de lagunas colgantes, con probabilidades al rebalse (ANDERSON et al., 2009).

Vargas en el 2009, menciona que el efecto de mayor influencia sobre el calentamiento global es el retroceso glaciar. “El Ministerio del Ambiente de Perú” (2010), reportó la pérdida del 22% del área de los glaciares en apenas cinco lustros, lo que, si lo evaluamos en función de la demanda de agua para consumo humano, representa el total consumido durante diez años de la ciudad de Lima, y, de acuerdo a la misma institución, se realizó una proyección, en la que se menciona que para el año 2025, los glaciares peruanos cuya ubicación sea menor de 5400 msnm desaparecerán.

Desde 1988, el nivel del mar de Perú en la provincia constitucional del Callao se incrementa 0.55 cm/año y de 0.24 cm/año en el lado marítimo de la ciudad de Paita (Piura), como consecuencia del deshielo de los glaciares (UNDP y BCPR, 2013). Sumado a ello, el incremento de la temperatura en la capa preminente del mar, incrementa la frecuencia y magnitud del fenómeno del niño (CLEMENTS et al., 2010).

2.2. Gases de efecto invernadero

El efecto invernadero conocido como un fenómeno natural, cuyo mecanismo consiste en el incremento de temperatura en la tierra, permitiendo la regulación del clima y el mantenimiento de los ecosistemas lo que conserva la vida en el mundo (GREENFACTS, 2007).

Los gases de efecto invernadero son elementos en estado gaseoso ubicados en la atmósfera, cuya generación puede ser natural o antropogénica, tienen como función la absorción y emisión de la radiación definida en longitud de onda del espectro de radiación infrarroja térmica generada por el área de la Tierra, gracias a los mismos gases, y por acción de las nubes. Por ello, la existencia de “GEI” en la atmósfera, coopera a la acumulación de la energía emitida por el suelo (CMCC, 1992).

A lo largo de las últimas décadas ha habido un crecimiento en la predominación de las ocupaciones humanas sobre el clima, mucha atención se ha visto primordialmente sobre el incremento en el dióxido de carbono, a causa de la deforestación y quema de combustibles fósiles, además de otros gases (ROZAS, 2003).

Los principales GEI proveniente por fuentes móviles son, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) que proceden, principalmente, de la combustión de los diferentes tipos de combustible, a estos gases, se suma el monóxido de carbono (CO), los compuestos orgánicos volátiles a diferencia del metano, el dióxido de azufre (SO₂) y el material particulado (PM), los cuales son los mismos que provocan la alteración de la calidad del aire a nivel local y regional, según la zona donde se generen y los factores meteorológicos (IPCC, 2006).

2.2.1. Emisiones de gases de efecto invernadero en el Perú

Una de las actividades humanas que generan el incremento de las concentraciones en la atmosfera de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, son el sector industrial, el sector energía, y la actividad agropecuaria, debido a la extensión, prioridad y magnitud (VARGAS, 2009). La cantidad de emisiones generada por un peruano promedio se compara con la producida por un auto que tiene como punto de partida el distrito de La Molina y como ruta final El Callao, llegando a emitirse cerca de 4.7 toneladas de CO₂eq al año (LA REPÚBLICA, 2015).

Si hacemos una comparación a nivel mundial, nuestro país general cerca del 0.4% de todos los gases de efecto invernadero (REYES y IJU, 2007), ocupando el puesto número 54, si nos acercamos hacia Latinoamérica, ocupamos el puesto número 9, con emisiones anuales entre los años 2009, 2010 y 2011, respectivamente, de 40 264 kilotonnes (kt) CO₂, 57 579 ktCO₂, 53 069 ktCO₂ (WORLD BANK, 2010).

GARGUREVICH (2013), mencionan que las emisiones en el año 2009 han aumentado de forma notable, a diferencia del año 200, debido al incremento del 32% en el sector transporte y de las actividades del sector energía, además de la tala

indiscriminada y el cambio de uso del suelo, también se suman a la generación de emisiones.

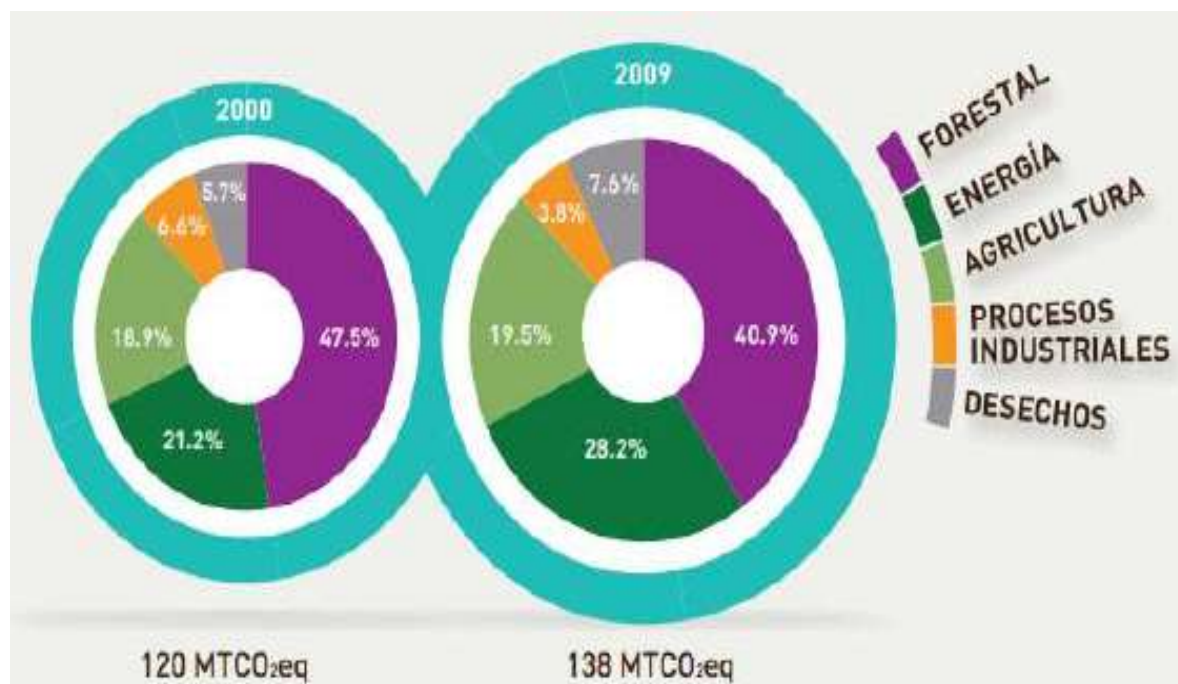


Figura 1. Emisiones de GEI por sector entre el 2000-2009.

Fuente: Andina: Agencia Peruana de Noticias, 2013

2.3. Instrumentos jurídicos de cambio climático

En el libro “Man and Nature” publicado por Marsh en el año 1864, se hace mención por primera vez, sobre las consecuencias que tenía el inadecuado manejo de los recursos naturales, concluyendo que la destrucción del medio ambiente es obra del ser humano (Cerde et al., 2010). Para el año 1979 se desarrolló, como una de las primeras medidas de acción ambiental, la Conferencia Mundial sobre el Cambio Climático, donde se desarrolló principalmente la descripción de los efectos del cambio climático y las diversas amenazas que implica la alta contracción de CO₂.

Habiéndose identificado el potencial del mal ocasionado por el calentamiento global; en la actualidad, ya existe un acuerdo entre la sociedad científica; en donde es imprescindible minimizar las emisiones de los GEI a la atmósfera (RUSSO, 2009).

2.3.1. Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, ha sido adoptada el 9 de mayo 1992 en la urbe de Nueva York; no obstante, fue expuesta a firma el 4 de junio del mismo año en Rio de Janeiro y entro en rigor recién el 21 de marzo de 1994 bajo el acuerdo de 186 territorios que entra en vigor. El objetivo de la Convención era establecer algunas medidas correctivas y preventivas en las actividades antropogénicas para permitir la adaptación natural al calentamiento global por parte de los ecosistemas, así como, asegurar la producción de alimentos y fomentar el desarrollo económico sostenible” (CMC, 1992).

2.3.2. Protocolo de Kyoto

El surgimiento del protocolo de Kyoto se estableció en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, firmado el 11 de diciembre de 1994, cuando 84 países se comprometieron a reducir sus emisiones (UNFCCC, 2012).

El objetivo principal del Protocolo fue la implementación de medidas para disminuir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero generado por las naciones industrializados (UNFCCC, 1998), estableciéndose que se debía conseguir la reducción del 5.2% de los GEI entre los años 2008 y 2012, en comparación del año 1990 (FLETCHER, 2004).

2.3.3. Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC)

En el año 1998, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), fundan, “El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)” bajo el encargo de examinar el cambio climático a través de la información científica esencial y analizar sus secuelas medioambientales, sociales y económicas, que nos servirá para formular tácticas de respuesta basadas en las realidades actuales.

Posteriormente, las evaluaciones del IPCC, que fueron compartidas en diversos artículos, han desempeñado y desarrollado un papel fundamental, apoyando al desarrollo de los diferentes gobiernos adoptando medidas y aplicando acciones de respuesta correctivas y preventivas ante el cambio climático (IPCC, 2007).

El IPCC desarrolló una guía modelo para orientar al cálculo de las emisiones de GEI, que también puede utilizarse para el cálculo y determinación de la huella de carbono, además proporciona lineamientos y componentes de emisión genéricos en caso no se cuente con las fuentes específicas (BERMEJO, 2015).

Para el desarrollo de los componentes de emisión se necesita saber, información general de la organización, actividades de operación y los elementos que son fuentes de emisiones, siguiendo los siguientes criterios (WWF, 2007):

- Sector donde desarrolla sus actividades.
- Información sobre su actividad (de acuerdo a su funcionamiento, específicamente horarios).
- Tipo de combustible que usa para sus actividades.
- Volumen de combustible que se utiliza.
- Propiedades del combustible.
- Características de la movilidad
- Valores de los procesos y emisiones adicionales.

De acuerdo a la información recopilada se aplicará el factor de emisión de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Emisiones = AD * EF \quad (1)$$

Dónde:

AD: Datos de la actividad.

EF: Factor de emisión.

2.4. Huella de carbono

El término “huella de carbono” nace del concepto de huella ecológica, no obstante, se debe aclarar que la huella ecológica posee un concepto más amplio al integrar los impactos del medio ambiente, y gracias al incremento del valor que va tomando el impacto climático, conociéndose como un parámetro independiente a la huella de carbono (AMBRÓS *et al.*, 2012).

Entonces se puede considerar a la huella de carbono como un instrumento o herramienta la cual nos permitirá calcular las concentraciones de CO₂ emitidas y su estudio se fundamenta en técnicas y metodologías conocidas representadas como estándares en todo el mundo para las evaluaciones de huella de carbono (AMBRÓS *et al.*, 2012). Entonces se considera a la huella de carbono una de las herramientas ampliamente usadas para la estimación de los gases efecto invernadero (ESPÍNDOLA Y VALDERRAMA, 2012).

La huella de carbono como instrumento es comprendida como un criterio para cuantificar el valor total (balance) de GEI que se emite a la atmósfera medidos en CO₂ equivalente, generado en el desarrollo de las diversas actividades de la sociedad de la cual formamos parte, como, teniendo como ejemplo; la minería, la producción de bienes de consumo, la generación eléctrica, el transporte, la agricultura, etc. (BORQUÉZ, 2010). Para su cuantificación, se desarrolla un inventario de emisiones de GEI o se focaliza, en las emisiones de CO₂ que principalmente se encuentran producidas por la actividad de la institución, para posteriormente, implantar nuevas estrategias a favor del medio ambiente y al desarrollo sostenible y sustentable de las actividades institucionales (BARREDA y POLO, 2012). Es así que en consecuencia a su definición y el desempeño se consideró a la huella de carbono, como un instrumento de gestión para alcanzar la sustentabilidad (ESPÍNDOLA y VALDERRAMA, 2012).

2.5. Metodologías para medición de huella de carbono

La problemática ambiental que se encuentra vinculada al cambio del clima, permite el desarrollo analítico de conceptos e información base y el uso y creación de

metodologías para poder cuantificar las emisiones de GEI, dentro de ello, la huella de carbono se presenta como una herramienta eficiente; con la finalidad de establecer las acciones adecuadas y lograr la certificación ante el cumplimiento de los objetivos del protocolo de Kyoto (MONDEJAR et al., 2011).

La implementación de la planificación en base a acciones, va a depender de lo que se requiera calcular (Brito, 2011). Actualmente se aplican metodología de dos clases para la cuantificación de la huella de carbono, enfocados directamente a la organización o al producto desarrollado (DÁVILA y VARELA, 2014).

Según IHOBE en el 2013, “El Protocolo de Gases de Efecto Invernadero - Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte (ECCR)” es una de las guías metodológicas internacionales para la determinación de la huella de carbono en organizaciones, como también “la norma ISO 14064 de Cuantificación de Gases de Efecto Invernadero”.

2.5.1. Estándar corporativo de contabilidad y reporte (ECCR)

El “ECCR (Consejo Ecuménico de Responsabilidad Corporativa)” fue diseñado pensando en una base de datos de GEI desarrollado por empresas. Sin embargo, también se pueden aplicar a otras instituciones, tales como universidades, organizaciones estatales, privadas y no gubernamentales, entre otros (Ambrós *et al.*, 2012). Dicha metodología, registra, contabiliza y cuantifica los seis GEI previstos en el “Protocolo de Kyoto”. los cuales son: Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Hidrofluorocarbonos (HFCs), Herfluorocarbonos (PFCs) y Hexafluoruro de Azufre (SF₆) (WBCSD-WRI, 2004).

La metodología del Protocolo de GEI, engloba las siguientes etapas (WRI, 2008):

- Establecer la limitación de las organizaciones.
- Determinar la limitación de las operaciones de las organizaciones

- Identificar las emisiones en función del tiempo.
- Calcular la concentración de GEI emitidos.
- Monitorear las concentraciones de GEI emitidos.
- Gestionar un inventario que cumpla los estándares de calidad.
- Contabilizar las reducciones de las emisiones de GEI.

2.5.1.1. Límites organizacionales

Es viable usar 2 enfoques diversos que se orientan a la consolidación y contabilidad de los GEI emitidos las cuales son: enfoque de colaboración accionaria o enfoque de control. La organización debe seleccionar uno de ellos, para poder aplicarlo de forma consistente y lograr la definición de las unidades de negocio y operaciones para posteriormente, contabilizar y reportar los GEI (WBCSD-WRI, 2004).

A) Enfoque de colaboración accionaria

Se define en contabilizar las concentraciones de GEI emitidos de acuerdo a la proporción que posee en los procesos accionarios de la actividad. La colaboración accionaria va a reflejar la existencia de intereses netamente económicos, representando el alcance y conocimiento de la organización de acuerdo a los peligros y productos resultantes de los procesos de la actividad dada (WBCSD-WRI, 2004).

B) Enfoque de control

A diferencia del enfoque de colaboración accionaria, la organización va a contabilizar el total de las concentraciones de GEI emitidas, que se atribuyen a los procesos de las actividades controladas (financiera u operacional). No se involucran las concentraciones de GEI emitidos, provenientes de colaboraciones u operaciones compartidas (WBCSD-WRI, 2004).

2.5.1.2. Límites operacionales

Estos límites se definen en la clasificación de las emisiones de GEI de la organización de acuerdo a sus procesos, éstas pueden ser, directas e indirectas, como se muestra a continuación (WRI, 2008):

- Emisiones directas: Provenientes de fuentes controladas de la organización.
- Emisiones indirectas: Provenientes de los procesos de la organización, pero las fuentes están controladas por otra organización.

Las fuentes de emisiones directas e indirectas se definen en base a su alcance, para este caso específico, se detallan de tres tipos (WBCSD-WRI, 2004).

A) Alcance 1: emisiones directas de GEI

Se definen como las emisiones que se dan por fuentes controladas por la organización. Por ejemplo, emisiones provenientes de la combustión de calderas, hornos, vehículos, etc. (COMÚN y SAAVEDRA, 2017).

B) Alcance 2: emisiones indirectas de GEI similares a la electricidad

Se definen por las emisiones generadas por actividad de los procesos de la empresa, pero sin su control, por ejemplo, provenientes del consumo eléctrico, las emisiones generadas se encuentran fuera del alcance de la organización, pero es utilizado para realizar sus operaciones.

C) Alcance 3: otras emisiones indirectas

Este alcance lo conforman las demás concentraciones de emisiones indirectas, no incluidas en sus actividades, pero si de tipo ocupacional, por ejemplo, son la sustracción y producción de materia prima necesaria para las operaciones o, en otro caso, el transporte de combustibles que va a hacer uso la organización, entre otros (WBCSD-WRI, 2004).

2.5.1.3. Emisiones por medio del tiempo

Disponer de una base de información sobre emisiones de la organización es necesario para la aplicación de medidas, siempre y cuando no se experimente cambios radicales, por ello se recomienda seguir con los siguientes pasos (WBCSD-WRI, 2004):

A) Elección del año base

Para las organizaciones tienen que establecer un año base y reportarlo, donde se cuente con información fidedigna de emisiones; e indicar las consideraciones para la elección del año (WBCSD-WRI, 2010).

B) Ajuste de emisiones del año base

La organización define una política para ajustar las emisiones del año base, así como, establecer los parámetros sobre los cuales se realizará, de ser necesario, recálculos, además de especificar las condiciones del “umbral de significancia”, el mismo que hace referencia al criterio utilizado, sean datos cualitativos o cuantitativos, que permitan el reemplazo de los datos, relevantemente (WBCSD-WRI, 2004).

2.5.1.4. Identificación y cálculo de emisiones de GEI

Lo siguiente es identificar los procedimientos que tienen que aplicarse para realizar la cuantificación de las emisiones:

A) Detectar fuentes de emisiones de GEI

Para la determinación de las emisiones de GEI típicamente se categorizan en las siguientes fuentes (WBCSD-WRI, 2004):

Tabla 1. Tipo de fuentes de Gases de Efecto Invernadero

Tipo de fuente	Explicación
Combustión fija	Provenientes de la combustión de combustibles fósiles en grupo estacionario o fijo, provee componentes de emisión de alusión.
Combustión Móvil	Provenientes de la combustión de combustibles fósiles en fuentes móviles, como autos, ferrocarriles, entre otros.
Emisiones de proceso	Provenientes de procesos físicos, químicos y biológicos, incluye las emisiones de la degradación biológica y la combustión de los residuos.
Emisiones Fugitivas	Provenientes del uso de equipo de refrigeración y aire acondicionado.

Fuente: WBCSD-WRI (2004)

B) Elegir un procedimiento de cálculo de emisiones de GEI

Las organizaciones tienen que usar el procedimiento de cálculo más preciso y que se ajuste a su alcance (WBCSD-WRI, 2004).

C) Recolectar datos acerca de sus ocupaciones y escoger componentes de emisión

Este procedimiento sirve para clasificar las emisiones de GEI y definir las, según el alcance al cual pertenezca y, poder calcular las concentraciones de GEI emitidas, así como realizar su documentación, es decir, relacionar las emisiones de GEI a la actividad y la fuente de donde proviene (IPCC, 2006).

D) Aplicación de herramientas de cálculo

Categorizados como intersectorial y sectorial, detallado a continuación (WBCSD-WRI, 2004):

Tabla 2. Principales herramientas de cálculo.

Herramienta	Especificación
Intersectoriales	Utilizada y aplicada solo en algunos sectores como, combustión fija, combustión móvil, refrigeración y aire acondicionado e incertidumbre en la medición.
Sectoriales	Aplicada en sectores específicos, como aluminio, hierro y acero, cemento, entre otros

Fuente: WBCSD-WRI (2004)

E) Envío de datos de emisiones de GEI a grado corporativo

El reporte de datos es posteriormente a la recopilación y análisis de datos, cuidando los márgenes de errores, el reporte se hace de forma interna (para la organización), como de forma externa, ambos deben coincidir, se recomienda el uso de formatos estandarizados y que se encuentren ajustados y relacionados a los procesos de la organización (WBCSD-WRI, 2004).

2.5.1.5. Administración de calidad del inventario

Las organizaciones poseen distintas causas para el desarrollo de la gestión de calidad del registro de emisiones de GEI, a través de la mejora continua, verificando beneficios, optimizando manejos, entre otros (WBCSD-WRI, 2004). Los reportes de la mayoría de organizaciones poseen los datos cuantitativos, así como, los límites de error o también llamados incertidumbres. Existen 2 tipos de incertidumbres (WBCSD-WRI, 2004):

- **Incertidumbre científica:** Se define como la falta de comprensión de la ciencia de los procesos para la cuantificación de las emisiones y/o remoción de GEI.
- **Incertidumbre de la estimación:** Proviene de la cuantificación de las emisiones de GEI.

2.5.1.6. Contabilidad de reducciones de emisiones de GEI

Los reportes de nivel voluntario de emisiones de GEI a lo largo de los años, demuestran que son fundamentales en la estimación de los efectos que generan las emisiones como para analizar las compensaciones por la disminución de gases de efecto invernadero (WBCSD-WRI, 2004). Un inventario, generalmente incluye:

- Administración de peligros asociados a los GEI, así como, la identificación de las oportunidades de reducción.
- Reportes públicos y participación de programas voluntarios de GEI.
- Participación en programas de reporte obligatorio.
- Colaboración en mercados de GEI.
- Reconocimiento a ocupaciones voluntarias tempranas de reducción de emisiones.

2.5.2. Norma ISO 14064:2006

La “ISO 14064:2006 Gases de Efecto Invernadero”, es una norma de índole internacional utilizada para dar confianza y veracidad a los registros de emisión de GEI, donde, también ofrecen medidas de administración, y algunas consideraciones en función del inventario de emisiones y su verificación. Se divide en tres partes. (WINTERGREEN y DELANEY, 2010).

A) “ISO 14064-1”

Esta parte de la norma explica el diseño para el desarrollo del inventario de GEI. También, detalla los lineamientos y procesos para la conceptualización de los límites, criterio de elección para las fuentes de emisión, procesos para la cuantificación, reporte y verificación del registro (ISO 14064-1, 2006).

B) “ISO 14064-2”

Esta norma define los lineamientos y requisitos para la elaboración de los proyectos destinados a la minimización de las emisiones de GEI. Así como, el

desarrollo de la línea base para monitorear, cuantificar y reportar el funcionamiento del proyecto (ISO 14064-2, 2006).

C) “ISO 14064-3”

Describe los pasos a seguir para el desarrollo de las etapas de validación y verificación de los inventarios. Además, define el desarrollo de los procedimientos de evaluación y declaración del inventario (ISO 14064-3:2006, 2006).

2.6. Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero

2.6.1. Mecanismos de desarrollo limpio

Dichos mecanismos se encuentran basados en proyectos de inversión, con el propósito de minimizar las emisiones directamente de las fuentes, o a maximizar la actividad de absorción de los gases de efecto invernadero por los ‘sumideros’, como por ejemplo los bosques. Ciertas “Unidades de Reducción de Emisiones o derechos de emisión (URE = DE)”, son asignadas a un proyecto, las cuales son ofrecidas por los inversores de dicho proyecto que tiene la posibilidad en el mercado mundial de carbono (VERGÉS, 2009).

Son herramientas complementarias a las políticas nacionales internas, que se encuentran basadas en la designación y el negocio sobre “derecho de emisión” (DE).

Así, se posibilita que los países mayormente industrializados con fines de minimización de emisiones, empiecen por las emisiones en su propio territorio (VERGÉS, 2009).

2.6.2. Plan de acción local contra el cambio local

Es un documento, redactado por cualquier tipo de administración de los ámbitos municipales (corporaciones locales), supramunicipales (diputaciones provinciales, mancomunidades, etc) y/o regionales, a través de un gabinete técnico competente de especialistas en la materia, que responde a la acuciante necesidad de

mitigar los efectos del cambio climático, atendiendo especialmente a los gases de efecto invernadero (como por ejemplo CO₂, N₂O, CH₄, entre otros) que se generan en el ámbito urbano y/o del término municipal, cumpliendo así con una serie de compromisos internacionales.

2.6.3. Compensación de carbono

La compensación de carbono se le conoce como una estrategia destinada a indemnizar la emisión de GEI hacia la atmósfera compensando las concentraciones de emisiones que se desarrollan en otros lugares. Los incentivos económicos son conocidos como créditos de carbono, Tomando en cuenta que el valor de un incentivo de carbono se refiere a una tonelada métrica de CO₂. Además, se debe demostrar que, el proyecto se haya destinado minimizar o eliminar las emisiones de GEI (REED y EHRHART, 2007).

Las compensaciones voluntarias de emisiones de CO₂ incluyen la contribución voluntaria de montos económicos mediante la compra de créditos de carbono proporcionales a las toneladas de CO₂ emitidas por proyectos en países en desarrollo, así como, eludir la emisión de una proporción de toneladas de CO₂eq a la que se da en un proceso mediante un plan de desarrollo sostenible de energías (ECODES, 2016).

Por lo tanto, las emisiones de GEI pueden compensarse con sumideros naturales como bosques, océanos, suelos y la producción de abono de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales, donde se producirían moléculas de oxígeno, por la fotosíntesis generada en la fijación de carbono, reduciendo las emisiones (RODAS 2014). La plantación de árboles es una de las alternativas de compensación para prevenir la ocurrencia de emisiones. Las plantas influyen en la eliminación, captación y retención de las partículas contaminantes (polvo, cenizas, polen, humo) que pueden generar daños a los pulmones de una persona. Captan Dióxido de Carbono y contribuyen a la restauración de la atmósfera con oxígeno para compensar las emisiones derivadas del desarrollo de proyectos y actividades económicas (HINOSTRZA, 2019).

Según COLLAGUAZO y ROSARIO (2012), Se considerada a la reforestación una herramienta eficiente frente al efecto invernadero, por el actuar tipo filtro que poseen los árboles, eliminando el carbono del dióxido de carbono, devolviendo oxígeno a la atmósfera y almacenándolo como celulosa en el tallo.

2.7. Antecedentes

La huella de carbono se considera como uno de los instrumentos de gestión más utilizados para de contabilidad de las emisiones de CO₂ eq de una organización y tomar medidas para reducirlas. Utilizado por varios países y organizaciones de todo el mundo para neutralizar y reducir las emisiones de CO₂ (ARRANZ et al., 2012). En la preparación del presente Informe se revisaron trabajos de investigación que aplicaron tanto a nivel nacional como internacional, empresas e instituciones públicas y privadas sobre la implementación de la huella de carbono. Entre las investigaciones se tiene las siguientes:

El MINAM (2010) muestra que el “Informe de Cálculo de la Huella de Carbono” calculó un total de 678 toneladas de CO₂ eq, incluyendo el consumo de combustible de los vehículos limpios, que se consideran emisiones directas (Alcance 1). El consumo de energía eléctrica como emisiones indirectas (alcance 2) son contribuyentes de 56,80 y 83,67 tCO₂ eq, respectivamente, y el alcance 3 (emisiones indirectas no controladas por la organización) son 534 a 17 tCO₂ eq, debido al transporte regional y las contribuciones de carga aérea, transporte por carretera, transporte de telecomunicaciones, consumo de papel, consumo de agua.

En el Perú, el Centro de Ecoeficiencia y Responsabilidad Social (CER) llevó a cabo una medición de emisiones de gases de efecto invernadero en el 2009 de varias empresas de diversos sectores, incluidos los hoteles de ocio aplicando cuantificando la Huella de Carbono. Donde se buscaron oportunidades de aplicación medidas de reducción o neutralización de acuerdo a los lineamientos de la huella de carbono neutra (CER, 2009).

BURGA y ORDOÑEZ (2014), Perú. El informe final sobre las emisiones de CO₂ de las empresas en 2016 en el parque de atracciones granja Villa indica que las emisiones directas mencionadas en el Alcance 1 generan 41,42 toneladas de CO₂eq.

Esta cifra corresponde al 0,95% del consumo de combustible que posee la empresa. Para las emisiones indirectas de los alcances 2 y 3, el informe indica que se generaron 4.307,97 toneladas de CO₂eq. Esto equivale al 99,05% de las emisiones totales de GEI de la instalación de Sura Perú. fuentes de transporte, consumo de agua, consumo de papel, generación de residuos, etc.

MONTES y ARCE (2011), cuantificaron las emisiones directas e indirectas de la Municipalidad de San Carlos ubicada en Costa Rica, Las emisiones máximas del relleno sanitario fueron 49,631.61 tCO₂ eq, con emisiones de combustibles de 1,683.27 tCO₂ eq y emisiones totales en la ciudad de San Carlos de 51,607.59 tCO₂ eq.

GÜERECA et al. (2013), realizó un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero por parte del laboratorio de ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México buscando reducir las emisiones de México, obteniendo como resultado, un total de 1.577 tCO₂ eq generados en dicho laboratorio. El uso de papel y la disposición final de residuos sólidos representan las principales fuentes. Al final del estudio, se propusieron procesos de reducción potencial a través de una combinación de viajes compartidos y teletrabajo.

ARGUEDAS (2012), estimó las emisiones de GEI del Instituto de Tecnología de Costa Rica (ITCR) entre 2007 y 2009 según una metodología presentada por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). Como resultado, la organización emite 2.541 toneladas de CO₂ eq anualmente. Posteriormente, se identificaron 170 hectáreas de áreas de reforestación con la especie Gmelina arborea para reducir las emisiones de ITCR. A partir de este estudio, podemos concluir que, si se aprueba el proyecto, dichos centros de educación superior serán carbonos neutros dentro de 10 años.

En la investigación realizada por SOTO (2012), menciona que la medición de las emisiones de dióxido de carbono en las escuelas de Costa Rica se está promoviendo a través del programa “Bandera Azul Ecológica”. El proyecto piloto se inició en tres escuelas: la Escuela Secundaria Experimental Bilingüe José Figueres Ferré, la Escuela Miguel Obregón Lizano y el Instituto de Educación Básica de Panamá. Los datos obtenidos del estudio muestran que las emisiones de GEI son de 189 toneladas, 85 toneladas y 47 toneladas, respectivamente. El programa abarca también la aplicación de actividades para reducir las emisiones de dióxido de carbono, incluida la plantación de árboles, la creación de un jardín orgánico, el reciclaje y el ahorro de agua y energía.

En parte, VITERI (2013), utilizó una metodología convencional de gases de efecto invernadero para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero de la Facultad de Ingeniería, Universidad Tecnológica de Spring, Ecuador Quito. Los resultados muestran emisiones: 2009 151,41 tCO₂ eq; 2010 129,80 tCO₂ eq; 2011 158,58 tCO₂ eq, 2012 142,40 tCO₂ eq. Posteriormente, se realizaron esfuerzos para reducir las emisiones de dióxido de carbono reduciendo el uso de detectores de movimiento y papel que habilita o deshabilita el sistema de iluminación.

TORRES (2016) En su investigación, lo desarrolló en tres partes; utilizando la metodología de gases de efecto invernadero para calcular las emisiones de dióxido de carbono en el lugar, calculando la huella de carbono de la población en estudio y aplicando una prueba de conocimientos, actitudes y prácticas utilizando la herramienta de cálculo de emisiones de libélula y la gestión para el cambio climático. Como resultado, obtuvo que, en el Colegio “Mi Jesús” las fuentes de emisión de GEI son por consumo de energía eléctrica, con 472.43 kWh de consumo y 0.1953 tCO₂ eq; transporte, con 31350 km recorridos y 22.86 tCO₂ eq; y residuos sólidos teniendo 2.3 tCO₂ eq. En total se generaron 25.36 tCO₂ eq, con una huella per cápita de 2.18 tCO₂ eq/persona.

Así mismo, en el año 2009 el MINAM la principal agencia nacional a cargo del desarrollo sostenible, cuantificó y publicó las contribuciones al cambio climático con base en cálculos separados de emisiones de gases de efecto invernadero. El MINAM generó un total de 674,64 tCO₂ eq de las operaciones realizadas en 2009. Considerando que el MINAM cuenta con 188 trabajadores este año, se han determinado unas emisiones

anuales per cápita de 3,6 tCO₂ eq /persona. La mayor fuente de emisiones es el transporte aéreo nacional, que representa el 42,23% de las emisiones totales de GEI y está dentro del alcance 3. Para los lugares de trabajo desde el hogar y viceversa, el transporte de trabajadores desde el hogar al trabajo es la segunda fuente más grande de emisiones., representa el 20,49% de las emisiones totales y se encuentra en el alcance 3 (MINAM, 2010).

La Universidad de San Martín de Porres (Lima, Perú). En el año 2016, se convirtió en las primeras instalaciones con carbono neutro. Generando en uno de su campus ubicado en el distrito de Santa Anita, un total de 1.930 toneladas e incluyendo el consumo de papel, agua y energía y el uso de vehículo para transporte. En tanto, la Universidad Católica de San Pablo en Arequipa concluyó que las principales actividades generadoras de GEI son, el consumo de combustible por uso de locomotoras y el consumo de combustible por parte de los miembros de la comunidad que van y vienen de la universidad (BARREDA y POLO, 2012).

La Universidad de San Martín de Porres, fue reconocida por la aplicación de políticas y estrategias para reducir la generación de sus GEI, otorgándole la certificación de “Neutralización Climática” de la empresa A2G Carbon, convirtiéndose en la primera universidad en el país y la segunda a nivel de Latinoamérica en contar con un campus carbono neutral impulsándolo con la aplicación de proyectos de inversión en reforestación de 1.450 hectáreas de áreas de pastura en la Sociedad Agrícola de Interés Social “José Carlos Mariátegui” Proyecto Joven Forestal de Cajamarca. (COMÚN y SAAVEDRA, 2017).

HINOSTROZA (2019) en la investigación para determinar la huella de carbono por la movilidad de la población universitaria en la Universidad Ricardo Palma. Acumulando 27983.862 km de transporte terrestre, con distintos tipos de vehículos, siendo en su mayoría: autobús, auto a gasolina, camioneta a gasolina y diésel, coaster, combi y tren eléctrico; generándose 332.42 toneladas de CO₂ equivalente. Asimismo, señala que las emisiones GEI per cápita fue de 0.29 tCO₂ eq/persona, siendo este valor a lo encontrado en la Universidad Católica del Perú, con 0.94 tCO₂ eq/persona.

De TORO et al. (2013) al determinar a huella de carbono de la Universidad de Córdoba, indico que las fuentes de emisión de GEI son: consumo de combustible gasolina 27378.46 litros, la cual aporta 71.46 tCO₂ eq; consumo de energía eléctrica 14424435.02 kWh, con 6632.80 tCO₂ eq; consumo de agua con 176.805 m³, con 21.45 tCO₂ eq; consumo de papel con 75371 kg, la cual aporta 105.81 tCO₂ eq. Obteniendo para el alcance 1 unos 1361.98 tCO₂ eq, en el alcance 2 unos 6632.80 tCO₂ eq y al alcance 3 unos 6556 tCO₂ eq. Con unas emisiones totales de 14550.78 tCO₂ eq, y la huella de carbono per cápita fue de 0.451 tCO₂ eq/persona.

ARIAS (2020) al cuantificar la huella de carbono de las actividades administrativas de la municipalidad de Carhuamayo en al año 2018, identificó que las fuentes de emisión de GEI son por consumo de combustibles y consumo de energía eléctrica; encontrando que en el consumo de combustibles se emplearon 3102.79 galones de Diésel y 7362.90 galones de Gasolina, con un total de 10465.69 galones, los cuales aportan 93.68 tCO₂ eq; asimismo el consumo de energía eléctrica fue de 34285.90 kWh que genera 21.085 tCO₂ eq. Con un total de 114.765 tCO₂ eq.

HERMOSILLA (2014) al estimar la huella de carbono de la Universidad Politécnica de Cartagena, quien reporta para el transporte terrestre una distancia promedio de 241000km, la cual genera 69.72 tCO₂ eq; para el consumo eléctrico reporta 6417907 kWh con 1540.29 tCO₂ eq; el consumo de papel fue de 16.467 toneladas, la cual genera 49.401 tCO₂ eq; 24703 m³ con 12.35 tCO₂ eq para el consumo de agua; y de 61.21 tCO₂ eq por generación de residuos peligrosos. Generando un total de 9088.39 tCO₂ eq de huella de carbono, asimismo la huella de carbono per cápita es de 1.07 tCO₂ eq/pe

COMÚN y SAAVEDRA (2017) al estimar la huella de carbono de la comunidad universitaria al desplazarse a la Universidad Nacional Agraria la Molina, indica que la fuente de consumo de combustible, reporta 54437.48 m³ de GNV consumido, con 100.71 tCO₂ eq; mientras que, para el transporte terrestre, se acumula una distancia recorrida de 1580234 km, la cual genera 1389.41 tCO₂ eq, generándose un total de gases de efecto invernadero de 1490.12 tCO₂ eq, asimismo la huella per cápita de la comunidad universitaria es de 0.20 tCO₂ eq/persona.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación geográfica

La investigación fue realizada en la Unidad de Gestión Educativa Loca - Leoncio Prado (UGEL-LP), de donde se recolectaron la información para la estimación de huella de carbono, la oficina central de la UGEL-LP se encuentra en la dirección: Jr. Tupac amaru 344, Tingo María - Perú, ubicada en las siguientes coordenadas geográficas: Este: 389887 y Norte: 8970829 con una elevación de 655 m.s.n.m.

3.1.2. Ubicación política

La UGEL-LP se encuentra en la ciudad de Tingo María, políticamente pertenece al distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco.

3.2. Materiales, herramientas y equipos

3.2.1. Materiales

Se emplearon formatos para identificar los límites organizacionales y operacionales, para identificar las fuentes de emisión de GEI, para calcular datos de consumo de combustible, consumo de energía eléctrica, consumo de papel, libreta de campo y útiles de oficina.

3.2.2. Equipos y software

Se utilizaron los siguientes equipos: GPS GARMIN 62s, cámara digital 16x SONY, Laptop ASUS N56JR.

Asimismo, se empleó el paquete de software de Microsoft Office 2019.

3.3. Metodología

Para la estimación de la huella se utilizó la metodología descriptiva establecida en el “Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero” (WBCSD-WRI, 2004) así como el “Protocolo para la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero en actividades y factores de emisión del IPCC” (IPCC, 2006).

3.3.1. Identificación de los límites organizacionales y operacionales

Se aplicará el enfoque de control por que se contabilizó el 100% de las emisiones de GEI de la UGEL-LP. Además, para la clasificación de los límites operacionales provenientes de fuentes móviles clasificados en los alcances 1, 2 y 3, tal como a describen a continuación:

- Alcance 1: Emisiones directas de GEI, Se aplicará en la flota de vehículos de la UGEL Leoncio Prado, que incluirá las emisiones por derivados del petróleo
- Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI por consumo de energía eléctrica por el local de la UGEL Leoncio Prado.
- Alcance 3: Otras emisiones indirectas de GEI, emisiones por viajes terrestres, Consumo de agua y papel.

Por otro lado, también se consideró como año base de la investigación el periodo 2015, del cual se obtuvo información confiable de emisiones, condición establecida por la metodología a utilizar.

3.3.2. Identificación y determinación del consumo de las fuentes de emisiones de GEI

Se identificaron y clasificaron las fuentes de emisión de Gases de Efecto Invernadero, teniendo en cuenta los límites organizacionales y operacionales, teniendo en cuenta la lista de identificación de fuentes de emisión de GEI.

Tabla 3. Fuentes de gases de efecto invernadero

Limites Organizacionales	Limites Operacionales	Tipo de fuente de emisión
Enfoque de control	Alcance 1	- Emisión por combustibles derivados del petróleo
	Alcance 2	- Consumo energía eléctrica de la UGEL
	Alcance 3	- Viajes terrestres - Consumo de agua - Consumo de papel

Fuente: Elaboración Propia

El formato utilizado para identificar las emisiones directas e indirectas fue la “Lista de Identificación de Fuentes de Emisión de GEI”. Las fuentes móviles se han clasificado en los alcances definidos en el Protocolo de GEI (WBCSD-WRI, 2010).

La UGEL Leoncio Prado en las actividades administrativas y actividades operacionales que se llevan a cabo dentro y fuera de la institución generan gases de efecto invernadero a la atmósfera, los cuales son generados.

Estas emisiones se dan por la utilización de vehículos que consumen combustible, viajes terrestres a nivel nacional, consumo de energía eléctrica en las instalaciones, consumo de agua potable, utilización de papel por los trámites administrativos.

3.3.2.1. Consumo de combustible

Para la cuantificación de las concentraciones que se emiten por el consumo de combustible, se solicitó la información al responsable del área de Logística de la UGEL-LP, quien facilitó acceso al Sistema Integrado de Gestión Administrativa (SIGA), desarrollado por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), proporcionando las “órdenes de compra” donde se detalla el requerimiento de

combustible para las acciones centrales de la UGEL desde el año base y se realizó un inventario anual del consumo de combustible.

3.3.2.2. Consumo de energía eléctrica

Para la determinación del consumo eléctrico se solicitó la información del consumo eléctrico mensual del local central de la UGEL-LP, a la empresa Regional de Servicio Público de Electricidad del Centro S.A. (ELECTROCENTRO), y se realizó un inventario anual del consumo eléctrico.

3.3.2.3. Viajes terrestres

Se determinó según el destino, la distancia total recorrida en kilómetros y el número de viajes, anualmente, del personal de la UGEL-LP en el cumplimiento de funciones laborales.

3.3.2.4. Consumo de agua

Para la determinación del consumo de agua se solicitó la información del consumo eléctrico mensual del local central de la UGEL-LP, a la Empresa Municipal de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Huánuco S.A. (SEDA-HUANUCO S.A.), y se realizó un inventario anual del consumo de agua potable.

3.3.2.5. Consumo de papel

Al igual que el consumo de combustibles, para determinar el consumo de papel, se solicitó la información al responsable del área de Logística de la UGEL-LP, quien brindó acceso al Sistema Integrado de Gestión Administrativa (SIGA), desarrollado por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), proporcionándonos las “órdenes de compra”, detallándose los requerimientos de papel y su tipología, observándose en la Tabla 21 de la presente investigación, para las acciones centrales administrativas de la UGEL desde el año base y se realizó un inventario anual del consumo de papel según la cantidad y el tipo de papel requerido.

3.3.3. Estimación de las emisiones totales de GEI

3.3.3.1. Estimación de las emisiones directas de GEI

A) Cuantificación de emisiones por consumo de GEI

Se cuantifico las emisiones según el tipo de combustible que requiere la UGEL-LP que se detalla en la Tabla 4. Los datos de consumo de combustible (L) se convertirán a kilogramos (kg), Luego, se multiplicará los kilogramos de combustible por su valor calórico neto. Donde, se multiplicará el valor resultante por cada uno de los factores de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O y por su respectivo potencial de calentamiento global (PCG).

Tabla 4. Valores de poder calorífico inferior, densidad y factores de emisión de los combustibles fósiles

Tipo de combustible	Valor Calórico Neto (kJ/kg)	Densidad (kg/L)	kg CO ₂ /GJ	kg CH ₄ /GJ	kg N ₂ O /GJ
Gasolina 90 Plus	47 697,6	0,7215	69,3	0,033	0,003
Lubricantes	40 200,0	0,853	73,3	0,003	0,0006
Diésel B5	45 500,0	0,87	74,1	0,004	0,004
GLP	47 300,0	0,542	63,1	0,062	0,0002

Fuente: IPCC (2006).

Tabla 5. Potencial de calentamiento global (PCG) de los principales GEI

Gas de Efecto Invernadero	Potencial de calentamiento Global
CO ₂	1
CH ₄	25
N ₂ O	298

Fuente: IPCC (2014).

Obteniendo la sumatoria de los datos multiplicados se obtendran el total de emisiones de GEI expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq) generadas en el desarrollo de la actividad. Todos los pasos anteriores se resumen en la siguiente fórmula (IPCC, 2006):

$$ED = \sum \frac{(CU_i * VCN_i * FE_c)}{10^3} + \frac{(CU_i * VCN_i * FE_m * PCG_m)}{10^3} + \frac{(CU_i * VCN_i * FE_o * PCG_o)}{10^3} \quad (2)$$

Dónde:

- ED : Emisiones Directas de GEI, en t CO₂ eq
- CU_i : Combustible utilizado, en kg.
- VCN_i : Valor Calórico Neto del combustible utilizado, en GJ/kg
- FE_c : Factor de Emisión de CO₂ del combustible utilizado, en kgCO₂/GJ
- FE_m : Factor de Emisión de CH₄ del combustible utilizado, en kgCH₄/GJ
- FE_o : Factor de Emisión de N₂O del combustible utilizado, en kgN₂O/GJ
- PCG_m: Potencial de Calentamiento Global del CH₄
- PCG_o : Potencial de Calentamiento Global del N₂O

3.3.3.2. Estimación de las emisiones indirectas de GEI

A) Emisiones por consumo eléctrico

La emisión de GEI por consumo eléctrico se estimaron con la siguiente ecuación:

$$ECO_2 = kWh * F.E. \quad (3)$$

Donde:

- ECO₂ : Emisiones Directas de GEI, en t CO₂ eq
- kWh : Es la sumatoria de los kilowatts hora consumidos por la institución.
- F.E : factor de emisión (0.000615 t CO₂ eq/kWh) (MINEM, 2017).

3.3.3.3. Estimación de las otras emisiones indirectas de GEI

A) Cuantificación de emisiones por viajes terrestres

La emisión de gases de efecto invernadero por viajes terrestres se estimaron con la siguiente ecuación:

$$ECO_2 = km * F.E. \quad (4)$$

Donde:

ECO₂ : Emisiones de GEI, en t CO₂ eq

km : Trayecto total recorrido, expresado en kilómetros.

F.E. : factor de emisión para papel (0.000184 t CO₂ eq/km) (IPCC, 2006)

B) Cuantificación de las emisiones por consumo de agua

Se calcularon las emisiones de GEI por consumo de agua utilizando, para ello, la siguiente ecuación:

$$ECO_2 = C.A * F.E. \quad (5)$$

Donde:

ECO₂ : Emisiones de GEI, en t CO₂ eq

C.A. : Dato de consumo de agua, expresado en metros cúbicos (m³).

F.E. : factor de emisión por consumo de agua (0.0005 t CO₂ eq/m³) (IPCC, 2006)

C) Cuantificación de las emisiones por consumo de papel

La emisión de gases de efecto invernadero por consumo de papelería, se estimaron con la siguiente ecuación:

$$ECO_2 = C.P * F.E. \quad (6)$$

Donde:

- ECO₂ : Emisiones de GEI, en t CO₂ eq
 C.P : consumo de papel, expresado en kilogramos.
 F.E. : factor de emisión para papel (0.00184 t CO₂ eq/kg) (IPCC, 2006)

3.3.3.4. Estimación de las emisiones totales de GEI

Se calculará el total de emisiones de GEI provenientes de las actividades de la UGEL-LP utilizando la siguiente ecuación (IPCC 2006):

$$ET = ED + EI + OIE \quad (7)$$

Donde:

- ET : Emisiones totales de GEI, en t CO₂ eq
 ED : Emisiones directas de GEI, en t CO₂ eq (Alcance 1)
 EI : Emisiones indirectas de GEI, en t CO₂ eq (Alcance 2)
 OEI : Otras emisiones indirectas de GEI, en t CO₂ eq (Alcance 3)

3.3.4. Estimación de la huella de carbono per cápita del personal de la UGEL

Para la estimación de la huella de carbono per cápita del personal que labora en la UGEL-LP se empleó la siguiente ecuación.

$$HC = \frac{ET}{N} \quad (8)$$

Donde:

- HC : Huella de carbono del personal de la UGEL-LP, en t CO₂ eq
 ET : Emisiones totales de GEI, en t CO₂ eq
 N : Número total de personas

3.3.5. Medidas propuestas para la reducción de la huella de carbono

Después de analizar los resultados obtenidos de la huella de carbono de la UGEL-LP en los incisos posteriores, se plantearán las siguientes alternativas de reducción y compensación de las emisiones totales de GEI, considerándose la proyección y el interés de la UGEL-LP:

- 1) Económicos: dependiendo de la capacidad de una organización para invertir o financiar su proyección en cuanto a reducir y/o compensar la huella de carbono.
- 2) Ambiental: las propuestas serán evaluadas en función a los beneficios ambientales que contribuyan ya sea en la reducción o en la compensación de las emisiones de dióxido de carbono.
- 3) Tiempo: la implementación de las propuestas se basa en la consecución de objetivos de reducción y compensación a corto, medio y largo plazo, de las emisiones producidas.
- 4) Monitoreo: el estudio trazará la línea base de las emisiones de GEI utilizadas por la UGEL-LP. Sobre esta base, es necesario monitorear el progreso de la implementación de los objetivos anuales de reducción de dióxido de carbono

Los responsables de la aplicación de las medidas propuestas estarán a cargo de las partes involucradas de la Unidad de Gestión Educativa Local – Leoncio Prado (UGEL-LP).

3.4. Tipo y nivel de investigación e identificación de la variable

El tipo de investigación del presente trabajo es; básico, teórico o pura según SANCHEZ, 1998; ya que busca acrecentar los conocimientos teóricos. También presenta un nivel de investigación descriptiva ya que la información obtenida en la investigación, servirá como base, para investigaciones que requieran un mayor nivel de profundidad (CANALES *et al*, 2004). El presente estudio de investigación, presenta una variable, definiéndola como una variable unidimensional (JACOBO *et al*, 2012), siendo: la huella de carbono la variable identificada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero

En la Tabla 6 muestra las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero identificadas en la Unidad de Gestión Educativa Local – Leoncio Prado (UGEL-LP), considerándose los límites organizacionales y límites operacionales, empleándose así mismo la lista de identificación de fuentes de emisión de gases de efecto invernadero, de las cuales se obtuvo la información para el cálculo de emisión de gases de efecto invernadero.

Tabla 6. fuentes de gases de efecto invernadero

Límites Organizacionales	Límites Operacionales	Tipo de fuente de emisión
Enfoque de control	Alcance 1	- Emisión por combustibles derivados del petróleo
	Alcance 2	- Consumo energía eléctrica de la UGEL-LP
	Alcance 3	- Viajes terrestres
		- Consumo de agua
		- Consumo de papel

Fuente: Elaboración Propia

GÜERECA *et al.* (2013), en el instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, identifico como fuentes de emisión de GEI a: consumo de electricidad, transporte terrestre, transporte aéreo, uso de papel, disposición de residuos y envíos

. En la tabla 6, Se identificaron 5 fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero, las cuales estaban dentro de los tres límites operacionales, teniéndose en el

alcance 1: emisión por combustibles derivados del petróleo, alcance 2: consumo de energía eléctrica, alcance 3: emisión por viajes terrestres, consumo de agua y consumo de papel., y a diferencia del autor citado en nuestro trabajo presentamos el alcance 3 que incluye el consumo de agua, pero excluye los residuos sólidos.

Asimismo, COMÚN y SAAVEDRA (2017) menciona que la Universidad de San Martín de Porres sus fuentes de emisión de gases de efecto invernadero eran por consumo de electricidad, agua, papel, viajes y transportes; mientras que, en el presente trabajo se incluyó el consumo de combustible.

Por otra parte, BARREDA y POLO (2012), indica que la Universidad Católica de San Pablo de Arequipa que su principal fuente de emisión de GEI son por consumo de combustibles; mientras la principal fuente en el presente trabajo es por consumo de energía eléctrica, como se observa en la tabla 6.

MINAM (2010) en el informe de cálculo de huella de carbono reporta que las fuentes de emisión son por consumo eléctrico, transporte local, transporte aéreo, transporte terrestre, consumo de papel y consumo de agua.

Por su parte BURGA y ORDOÑEZ (2014) en la estimación de huella de carbono del parque temático “Granja Villa” reporta que las fuentes de emisiones de GEI son por: consumo de combustible, consumo eléctrico, transporte terrestre, consumo de agua, consumo de papel y generación de residuos. Según los estudios, a diferencia del presente trabajo, no se considera al transporte aéreo, ya que no se realizaron dicha actividad y tampoco se toma en cuenta a la generación de residuos, ya que no se registran valores para su cuantificación.

4.2. Consumo de combustibles, transporte terrestre, energía eléctrica, agua y papel

4.2.1. Consumo de combustibles

En la Tabla 7 muestra la cantidad de combustible adquirido la cual está registrado en el Sistema Integrado de Gestión Administrativa, de donde se revisó las

órdenes de compra que adquirirían combustibles y de la cual obtuvo estos datos de consumo para las actividades de la UGEL-LP.

Tabla 7. Consumo de combustible de la UGEL-LP.

Año	Combustible usado (gal.)		
	Gasolina 90	Diésel B5	Total combustible
2015	170.00	1576.94	1746.94
2016	162.00	1608.49	1770.49
2017	523.00	2085.39	2608.39
2018	495.00	2634.30	3129.30
2019	332.50	730.00	1062.50

Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, se observa que el mayor consumo es con el combustible Diésel B5, teniéndose así que en el año 2018 se registró 2634.30 galones de Diésel B5. El mayor consumo de Gasolina de 90 octanos se registró en el año 2017 con 523 galones y en el año 2018 con 495 galones.

En la Figura 2 se puede observar que se registró mayor consumo de combustible en los años 2017 con un total de 2608.39 galones, y en el año 2018 con 3129.30 galones de Diésel B5 y gasolina de 90.

ARIAS (2020) en la municipalidad de Carhuamayo, reporto un total de 10 465.69 galones de combustible consumido. Al igual COMÚN y SAAVEDRA (2017), al estimar la huella de carbono de la comunidad universitaria al desplazarse hacia la Universidad Nacional Agraria la Molina, encontró de igual forma, altos consumos de combustible con 54437.48 m³ de GNV y una distancia acumulada de 1580234 km de transporte terrestre.

Siendo estos datos de consumo, superiores a los registrados dentro de la UGEL-LP, ya que, en la figura 2 para el año 2018 se reportó el mayor consumo de 495.00 galones de gasolina de 90 octanos y 2 634.30 galones de Diésel B5, haciendo un total de 3 129.30 galones de combustible consumido.

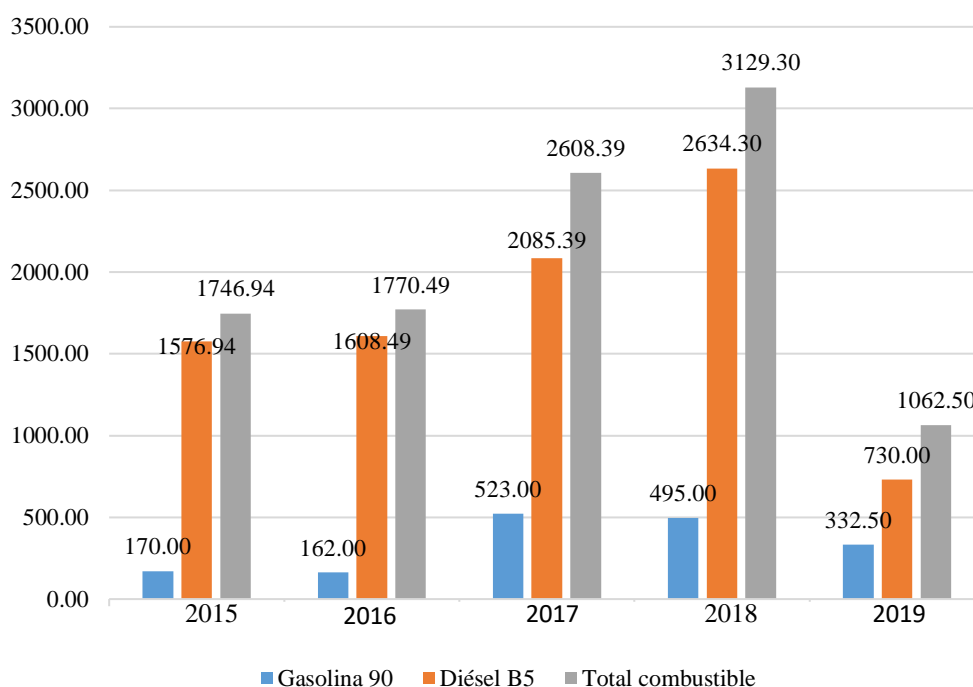


Figura 2. Distribución anual de consumo de combustibles por la UGEL-LP

4.2.2. Transporte terrestre

En la Figura 3 se muestra la cantidad de kilómetros recorridos por el transporte de la institución en los años 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019, registrándose mayor distancia recorrida en los años 2015 con 102696 km, seguido del año 2016, con 101717 km. Asimismo, se observa que conforme avanzaban los años se observa una disminución en el transporte terrestre, siendo esto reflejado en menor distancia recorrida, registrándose para el año 2018 unos 86118 kilómetros.

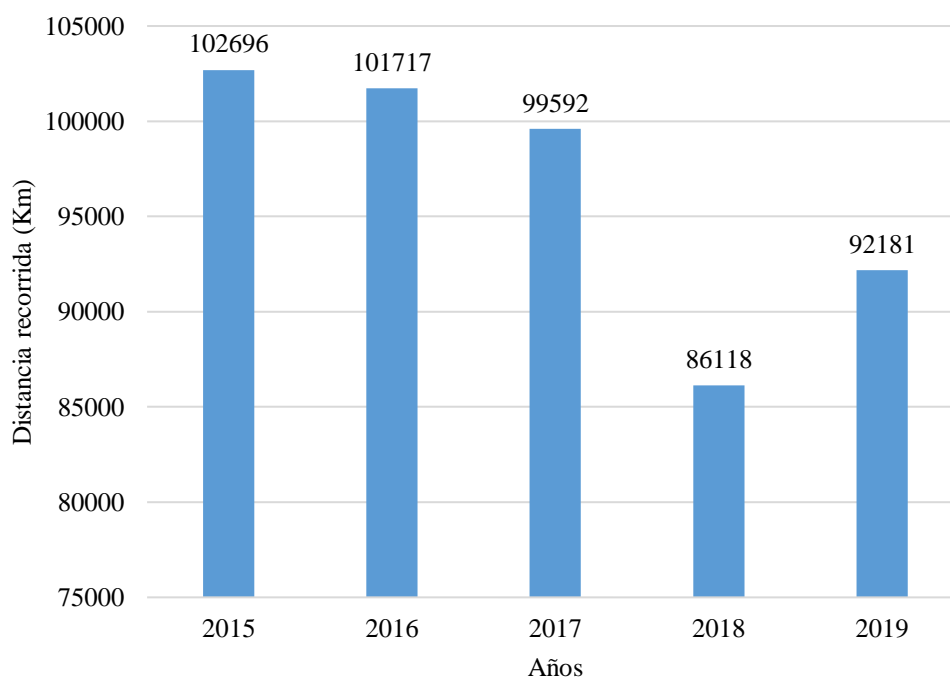


Figura 3. Distribución anual de distancia recorrida en el transporte terrestre de la UGEL-LP.

De acuerdo a la figura 3, la mayor distancia recorrida anual fue en el año 2015 de 102 696 km. A diferencia de HINOSTROZA (2019), reporta distancias inferiores, de 27 983.82 km para el transporte de la comunidad universitaria, profesores y trabajadores hacia el campus de la Universidad Ricardo Palma.

4.2.3. Consumo de energía eléctrica

En la Figura 4 se muestra el consumo eléctrico de la UGEL-LP en los años, 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019; registrándose mayor consumo de energía eléctrica durante el año 2017, con 60 692 kWh y en el año 2018, con 33 801 kWh. Por otro lado, se observa que anualmente existe un aumento en el consumo de la energía eléctrica, registrándose el menor consumo de energía eléctrica en los años 2015, con 30 099 kWh y en el año 2016, con 30 593 kWh.

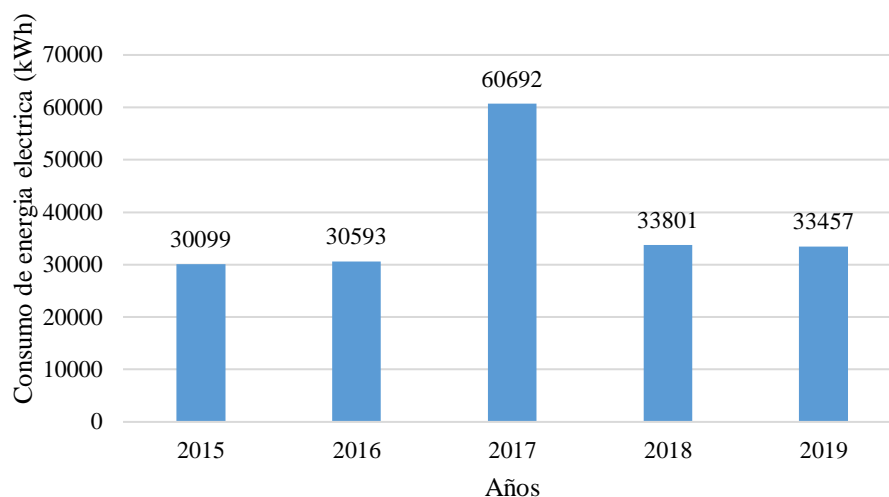


Figura 4. Distribución anual del consumo eléctrico de la UGEL-LP.

4.2.4. Consumo de agua

En la tabla 8 se muestra el volumen consumido de agua asumida por la UGEL-LP en sus instalaciones durante los años, 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019; registrándose mayor consumo de agua en el año 2016, con 1776 m³.

Asimismo, en la Figura 5 se observa que el volumen consumido de agua aumentó anualmente, siendo que en el año 2018 se registró el menor volumen de consumo de agua, con 1199 m³.

Tabla 8. Consumo de agua (m³).

Año	Volumen consumido de agua (m ³)	
	UGEL-LP	Total
2015	1656	1656
2016	1776	1776
2017	1488	1488
2018	1199	1199
2019	1216	1216

Fuente: Elaboración Propia

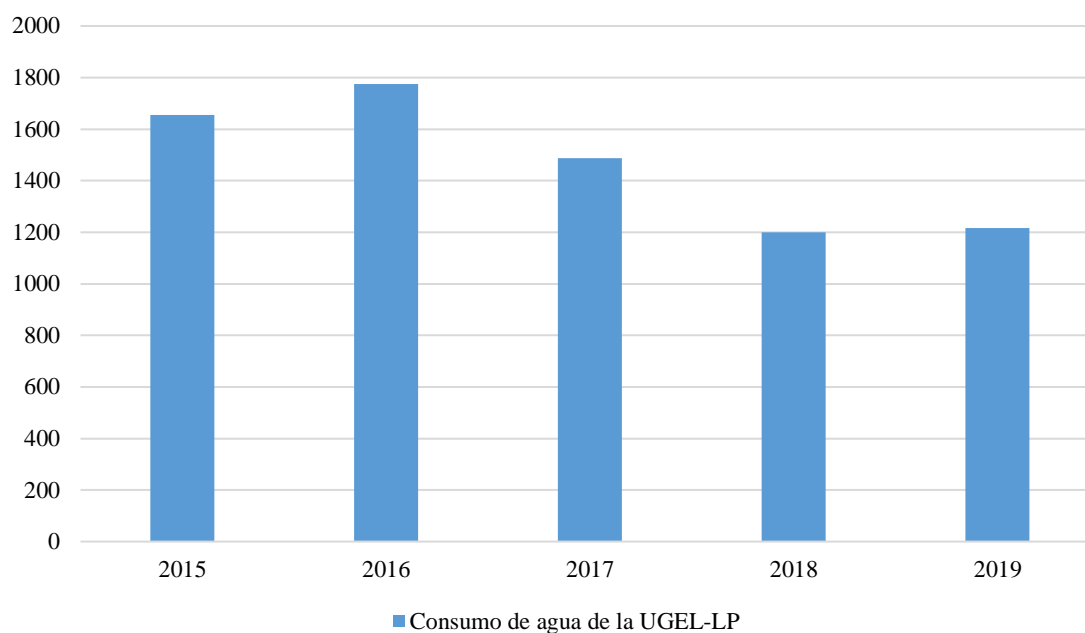


Figura 5. Distribución anual de consumo de agua por la UGEL-LP.

4.2.5. Consumo de papel

En la tabla 9 muestra la cantidad de papelería adquirido por la UGEL-LP para la institución. Observándose mayor consumo de papelería en el año 2015, con 67 908.27 kg, la cual fue disminuyendo hasta el año 2019, donde se registró 3587.60 kg de papel adquirido (Figura 6).

Tabla 9. Consumo de papel

Año	Consumo de papel (kg)	
	UGEL-LP	Total
2015	67908.27	67908.27
2016	2497.38	2497.38
2017	4752.89	4752.89
2018	12778.40	12778.40
2019	3587.60	3587.60

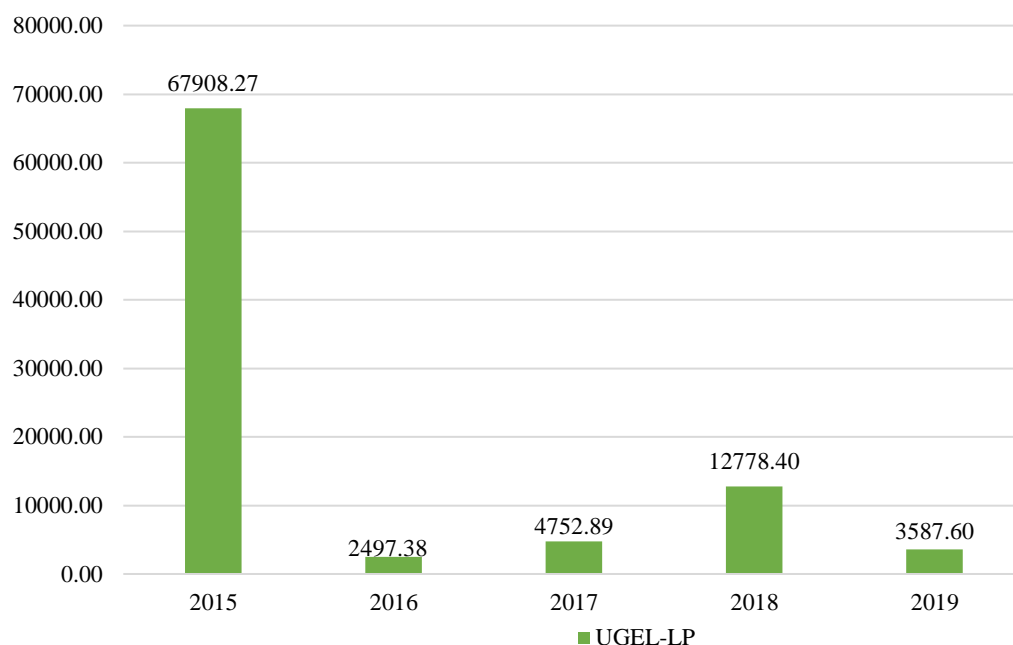


Figura 6. Distribución anual de consumo de papelería por la UGEL-LP.

Por su parte TORRES (2016) para el colegio Mi Jesús indica que hubo 472.43 kWh de consumo eléctrico. Sin embargo, existen instituciones y/o empresas de mayor envergadura las cuales poseen actividades de mayores magnitudes, por lo cual registran mayores consumos en las fuentes de emisiones de GEI. Así como indica TORO *et al.* (2013), quien reporta valores para la Universidad de Córdoba de 14 424 435 kWh de consumo eléctrico, 176 805 m³ de consumo de agua y 75 371 kg de papel.

Al igual HERMOSILLA (2014) en la Universidad Politécnica de Cartagena reporto altos valores de consumo para el consumo eléctrico con 6 417 907 kWh, consumo de papel con 16.467 toneladas, consumo de agua con 24 703 m³. Siendo estos datos similares a los reportados por la UGEL-LP, en la figura 4, dado que en el año 2018 se obtuvo un mayor consumo de 588 542.57 kWh de energía eléctrica, en el año 2016 un consumo de 1 776 m³ de agua como se indica en la figura 5 y en el año 2015 se realizó un mayor consumo de 67 908.27kg de papel observados en la tabla 9.

4.3. Emisiones de gases de efecto invernadero por alcance y huella de carbono de la UGEL-LP

4.3.1. Estimación de las emisiones directas de GEI (Alcance 1)

En la Tabla 10 muestra las emisiones correspondientes para los tipos de combustibles utilizados, gasolina 90 octanos y diésel B5, considerándose desde los años 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019. Se observa que mayor emisión de GEI son con el combustible Diésel B5, dado que este fue más empleado, siendo en el año 2018 donde mayor emisión de GEI se registró, con 29.76 tCO₂ eq. Las emisiones de GEI con el combustible, gasolina de 90 octanos fue menor, y, el mayor dato registrado fue en el año 2017, con 5.07 tCO₂ eq.

Tabla 10. Emisiones de GEI con gasolina 90 y Diésel B5.

Año	Gasolina 90			Emisión de GEI
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	tCO ₂ eq
2015	1.53	0.02	0.22	1.77
2016	1.46	0.02	0.23	1.71
2017	4.72	0.06	0.29	5.07
2018	4.47	0.05	0.37	4.89
2019	3.00	0.04	0.10	3.14
Año	Diésel B5			Emisión de GEI
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	tCO ₀ eq
2015	17.51	0.02	0.28	17.81
2016	17.86	0.02	0.29	18.17
2017	23.16	0.03	0.37	23.56
2018	29.25	0.04	0.47	29.76
2019	8.11	0.01	0.13	8.25

Fuente: Elaboración Propia

En el año 2019 las emisiones correspondientes al alcance 1 por consumo de combustible, fueron de 11.39 tCO₂ eq; valor que fue inferior al registrado en el año base (2015), con 19.59 tCO₂ eq. El valor más alto de emisión de GEI se registró en el año 2018, con 34.65 tCO₂ eq. En la Figura 7 se observa que las emisiones de GEI incrementaron anualmente hasta el año 2018. Es la huella de carbono la mejor herramienta que permite estimar las emisiones de GEI en una organización, la cual en un futuro les permite tomar medidas de reducción de sus fuentes (ARRANZ *et al*, 2012).

Igualmente, CER (2009) indica que las diferentes empresas de rubros hoteles, recreos, parque de diversiones buscan medir su huella de carbono y a la vez neutralizar su huella de carbono. Asimismo, BURGA y ORDOÑEZ (2014), al cuantificar la huella de carbono de la Granja Villa, encontró que en el alcance 1 se generó 41.42 tCO₂ eq, similar resultado se registró en la UGEL-LP, como se indica en la tabla 11.

Tabla 11. Emisión de GEI para el alcance 1.

Año	Emisiones de GEI parciales			Emisión de GEI tCO ₂ eq
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
2015	19.04	0.04	0.50	19.59
2016	19.32	0.04	0.51	19.88
2017	27.88	0.09	0.67	28.63
2018	33.72	0.09	0.84	34.65
2019	11.11	0.05	0.23	11.39

Fuente: Elaboración Propia

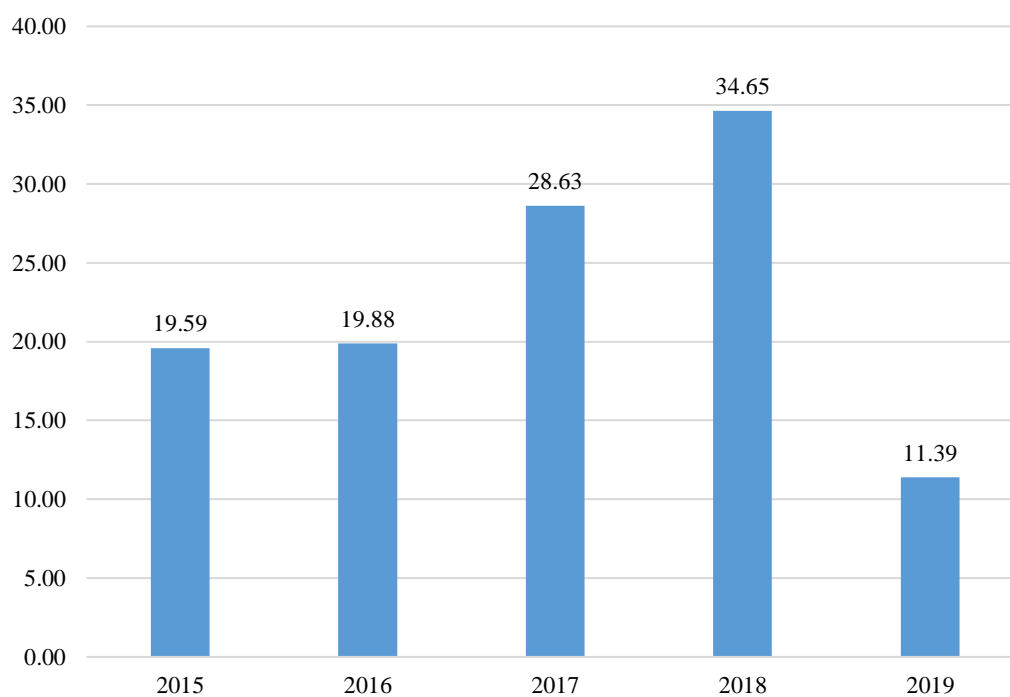


Figura 7. Distribución anual de emisión de GEI para el alcance 1.

4.3.2. Estimación de las emisiones indirectas de GEI (Alcance 2)

En la Tabla 12 muestra las estimaciones de GEI por consumo de energía eléctrica. En el año 2019 las emisiones correspondientes al alcance 2, fueron de 20.79 tCO₂ eq; valor que fue superior al registrado en el año base (2015), con 18.51 tCO₂ eq. En la Figura 8 se observa que, desde el año base, existe un crecimiento en las emisiones de GEI.

Tabla 12. emisión de GEI para el alcance 2.

Año	Consumo kWh	Emisiones t CO ₂ eq
2015	30099	18.51
2016	30593	18.81
2017	60692	19.04
2018	33801	20.79
2019	33457	20.58

Fuente: Elaboración Propia

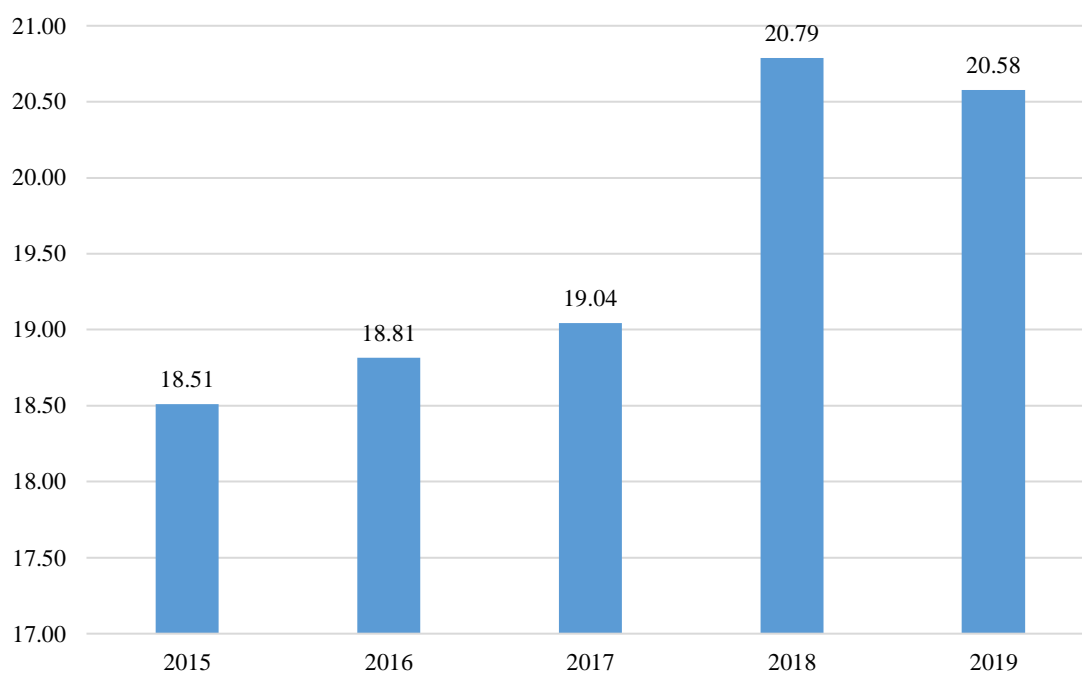


Figura 8. Distribución anual de emisión de GEI para el alcance 2.

BURGA y ORDOÑEZ (2014), al cuantificar la huella de carbono de la Granja Villa, encontró en el alcance 2 y 3 4307.97 tCO₂ eq, el cual representa el 99.05% de emisiones, esto debido a que se registró un elevado consumo de energía eléctrica y en menor medida lo represento el consumo de agua, papel y transporte; similares resultados se registró en la UGEL-LP, según la figura 8, dado que el consumo eléctrico componente del alcance 2, represento el mayor porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero en el año 2018 con 20.79 tCO₂ eq.

4.3.3. Estimación de otras emisiones indirectas de GEI (Alcance 3)

Tabla 13. emisión de GEI para el alcance 3

Fuente	año				
	2015	2016	2017	2018	2019
Distancia recorridos (km)	102696	101717	99592	86118	92181
Emisión de GEI tCO ₂ eq	18.90	18.72	18.32	15.85	16.96
Consumo de agua (m ³)	1656	1776	1488	1199	1216
Emisión de GEI tCO ₂ eq	0.83	0.89	0.74	0.60	0.61
Consumo de papelería (kg)	67908.27	2497.38	4752.89	12778.40	3587.60
Emisión de GEI tCO ₂ eq	124.95	4.60	8.75	23.51	6.60
Emisiones totales de GEI tCO ₂ eq	144.68	24.20	27.81	39.96	24.17

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 13 muestra los valores de otras emisiones indirectas de GEI la cual contiene, viajes terrestres, consumo de agua y consumo de papel. En el año 2019 las emisiones correspondientes al alcance 3, fueron de 24.17 tCO₂ eq; valor que fue menor al registrado en el año base (2015), con 144.68 tCO₂ eq. Dado que en este año el consumo de papel fue elevado, incrementando así los valores de emisiones de GEI (Figura 9).

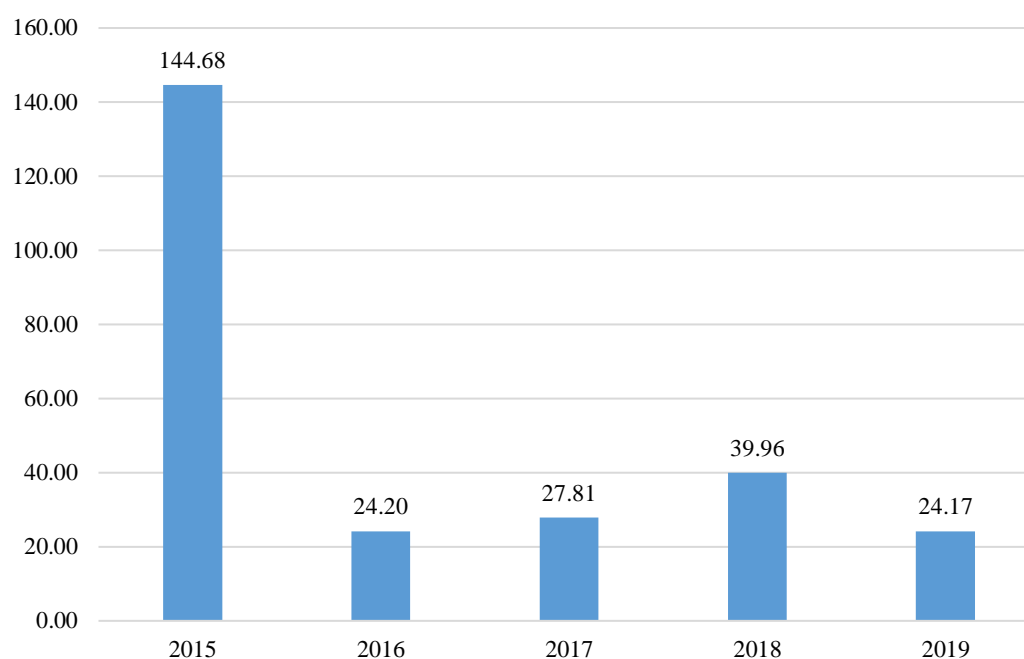


Figura 9. Distribución anual de emisión de GEI para el alcance 3.

4.3.4. Huella de carbono de la UGEL-LP

Teniendo en cuenta las emisiones de los alcances 1, 2 y 3, la Tabla 14 y la Figura 10 muestran la huella de carbono para la UGEL-LP desde los años 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019. Correspondiendo para el año 2019 unas 56.13 toneladas de CO₂ equivalente.

Tabla 14. huella de carbono de la UGEL-LP.

Año	Emisiones directas de t CO ₂ eq (Alcance 1)	Emisiones indirectas de t CO ₂ eq (Alcance 2)	Otras Emisiones indirectas de t CO ₂ eq (Alcance 3)	Total de emisiones de t CO ₂ eq
2015	19.59	18.51	144.68	182.78
2016	19.88	18.81	24.20	62.89
2017	28.63	19.04	27.81	75.49
2018	34.65	20.79	39.96	95.40
2019	11.39	20.58	24.17	56.13

Fuente: Elaboración Propia

ARGUEDAS (2012) en el Instituto Tecnológico de Costa Rica estimó que se emitió 2 541 tCO₂ eq. Igualmente, de TORO et al. (2013) en la Universidad de Córdoba reportó para el alcance 1 emisiones de 1 361.98 tCO₂ eq, en el alcance 2 unos 6 632.80 tCO₂ eq y al alcance 3 unos 6556 tCO₂ eq con un total de 14 550.78 tCO₂ eq.

Asimismo, HERMOSILLA (2014) al estimar la huella de carbono de la Universidad Politécnica de Cartagena, reporta un total de 9088.39 tCO₂ eq. COMÚN y SAAVEDRA (2017) estima que la huella de carbono para el transporte de la comunidad universitaria de la UNALM es de 1 389.41 tCO₂ eq. Siendo estos datos de huella de carbono según la tabla 14 superiores a los registrados en la UGEL-LP, debido a que las actividades desarrolladas en estas generan mayores consumos en las fuentes emisoras de GEI.

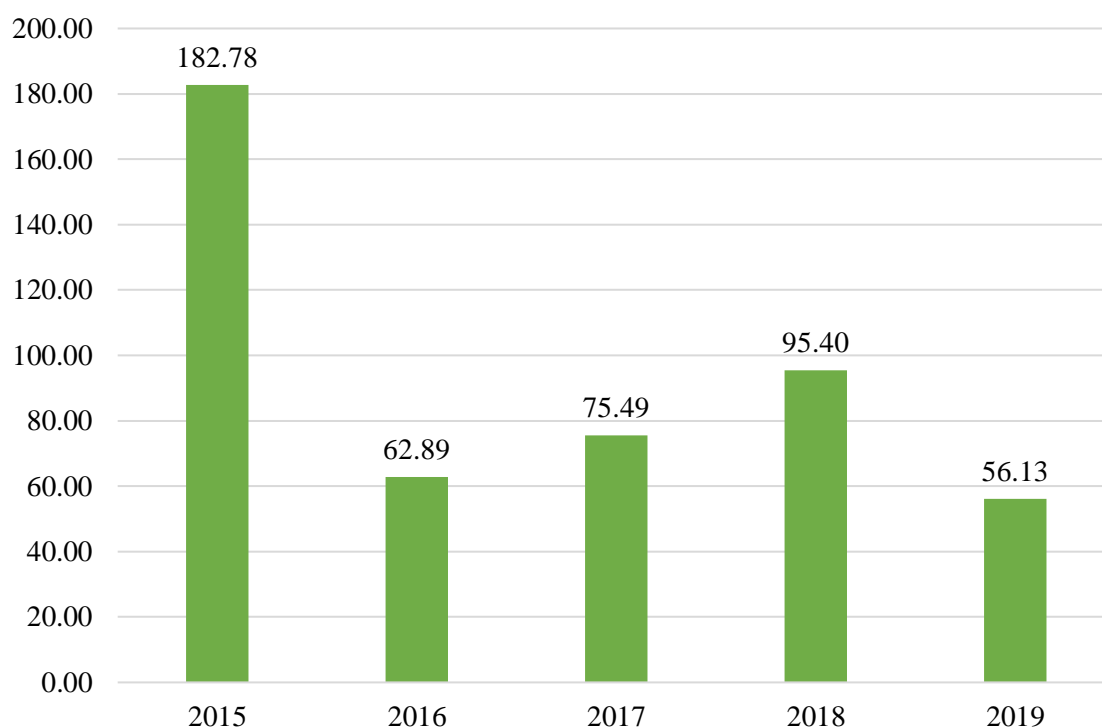


Figura 10. Distribución anual huella de carbono de la UGEL-LP.

En la Tabla 15 y la Figura 11 muestran las emisiones de t de CO₂ equivalente de las cinco fuentes analizadas, observándose que mayor emisión de GEI aporta el consumo de electricidad, con 20.58 t CO₂ eq, representando el 36.66 % de la

huella de carbono; siendo además la fuente de consumo de agua, quien menos apporto, con 0.61 t CO₂ eq, representando el 1.08 %.

Tabla 15. huella de carbono de la UGEL-LP en el año 2019

Fuente	t CO ₂ eq	%
Consumo de combustible	11.39	20.29
Consumo de electricidad	20.58	36.66
Viajes terrestres	16.96	30.22
Consumo de agua	0.61	1.08
Consumo de papel	6.60	11.76
Total	56.13	100.00

Fuente: Elaboración Propia

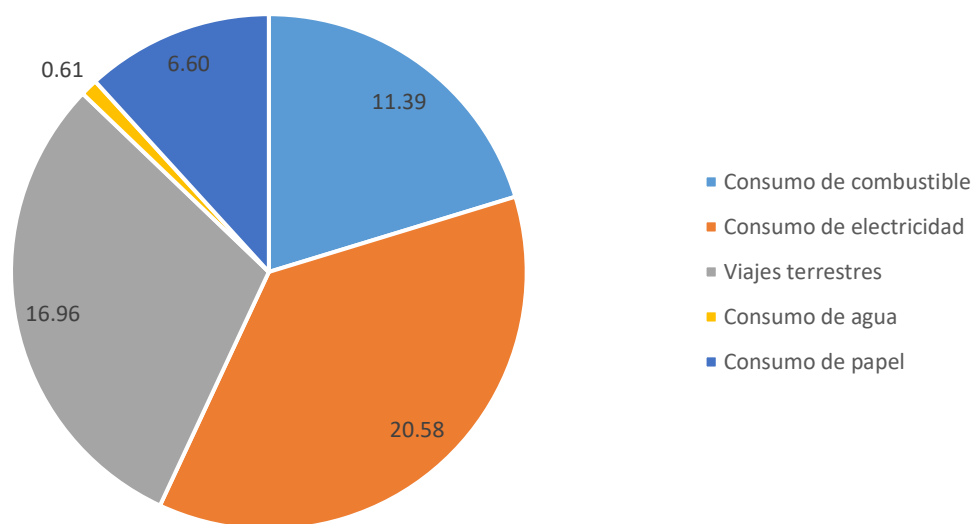


Figura 11. Distribución de emisiones de GEI por fuentes en el año 2019.

4.4. Huella de carbono per cápita del personal de la UGEL-LP

En la Tabla 16 muestra el cálculo de la huella de carbono per cápita de la UGEL-LP en base a las emisiones de los alcances 1, 2 y 3 y el total del personal laboral

de la UGEL-LP, para el año 2019, debido que la institución no cuenta con la información de los años anteriores.

Tabla 16. estimación de la huella de carbono per cápita de la UGEL-LP

Emisiones totales tCO ₂ eq alcance 1 + alcance 2 + alcance 3	total trabajadores UGEL-LP	Huella per cápita de trabajadores (tCO ₂ eq/persona)
56.13	95	0.59

Fuente: Elaboración Propia

Observándose así la huella de carbono per cápita del personal (tCO₂ eq/persona) que labora en la Unidad de Gestión Educativa Local – Leoncio Prado (UGEL-LP), obteniéndose 0.59 tCO₂ eq/trabajador.

TORRES (2016) reporto bajo valor de huella de carbono per cápita para el colegio “Mi Jesús”, con 2.18 tCO₂ eq/persona. Así mismo, el MINAM (2009) reportó una huella de carbono per cápita de 3.6 tCO₂ eq/persona, este alto valor fue a causa del incremento de emisiones de viajes aéreos, representando el 42.23 % de emisiones, y que para ese año solo contó con 188 trabajadores. Por su parte según la tabla 16, la Unidad de Gestión Educativa Local – Leoncio Prado al año 2019 tuvo 95 trabajadores en total, por lo cual se reporta una huella per cápita de trabajadores de 0.59 tCO₂ eq/trabajador, el valor de huella de carbono per cápita es debido al alto valor de emisión de gases de efecto invernadero y al número de trabajadores de la UGEL-LP. Por otro lado, cuando mayor es el número de personas que son participes de las actividades fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero, menor será valor per cápita de huella de carbono. Es así que en instituciones como universidades, las cuales poseen mayor número de personas que están ligadas a las actividades de emisión de GEI, reportan menores valores de huella de carbono per cápita. Tal como, De TORO *et al.* (2013) reportó para las emisiones de la Universidad de Córdoba, 0.451 tCO₂ eq/ persona de huella de carbono per cápita. Por su parte HERMOSILLA (2014) en la Universidad Politécnica de Cartagena, reporto un total de 9088.39 tCO₂ eq y una población de 8494 personas, con una huella de carbono per cápita de 1.07 tCO₂ eq/persona.

MINAM (2010) en el informe de cálculo de huella de carbono reporta que las fuentes de emisión son por consumo eléctrico, transporte local, transporte aéreo, transporte terrestre, consumo de papel y consumo de agua. Por su parte BURGA y ORDOÑEZ (2014) en la estimación de huella de carbono del parque temático “Granja Villa” reporta que las fuentes de emisiones de GEI son por: consumo de combustible, consumo eléctrico, transporte terrestre, consumo de agua, consumo de papel y generación de residuos. Según los estudios, a diferencia del presente trabajo, no se considera al transporte aéreo, ya que no se realizaron dicha actividad y tampoco se toma en cuenta a la generación de residuos, ya que no se registran valores para su cuantificación.

V. CONCLUSIONES

1. Se identificaron las fuentes de emisiones de GEI en la UGEL-LP, siendo: consumo de combustible, energía eléctrica, transporte terrestre, consumo de agua y consumo de papel.
2. Los mayores consumos de combustible y energía eléctrica, se dieron en el año 2018. En el año 2015 se recorrió una mayor distancia, usando transporte de terrestre y el consumo mayor de agua y papel fue en el 2016 y 2015 respectivamente.
3. Los valores más altos para el alcance 1 y 2, se dieron en los años 2018, y del alcance 3, en el 2015; cuyas emisiones fueron 34.65 tCO₂ eq, 20.79 tCO₂ eq y 144.78 tCO₂ eq respectivamente. Haciendo que la UGEL-LP tenga una mayor huella de carbono en el 2015 con 182.78 toneladas de CO₂ equivalente.
4. El valor de huella de carbono per cápita del personal que labora en la UGEL-LP en el 2019 fue de 0.59 tCO₂ eq/persona.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Dado que las mayores emisiones provienen del consumo de energía eléctrica se recomienda: verificar las instalaciones eléctricas para descartar peligros de fuga, reemplazar focos fluorescentes e incandescentes por los LED con sensores de movimiento y luz, fomentar que se apaguen los aparatos electrónicos que no sean utilizados.
2. Reducir los numero de viajes terrestres a solo los que sean estrictamente necesarios. Así también de mantener los vehículos en estado óptimo para mejor desempeño y menores emisiones de GEI.
3. Fomentar el uso de papeles reciclados y que estos remplacen en gran medida al papel virgen que se adquiere para la UGEL-LP e Implementar programas de sostenibilidad y reforzar los ya existentes
4. Los resultados del presente estudio deben de servir como herramienta de sensibilización hacia el personal que labora en la UGEL-LP para la reducción de las actividades fuentes de emisión de gases de efecto invernadero.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, L., SUXO, A., y VERNER, D. (2009). Social Impacts of Climate Change in Peru: A District Level Analysis of the Effects of Recent and Future Climate Change on Human Development and Inequality. Washington, DC. 120 p.
- AMBRÓS, L; CALABRIA, I; RIPOLL, O; ROMÁN, E. 2012. Proyecto final de máster en Ingeniería y Gestión Medioambiental. Criterios de selección de un estándar para la medida de huella de carbono. Madrid, España. Escuela de Organización Industrial. 136 p.
- ARGUEDAS, M. 2012. La Huella de Carbono del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Revista Forestal Mesoamericana Kurú, 9. 51–59 p.
- ARIAS, D. 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. Tesis Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco, Perú. 99 p.
- ARRANZ, M; ELOSEGUI, M; ESTRADA, D; TERRADILLOS, M. 2012. Cálculo de la Huella de Carbono de los másteres full time de Medio Ambiente y Sostenibilidad EOI. Madrid, España Escuela de Organización Industrial.
- BARREDA, M; POLO, J. 2012. Evaluación de la huella de carbono en una institución educativa de nivel superior. Estudio de caso (en línea). Revista de Investigación 3(1):1-2. Arequipa, Perú., Universidad Católica de San Pablo. Consultado 20 abr.2016. Disponible en http://www.ucsp.edu.pe/images/direccion_de_investigacion/Evaluacion_de_la_huella_de_carbono_-_revista.pdf PDF/
- BECERRA, M. R., HENRY, M., BARRERA, R. X., GARCÍA, A. C. 2015. Cambio climático lo que está en juego. El Bando Creativo. 75 p.

- BORQUÉZ, R. 2010. Huella de Carbono. ADCMA 26(1):1-9. Chile. Fundación Terram. 9 p.
- BURGA, G. Y ORDOÑEZ, P 2014. Granja Villa y su mundo mágico S.A “Medida de la Huella de carbono en un Parque Temático con propuesta de reducción y Mitigación de Gases de Efecto Invernadero” Trabajo de Titulación para optar el título de Ingeniero en Gestión Empresarial. Universidad Agraria La Molina. Lima, PE.
- CABALLERO, 2009. Innovaciones en las guías metodológicas para los planes de tesis de maestría y doctorado. Instituto metodológico ALENCARO. Lima, PE. 578 p.
- CANALES *et al*, 2004. Metodología de la investigación. Manual para el desarrollo para el personal de salud. Limusa Noriega Editores. México. 327 p.
- CER, 2009. Centro de Ecoeficiencia y Responsabilidad Social CER. Consultado el 07 de dic. 2015. Disponible. <http://www.cer.org.pe/coeficiencia/>.
- CLEMENTS, R., COSSIO, M., & ENSOR, J. (2010). Climate change adaptation in Peru: The local experiences. 80 p.
- CMCC (Convención Marco de las Naciones Unidas frente al Cambio Climático, Estados Unidos de América). 1992. Referencias bibliográficas: contenido, forma y estructura (en línea). Nueva York, Estados Unidos. p.3. Consultado 12 abr. 2016. en <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>.
- COLLAGUAZO, F. J., ROSARIO, D. S. 2012. Determinación de la huella de carbono en la universidad politécnica salesiana, sede Quito, campus sur. Quito, Ecuador. 133 p.
- COMÚN, K. SAAVEDRA, A. 2017. Estimación de la Huella de Carbono de la Comunidad Universitaria Proveniente de Fuentes Mviles Utilizados para

Desplazarse hacia la UNALM. Tesis para obtener el título de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 109 p.

CRISTANCHO, V. A., MORENO, O. F. 2015. Formulación de estrategias de mitigación y compensación de emisiones de gases de efecto invernadero de bridgestone de Colombia S.A.S. A partir del cálculo de la huella de carbono. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. 98 p.

DÁVILA, F; VARELA, D. 2014. Determinación de la Huella de Carbono en la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito, Campus Sur. Tesis Ing. Ambiental. Ciudad Quito, Ecuador. p. 5-22.

DE TORO, A; GOMERA, A; AGUILAR, J; GUIJARRO, C; ANTÚNEZ, M; VAQUERO, M. 2014. La huella de carbono de la Universidad de Córdoba 2013. Servicio de Protección Ambiental. Publicación septiembre 2014. Argentina.

ESPÍNDOLA, C; VALDERRAMA, J. 2012. Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas (en línea). Información Tecnológica 23(1):163-176.

FLETCHER, S. R. (2004). CRS Report for Congress Global Climate Change : Change. 5-6.

GARGUREVICH, J. 2013. Perú aumentó en 53% sus emisiones de carbono. Andina: Agencia Peruana de Noticias. 10 p.

GREENFACTS. (2007). Cambio Climatico. Report, 1-5. Disponible en: <http://doi.org/3726731927>

GÜERECA, L. P., TORRES, N., Y NOYOLA, A. 2013. Carbon Footprint as a basis for a cleaner research institute in Mexico.

- HERMOSILLA, A. 2014. Huella de Carbono en la Universidad Politecnica de Cartagena: En busca de la Ecoeficiencia. Master en Ingenieria Ambiental y de Procesos Sostenibles. Cartagena, España. 75 p.
- HINOSTROZA, M. 2019. Huella de Carbono del traslado de estudiantes, profesores y trabajadores de la Universidad Ricardo Palma (URP). Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 97 p.
- IHOBE (Sociedad Pública de Gestión Ambiental Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno de Vasco). 2013. 7 Metodologías para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero. 78 p.
- IPCC (Intergovernmental Panel on climate Change). 2006. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. (Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. eds.). Vol. II IGES, JP.
- IPCC (intergovernmental Panel on climate Change).2007. Cambio climático 2007. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III (GTI, GTII y GTIII) al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC, Ginebra, CH. pp 104.
- IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2013. Cambio climático 2013 Bases físicas. Quinto informe de evaluación del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. 143 p.
- ISO (Organización Internacional de Normalización). 2013. ISO 14067: Huella de carbono de productos, Requisitos y directrices para cuantificación y comunicación. Consultado el 28 de noviembre del 2016, de Organización Internacional de Normalización- disponible en <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:ts:14067:ed-1:v1:es:fn:1>

- ISO 14064-1. (2006). Greenhouse gases -- Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals.
- ISO 14064-2. (2006). Greenhouse gases -- Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements.
- ISO 14064-3:2006. (2006). Greenhouse gases -- Part 3: Specification with guidance for the validation and verification of greenhouse gas assertions.
- JACOBO, S; GONZALES, F; PEREZ, E; ROJAS, R. 2012. Fundamentos teóricos y metodológicos para la investigación científica en ciencias agrarias. Talleres gráficos de mercurio, marketing, publicidad y negocios. Huánuco, PE. 208 p.
- LA REPÚBLICA. (5 de junio de 2015). Pacífico Seguros: Un peruano promedio emite 4.7 toneladas de CO₂ al año. La República. Obtenido de <http://larepublica.pe/sociedad/5523-pacifico-seguros-un-peruano-promedio-emite-47-toneladas-de-co2-al-ano>
- MINAM (Ministerio del Ambiente – Perú). 2010. Plan de Acción de Adaptación y Mitigación frente al Cambio Climático. Lima, Perú, pp. 16. Disponible en <http://www.minam.gob.pe>.
- MONDÉJAR, M; VIÑALES, R; BASTANTE J; COLLADO, D; CAPUZ, S. 2011. La huella de carbono y su utilización en las instituciones universitarias. In Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos (15, 2011, España). Valencia, España, Universidad Politécnica de Valencia. p. 1-9. Consultado 15 ene. 2016. Disponible en http://www.aepro.com/files/congresos/2011huesca/CIIP11_1950_1959.3388.pdf.

- MONTES G., ARCE E., 2011. La Huella de Carbono en la Municipalidad de San Carlos y Logro de la Carbono Neutralidad. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 86p.
- NEL Q. 1981. Metodología de la investigación. MACRO. Lima. 334 p.
- PIRE, S Y GONZÁLEZ, M. 2005. Estimación de emisiones de metano en vertederos sanitarios. Instituto Superior Politécnico. La Habana, Cuba. 6 p
- REED, K.; EHRHART, C. 2007. Guía para responsabilizarnos de las Emisiones de Gases Efecto Invernadero de CARE. Taller CARE y El Carbono (en línea). Nairobi, Kenya, p. 5-8. Consultado 14 may. 2016. Disponible en http://www.careclimatechange.org/files/CARE_docs/CARE_Going_Carbon_Neutral_SP.pdf.
- REYES, L., Y IJU, A. (2007). Efecto Invernadero y Cambio Climático Rol de CONAM en el MDL. 95 p.
- RODAS, S. 2014. Estimación y gestión de la huella de carbono del campus central de la Universidad Rafael Landívar (en línea). Tesis Ing. Ambiental. Guatemala de la Asunción, Guatemala, Universidad Rafael Landívar. Consultado 20 ene. 2016. Disponible en <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/15/Rodas-Sofia.pdf>.
- ROEL P. 1997. La tercera revolución industrial y la era del conocimiento. CONCYTEC. Lima. 239 p.
- ROZAS, G. 2003. Aproximación Psico-Comunitario Ambiental al Problema de Calentamiento Global. Revista de Psicología 002 (XII): 19-34.
- RUSSO, R. 2009. Guía Práctica para la medición de la captura de carbono en la biomasa forestal. Universidad EARTH, Unidad de Carbono Neutro. Costa Rica. 17p.

- SANCHEZ, C. 1998. Metodología y diseño en la investigación científica. Lima. 3ra edición.
- SCOOT, P. 1998. Introducción a la investigación y evaluación educativa. Instituto de investigación y mejoramiento educativo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Publiesca Guatemala.
- SOTO, M. 2012. Escuelas redujeran su huella de carbono. La Nación. 75 p.
- TORRES, L. 2016. Determinación de la relación entre la huella de carbono y los conocimientos, actitudes y prácticas de los estudiantes del nivel secundario y el personal del Colegio “Mi Jesús”, mediante cuestionarios sobre emisiones de gases de efecto invernadero. Tesis Ingeniero Ambiental. Universidad Peruana Unión. Lima, Perú. 124 p.
- UNITED NATIONAL FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE [UNFCCC]. (1998). Kyoto Protocol To the United Nations Framework Kyoto Protocol To the United Nations Framework. Review of European Community and International Environmental Law. 214–217 P.
- UNITED NATIONAL FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE [UNFCCC]. (2012). Fact sheet the Kyoto Protocol, (December 1997). 1–8 p.
- VARGAS, P. (2009). El Cambio Climático y Sus Efectos en el Perú. 59 p.
- VERGÉS, J. 2009. El Protocolo de Kyoto y el mercado de emisiones de CO₂; regulación mediante mercado para una especial externalidad negativa. Consultado el 08 de dic. 2015. Disponible en <http://www.uab.es>.
- VITERI. 2013 Calculo de la huella de carbono de la facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito-Ecuador, 2013 Carbon Footprint - A Case Study on the Municipality of Haninge Weiling Wu.

WBCSD-WRI (World Business Council for Sustainable Development & World Resources Institute). 2004. Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte. Washington DC, Estados Unidos de América.

WRI (World Resources Institute). 2008. GHG Protocol Tool for Mobile Combustion (v 2.0). Washington DC, Estados Unidos de América.

WBCSD-WRI (World Business Council for Sustainable Development & World Resources Institute). 2010. Indirect CO₂ emissions from the Consumption of Purchased Electricity, Heat, and/or Steam (v 4.0). Washington DC, Estados Unidos de América.

WWF (World Wildlife Fund). 2007. Guía para ONG, Cuantificación y reducción de emisiones de CO₂ del transporte. Madrid España. 110 p.

VIII. ANEXOS

Anexo A. Datos obtenidos**Tabla 17.** Consumo de Combustible Diésel B5 en el periodo 2015-2019

Consumo de Diésel B5 UV - Galón (Uso Vehicular) 2015-2019					
Mes	Año de compra				
	2015	2016	2017	2018	2019
Enero	-	-	-	-	-
Febrero	90	1529.07	168	473	-
Marzo	-	-	500	-	-
Abril	1100	-	-	560	-
Mayo	-	-	500	-	-
Junio	-	-	-	-	-
Julio	-	-	-	1601.3	500
Agosto	324.29	-	-	-	-
Setiembre	62.65	-	860	-	-
Octubre	-	-	-	-	-
Noviembre	-	79.42	-	-	-
Diciembre	-	-	57.39	-	230
Total	1576.94	1608.49	2085.39	2634.30	730.00

Tabla 18. Consumo de Combustible gasolina 90 en el periodo 2015-2019

Consumo de Gasolina 90 - Galón (Uso Vehicular) 2015-2019					
Mes	Año de compra				
	2015	2016	2017	2018	2019
Enero	-	-	-	-	-
Febrero	-	142	14	120	-
Marzo	-	-	150	-	-
Abril	170	-	-	75	-
Mayo	-	-	200	-	-
Junio	-	-	-	-	-
Julio	-	-	-	300	181
Agosto	-	-	-	-	-
Setiembre	-	-	159	-	-
Octubre	-	-	-	-	-
Noviembre	-	20	-	-	-
Diciembre	-	-	-	-	151.5
Total	170	162	523	495	332.5

Tabla 19. Distancia recorrida en el Transporte terrestre durante el periodo 2015-2019 por la UGEL-LP.

Destino	Distancia Tingo María – Destino (km)	Número de viajes				
		2015	2016	2017	2018	2019
Ambo	144	5	1	6	1	1
Coronel portillo	250	3	2	7	0	10
Dos de mayo	228	32	4	11	4	0
Huacaybamba	121	2	4	5	0	0
Huamalies	123	196	58	1	0	6
Huancayo	478	0	48	51	42	1
Huánuco	121	326	334	391	329	473
Ica	839	0	4	0	0	0
Lima	494	61	48	31	46	58
Marañón	263	0	0	5	0	0
Moyobamba	572	0	0	2	0	0
Pachitea	140	0	0	6	1	1
Puerto inca	248	0	1	10	0	0
Rodríguez de Mendoza	909	0	1	0	0	0
Tacna	1708	0	0	0	0	1
Tambopata	2313	0	0	0	1	0
Tarapoto	480	0	2	2	0	0
Yarowilca	196	0	0	0	0	3
Total distancia recorrida		102696	101717	99592	86118	92181

Tabla 20. Consumo de agua (m³) de la UGEL-LP en el periodo 2015-2019.

Consumo m ³	Año / Consumo m ³				
	2015	2016	2017	2018	2019
Local	2015	2016	2017	2018	2019
UGEL-LP	1656	1776	1488	1199	1216
Total de consumo m³	1656	1776	1488	1199	1216

Tabla 21. Consumo de papel (Kg) en la UGEL-LP en el periodo 2015-2019.

Tipo de Hoja	Numero de hojas anuales				
	2015	2016	2017	2018	2019
Papel bond A4 75g	399500	18000	538500	1741700	144500
Papel bond Oficio 75g	86500	0	0	0	0
Papel Bond Color A4 75g	40	0	1000	7000	500
Papel Bond Color A4 80g	0	10500	1000	7500	35700
Papel bond A3 75g	2500	0	60	2500	0
Papel bond 61x86 75g	1613391	5000	0	0	0
Papelógrafo Cuadrulado 61x86 56g	100	0	300	29180	500
Papelógrafo Rayado 61x86 56g	0	5000	0	0	0
Papelógrafo blanco 61x86 56g	400	40	6000	36620	2828
Papel seda 50x65 25g	0	0	100	0	24
Papel Lustre 50x65 80g	400	0	800	300	93
Papel Lustre 70x50 80g	0	0	0	300	0
Papel continuo 9 7/8 x 12 x 1 147g	0	0	0	36000	36000
Papel continuo 14 7/8 x 12 x 3 60g	5000	0	0	24000	30000

Anexo B. Panel fotográfico.



Figura 12. Obtención de información de consumo energía eléctrica.



Figura 13. Facturación de consumo eléctrico de la UGEL-LP.

Código 1-2-1-109-120 UZU35584
 Recibo N° 101-457038
SUCURSAL LEONCIO PRADO
 DIRECCIÓN: Jr. José Chaya N° 342 - Tingo María - Telefax: (052) 962218

FREC. FACTUR.	MES FACTURADO	EMISIÓN	VENCIMIENTO	CATEGORÍA(S)	RUTA
Menual	ENERO-2016	31/01/2016	18/02/2016	EST-004	1 2 1 109

PROPIETARIO: IE STA TERESITA DEL NIÑO JESUS
 DIRECCIÓN DEL SUMINISTRO: AV AGRICULTURA 85/N

SISTEMA	ACTIVIDAD	UNID. USO	PERIODO DE CONSUMO	TIPO FACTURACION
RUPA RUPA		EST-004	15/09/2014 - 15/09/2014	

Información del Medidor

MEDIDOR	Lectura Actual	Lectura Anterior
833538	381m ³	325m ³
CÓDIGO DE LECTURA	Vol. Consumido	Vol. Facturado
833538	56m ³	56m ³

Información Complementaria

Código	Descripción	Valor
00001	SERVICIO DE AGUA	79.90
00002	SERVICIO DESAQUE	34.15
00006	CARGO FIJO	1.58
	INTERESES Y MORA	2.28
	SUBTOTAL	111.90
	IGV UN.	0.00
	Redondeo	0.00
	****111.90	

DUPLICADO

 CIENTO ONCE CON 90/100 NUEVOS SOLES

PERTURA S. 27.40 LIBERAR PAGO EN CASH/OTRO: VALIZON CATEDRAL LEONCIO PRADO 89 - TEL: 0523584

17 MAR. 2016
CANCELADO

Figura 14. Facturación de consumo de agua de la UGEL-LP.

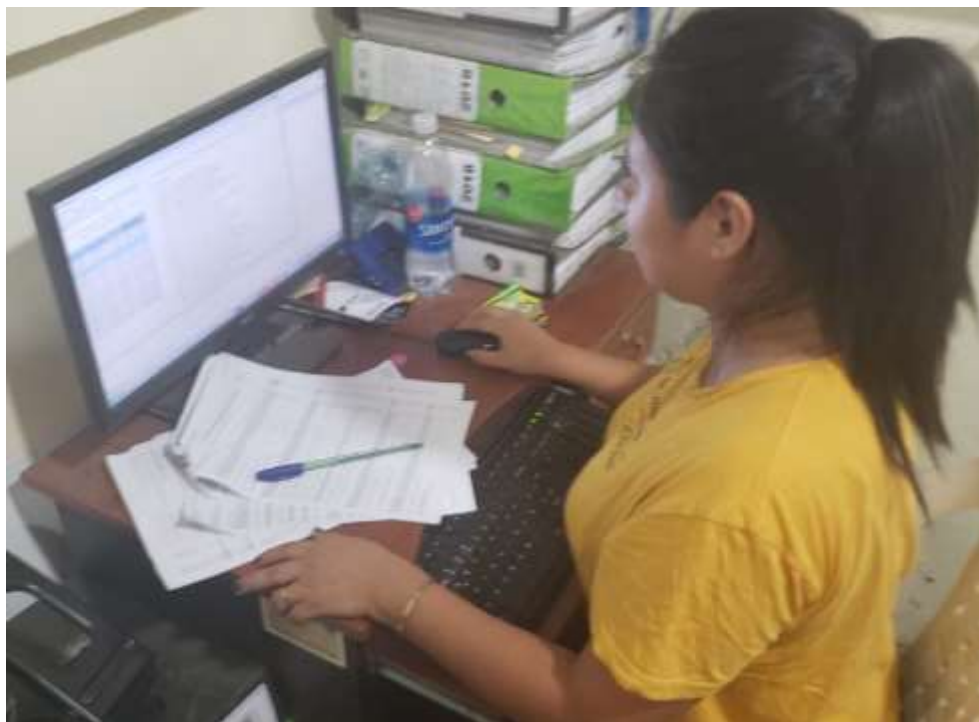


Figura 15. Recopilación de información de consumo de combustible registradas en la plataforma de SIGA del MEF.

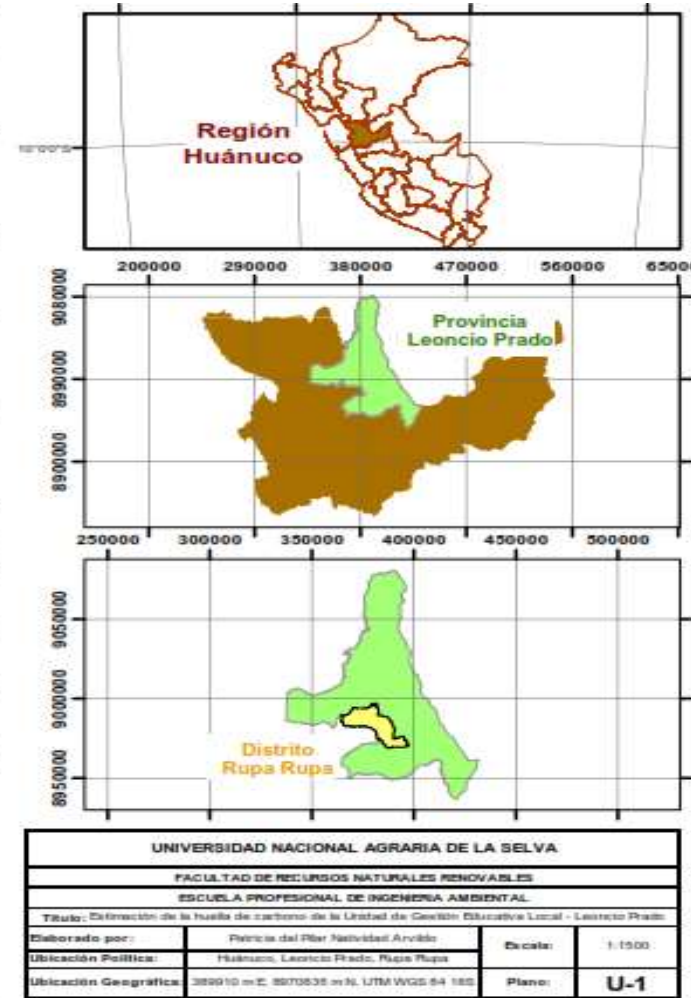
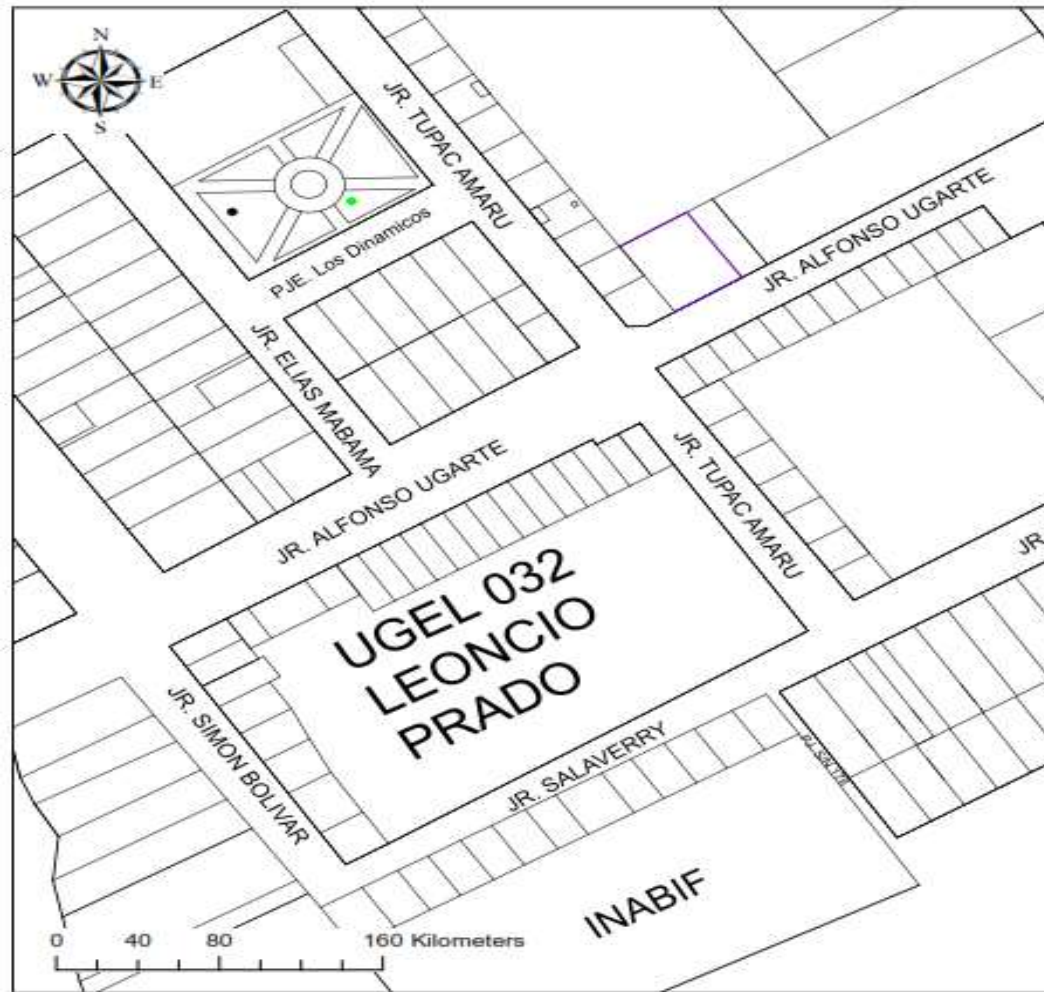


Figura 16. Ubicación de la UGEL leoncio prado