

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“HUELLA DE CARBONO EN RELACIÓN A LAS UNIDADES MÓVILES DE  
TRANSPORTE DE LA SEDE CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE CAJAMARCA - 2023”**

**TESIS**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

**INGENIERO AMBIENTAL**

PRESENTADO POR LA BACHILLER

**ERIKA OLINDA CALUA VILLANUEVA**

ASESOR

**Ing. M.Cs. EDGAR DARWIN DÍAZ MORI**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2025**



## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:  
**ERIKA OLINDA CALUA VILLANUEVA**  
DNI: N° 71042039  
Escuela Profesional/Unidad UNC:  
**DE INGENIERÍA AMBIENTAL**
2. Asesor:  
**Ing. M. Cs. EDGAR DARWIN DÍAZ MORI**  
Facultad/Unidad UNC:  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**
3. Grado académico o título profesional  
 Bachiller       Título profesional       Segunda especialidad  
 Maestro       Doctor
4. Tipo de Investigación:  
 Tesis     Trabajo de investigación     Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:  
**HUELLA DE CARBONO EN RELACIÓN A LAS UNIDADES MÓVILES DE TRANSPORTE DE LA SEDE CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA – 2023.**
6. Fecha de evaluación: 02/01/2025
7. Software antiplagio:  TURNITIN       URKUND (OURIGINAL) (\*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 6%
9. Código Documento:
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:  
 APROBADO     PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 24/07/2025

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>

.....
<b>Ing. M. Cs. EDGAR DARWIN DÍAZ MORI</b> <b>DNI: 27041767</b>

\* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"  
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
Secretaría Académica

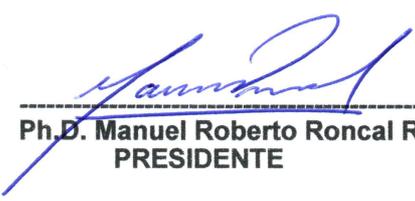


**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En la ciudad de Celendín, a los diez días del mes de julio del año dos mil veinticinco, se reunieron en el **aula 101** de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental - Sede Celendín, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 097-2025-FCA-UNC, de fecha 07 de febrero del 2025**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: "**HUELLA DE CARBONO EN RELACIÓN A LAS UNIDADES MÓVILES DE TRANSPORTE DE LA SEDE CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - 2023**", realizada por la Bachiller **ERIKA OLINDA CALUA VILLANUEVA** para optar por el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**.

A las **QUINCE** horas con **CINCO** minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con calificativo de **QUINCE (15)** por tanto, el Bachiller queda expedido para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**.

A las **DIECISEIS** horas y **TREINTA** minutos del mismo día, el presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

  
-----  
Ph.D. Manuel Roberto Roncal Rabanal  
PRESIDENTE

  
-----  
Ing° M. Cs. Giovana Ernestina Chávez Horna  
SECRETARIO

  
-----  
Ing. M. Cs. Adolfo Máximo López Aylas  
VOCAL

  
-----  
ING° M. Cs. Edgar Darwin Díaz Mori  
ASESOR

COPYRIGHT © 2025 by  
ERIKA OLINDA CALUA VILLANUEVA  
Todos los derechos reservados

## **DEDICATORIA**

A Daniel Ramos Calua Carrasco y María Francisca Villanueva Herrera, mis queridos padres,  
su apoyo indestructible, su amor incondicional, sus palabras de aliento que han sido mi  
fuerza, mi guía y mi inspiración.

Sin ustedes este logro no sería posible, mi gratitud eterna hacia ustedes, con todo mi amor y  
admiración, dedicado a su sonrisa.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por las bendiciones recibidas, su ayuda divina, guía, sabiduría y protección durante la vida y el desarrollo de esta investigación.

A mis queridos padres, por estar a mi lado, apoyándome.

A mi asesor, Ing M.Cs. Darwin Díaz Mori por la orientación y apoyo durante el proceso de investigación y redacción de esta tesis. Su conocimiento y dedicación fueron fundamentales para el éxito de este trabajo.

A mi gran amigo Bruno Sánchez por sus palabras de aliento y amistad sincera.

A la Sub Unidad de Transporte Vehicular de la Universidad Nacional de Cajamarca, señor Luis Alcántara.

A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, por su invaluable contribución a mi formación académica.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO II REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1    Antecedentes de la investigación.....	3
2.2    Bases teóricas.....	10
2.2.1 <i>Huella de carbono</i> .....	10
2.2.2 <i>Gases de efecto invernadero</i> .....	11
2.2.3 <i>Gases de efecto invernadero del sector transporte</i> .....	12
2.2.4 <i>Tipos de métodos para el cálculo de huella de carbono</i> .....	13
2.2.5 <i>Metodología de la guía técnica de huella de carbono en el Perú</i> .....	14
2.2.6 <i>Establecimiento de límites organizacionales de la huella de carbono</i> ....	14
2.2.7 <i>Establecimiento de límites operacionales de la huella de carbono</i> .....	14
2.2.8 <i>Año base</i> .....	18
2.2.9 <i>Cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero</i> .....	18
2.2.10 <i>Fundamento teórico y científico del cálculo de la huella de carbono</i> ... 19	
2.2.11 <i>Grado de incertidumbre</i> .....	21
2.2.12 <i>Potencial de calentamiento global (GWP)</i> .....	22
2.2.13 <i>Composición química del diésel</i> .....	23
2.2.14 <i>Composición química del gasohol</i> .....	24
2.2.15 <i>Cambio climático</i> .....	25

2.2.16	<i>Ecoeficiencia</i> .....	25
2.3	Definición de términos básicos.....	26
2.3.1	<i>Huella de carbono</i> .....	26
2.3.2	<i>Gases de efecto invernadero (GEI)</i> .....	26
2.3.3	<i>Combustible</i> .....	26
2.3.4	<i>Factor de emisión de gas de efecto invernadero</i> .....	26
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS .....		27
3.1	Ubicación de la investigación.....	27
3.2	Metodología.....	29
3.2.1	<i>Determinación de fuentes de emisión de gases de efecto invernadero</i> ....	30
3.2.2	<i>Categorización de las unidades móviles de transporte</i> .....	31
3.2.3	<i>Estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero</i> .....	31
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		38
4.1	Fuentes de emisión de gases de efecto invernadero generadas por el uso de combustible	38
4.2	Categorización de las unidades móviles de transporte de la sede central de la Universidad Nacional de Cajamarca.....	40
4.2.1	<i>Categorización por tipo de vehículo</i> .....	41
4.2.2	<i>Categorización por tipo de combustible</i> .....	43
4.3	Emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el uso de combustible de las unidades móviles de transporte.....	45
4.3.1	<i>Emisiones de gases por tipo de combustible</i> .....	47

4.3.2	<i>Emisiones de gases por tipo de vehículo</i> .....	52
4.3.3	<i>Cálculo de Emisiones per cápita</i> .....	59
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		65
5.1.	Conclusiones .....	65
5.2.	Recomendaciones .....	66
CAPÍTULO VI REFERENCIA .....		67
CAPÍTULO VII ANEXOS .....		74

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Principales métodos para el cálculo de la huella de carbono.....	13
<b>Tabla 2</b> Emisiones directas .....	15
<b>Tabla 3</b> Emisiones indirectas por consumo de energía generada por un tercero .....	16
<b>Tabla 4</b> Otras emisiones indirectas .....	17
<b>Tabla 5</b> Valores del potencial de calentamiento global del IPCC.....	23
<b>Tabla 6</b> Valor calórico neto para combustibles.....	33
<b>Tabla 7</b> Especificaciones diésel B5 S50 .....	34
<b>Tabla 8</b> Especificaciones gasohol regular .....	34
<b>Tabla 9</b> Factores de emisión de CO <sub>2</sub> por defecto del transporte terrestre .....	35
<b>Tabla 10</b> Factores de emisión por defecto de CH <sub>4</sub> del transporte terrestre.....	36
<b>Tabla 11</b> Factores de emisión por defecto de N <sub>2</sub> O del transporte terrestre.....	37
<b>Tabla 12</b> Categorización por tipo de vehículo .....	41
<b>Tabla 13</b> Detalle de vehículos institucionales con consumo de diésel .....	43
<b>Tabla 14</b> Detalle de vehículos institucionales con consumo de gasohol .....	43
<b>Tabla 15</b> Consumo de combustible de las unidades móviles, año 2023 .....	46
<b>Tabla 16</b> Emisiones GEI de cada tipo de combustible por mes.....	48
<b>Tabla 17</b> Comparación de emisiones de CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O según tipo de combustible .....	50
<b>Tabla 18</b> Emisiones de GEI emitidas por tipo de vehículos .....	53
<b>Tabla 19</b> Resumen de emisiones mensuales de GEI emitidas por tipo de vehículos.....	55
<b>Tabla 20</b> Comparación de emisiones de CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O según tipo de vehículo.....	57
<b>Tabla 21</b> Cálculo de Emisiones per cápita .....	60
<b>Tabla 22</b> Comparación de la huella de carbono en universidades peruanas según alcance y fuente de emisiones.....	62
<b>Tabla 23</b> Detalle de las unidades móviles de transporte .....	75
<b>Tabla 24</b> Estimación de emisiones de GEI por consumo de combustible diésel B5 S50, componente diésel N° 2 S-50 (95%).....	76
<b>Tabla 25</b> Estimación de emisiones de GEI por consumo de combustible diésel B5 S50, componente biodiésel B100 (5%).....	77
<b>Tabla 26</b> Estimación de emisiones de GEI por consumo de combustible gasohol regular, componente gasolina regular (92.2%) .....	78
<b>Tabla 27</b> Estimación de emisiones de GEI por consumo de combustible gasohol regular, componente alcohol carburante (7.8%) .....	79

<b>Tabla 28</b> Estimación de emisiones de GEI por ómnibus de combustible diésel B5 S50, componente diésel N° 2 S-50 (95%).....	80
<b>Tabla 29</b> Estimación de emisiones de GEI por ómnibus de combustible diésel B5 S50, componente diésel biodiésel B100 (5%).....	81
<b>Tabla 30</b> Estimación de emisiones de GEI por camionetas de combustible diésel B5 S50, componente diésel N° 2 S-50 (95%).....	82
<b>Tabla 31</b> Estimación de emisiones de GEI por camioneta de combustible diésel B5 S50, componente diésel biodiésel B100 (5%).....	83
<b>Tabla 32</b> Estimación de emisiones de GEI por camioneta de combustible gasohol regular, componente gasolina regular (92.2%) .....	84
<b>Tabla 33</b> Estimación de emisiones de GEI por camioneta de combustible gasohol regular, componente alcohol carburante (7.8%) .....	85
<b>Tabla 34</b> Estimación de emisiones de GEI por volquete de combustible diésel B5 S50, componente diésel N° 2 S-50 (95%).....	86
<b>Tabla 35</b> Estimación de emisiones de GEI por volquete de combustible diésel B5 S50, componente biodiésel B100 (5%).....	87
<b>Tabla 36</b> Estimación de emisiones de GEI por camión de combustible gasohol regular, componente gasolina regular (92.2%) .....	88
<b>Tabla 37</b> Estimación de emisiones de GEI por camión de combustible gasohol regular, componente alcohol carburante (7.8%) .....	89
<b>Tabla 38</b> Estimación de emisiones de GEI por combi de combustible gasohol regular, componente gasolina regular (92.2%) .....	90
<b>Tabla 39</b> Estimación de emisiones de GEI por combi de combustible gasohol regular, componente alcohol carburante (7.8%) .....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Mapa ubicación y área de estudio .....	28
<b>Figura 2</b> Distribución de las unidades móviles de transporte .....	38
<b>Figura 3</b> Porcentaje vehículos según el combustible que utiliza .....	44
<b>Figura 4</b> Consumo mensual de combustible .....	46
<b>Figura 5</b> Cantidad de gases de efecto invernadero generado por mes .....	48
<b>Figura 6</b> Porcentaje de emisiones GEI según el tipo de combustible .....	50
<b>Figura 7</b> Emisiones GEI emitidas por tipo de vehículos por mes.....	56
<b>Figura 8</b> Emisiones GEI emitidas por tipo de vehículos .....	57
<b>Figura 9</b> Solicitud de datos y registros.....	92
<b>Figura 10</b> Tarjeta de propiedad de una unidad móvil .....	93
<b>Figura 11</b> Oficio informativo sobre consumo de combustible del mes de enero del 2023.....	94
<b>Figura 12</b> Conformidad de facturas y vales de combustible .....	95
<b>Figura 13</b> Detalle de los vales de consumo.....	96
<b>Figura 14</b> Búsqueda de registros de compras de combustible en el área de transportes .....	96
<b>Figura 15</b> Vales de consumo de combustible .....	97

## RESUMEN

El objetivo principal de este estudio fue determinar la huella de carbono emitida por las unidades móviles de transporte de la sede principal de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC) durante el año 2023. Las emisiones de gases de efecto invernadero se calcularon siguiendo las directrices del Manual Técnico Huella de Carbono Perú del Ministerio del Ambiente, Directrices del IPCC de 2006 para inventarios de GEI, norma ISO-14064 y el Estándar corporativo de contabilidad y reporte (GHG Protocol). La información requerida fue proporcionada por la Sub Unidad de Transporte Vehicular de la Universidad, incluyendo los registros de compra de combustible. Se identificó 29 unidades móviles como fuentes de emisión de gases de efecto invernadero, las cuales son: camionetas, ómnibus, combi, camión y volquete. Se determinó que las emisiones de gases de efecto invernadero de los vehículos que usaron diésel B5 S50 representaron el 91.67%, generando 62.97 toneladas de CO<sub>2</sub>e/año, mientras que aquellos que usaron gasohol regular emitieron el 8.33%, equivalente a 5.72 toneladas de CO<sub>2</sub>e/año. Se concluye que la huella de carbono en relación a las unidades móviles de transporte de la sede central de la UNC para el 2023 fue de 68.69 toneladas de CO<sub>2</sub>e/año con un valor per cápita anual de 0.00731 toneladas de CO<sub>2</sub>e por persona (equivalente a 7.31 kg).

**Palabras claves:** Gases de efecto invernadero (GEI), equivalente de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>e), potencial de calentamiento global, factor de emisión de gas de efecto invernadero.

## ABSTRACT

The main objective of this study was to determine the carbon footprint generated by the mobile transport units of the main campus of the National University of Cajamarca (UNC) during the year 2023. Greenhouse gas (GHG) emissions were calculated following the guidelines of the Peruvian Carbon Footprint Technical Manual issued by the Ministry of the Environment, the 2006 IPCC Guidelines for National GHG Inventories, ISO 14064, and the Greenhouse Gas Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard. The required data were provided by the University's Sub-Unit of Vehicle Transport, including fuel purchase records. A total of 29 mobile units were identified as GHG emission sources, including pickup trucks, buses, minibuses, trucks, and dump trucks. It was determined that vehicles using B5 S50 diesel accounted for 91.67% of total emissions, generating 62.97 tons of CO<sub>2</sub>e/year, while those using regular gasohol emitted 8.33%, equivalent to 5.72 tons of CO<sub>2</sub>e/year. In conclusion, the carbon footprint associated with the mobile transport units of the UNC main campus in 2023 was 68.69 tons of CO<sub>2</sub>e/year, with an annual per capita value of 0.00731 tons of CO<sub>2</sub>e per person (equivalent to 7.31 kg).

**Keywords:** Greenhouse gases (GHG), carbon dioxide equivalent (CO<sub>2</sub>e), global warming potential, greenhouse gas emission factor.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, se ha evidenciado un incremento significativo en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), en consecuencia principalmente a las actividades humanas, este aumento está estrechamente relacionado con prácticas insostenibles vinculadas al uso intensivo de fuentes fósiles de energía, la modificación del uso del suelo, los patrones de consumo y producción, y los estilos de vida modernos, según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático [IPCC] (2023), entre 2011 y 2020, la temperatura media de la superficie terrestre fue 1,1 °C más alta que en el período preindustrial (1850-1900), con consecuencias directas en la intensificación de fenómenos climáticos extremos como olas de calor, precipitaciones intensas, sequías prolongadas y ciclones tropicales.

Debido a este contexto, la cuantificación de las emisiones de GEI se han consolidado mediante herramientas como la huella de carbono que son una estrategia fundamental para evaluar el impacto ambiental de distintas actividades, la huella de carbono permite estimar la cantidad total de emisiones, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e), asociadas a procesos productivos, de consumo o transporte, sirviendo como base para la formulación de políticas de mitigación y gestión ambiental.

En el contexto institucional, las universidades desempeñan un rol fundamental en la transición hacia modelos sostenibles, no solo por su impacto operativo directo, sino también

como entornos generadores de conocimiento y cultura ambiental, no obstante, en la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC) aún no se han desarrollado estudios específicos que evalúen el impacto climático de sus operaciones de transporte interno, particularmente el uso de las unidades móviles de su sede central, este vacío representa una oportunidad para aportar evidencia cuantitativa que oriente decisiones hacia una mayor sostenibilidad institucional.

Bajo este enfoque, la investigación planteó como objetivo principal determinar la huella de carbono emitida por las unidades móviles de transporte de la sede central de la Universidad Nacional de Cajamarca durante el año 2023, para alcanzar dicho propósito, se establecieron tres objetivos específicos: en primer lugar, determinar las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero generadas por el uso de combustible de dichas unidades móviles; en segundo lugar, categorizar las unidades móviles de transporte de acuerdo con su tipo de vehículo y el tipo de combustible utilizado, y, finalmente, estimar las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por el consumo de combustible durante el periodo de estudio.

En función a lo expuesto, se formuló la interrogante: ¿Cuál es la huella de carbono emitida por las unidades móviles de transporte de la sede central de la Universidad Nacional de Cajamarca durante el año 2023?, asimismo, se propuso como hipótesis que la huella de carbono emitida por las unidades móviles de transporte de la sede central de la Universidad Nacional de Cajamarca durante el año 2023 supera las 50 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

A nivel internacional Cruz et al., (2020) realizaron una investigación en la Universidad de Sevilla (España) donde se evaluó el impacto ambiental derivado de la movilidad estudiantil, con especial atención a las emisiones de GEI generadas por los distintos medios de transporte utilizados por los estudiantes, la metodología empleada fue cuantitativa, a partir de encuestas aplicadas a estudiantes de dos campus (HPS y HTSE), complementadas con análisis estadísticos y la aplicación de factores de emisión por tipo de transporte, como resultado, se identificaron las principales fuentes emisoras de GEI dentro de la comunidad universitaria, siendo el uso de automóviles particulares la fuente dominante, se estimó una huella de carbono de 10.54 kg CO<sub>2</sub> por semana por estudiante en el campus HTSE y de 8.36 kg CO<sub>2</sub> en el campus HPS, alcanzando un total aproximado de 2600 toneladas de CO<sub>2</sub> al año únicamente por concepto de transporte.

Por otro lado, Devandran et al., (2021) realizaron un estudio en la Universidad Sunway (Malasia) donde se desarrolló un estudio cuyo propósito fue identificar y cuantificar las emisiones de GEI generadas por el consumo de electricidad y, especialmente, por el uso de vehículos para el traslado diario de estudiantes y personal, se aplicó una metodología cuantitativa basada en el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol), utilizando datos secundarios de consumo energético institucional y datos primarios recogidos mediante encuestas distribuidas por muestreo

por conveniencia a estudiantes y trabajadores, así como el registro de la cantidad y tipo de vehículos que accedían al campus, como parte de los resultados, se determinó que la fuente más significativa de emisiones directas fue la quema de combustible por automóviles particulares (1574 unidades estimadas), con un total de 0.381 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por día, mientras que los buses privados (12 unidades) generaron 0.002 toneladas diarias, en cuanto al consumo eléctrico institucional, se registraron 10,005 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente en 2019, mostrando una reducción respecto al año anterior gracias a la implementación de medidas de eficiencia energética como la instalación de paneles solares y luminarias LED.

Por su parte, Admas et al. (2025) en la Debre Markos University realizaron un estudio para estimar la huella de carbono institucional del año 2022, siguiendo el estándar del GHG Protocol, que clasifica las emisiones en tres alcances: directas, indirectas y otras indirectas, la investigación empleó una metodología cuantitativa aplicando factores de emisión estandarizados, en cuanto a la identificación de fuentes emisoras, se determinó que el 64% de las emisiones provenían del alcance 1, principalmente del uso de combustibles fósiles en vehículos institucionales y generadores diésel, así como del consumo de leña para cocinas estudiantiles y el uso del suelo para edificaciones, respecto a la categorización de las unidades móviles, se identificó y clasificó una flota compuesta por buses, vans, camionetas, automóviles y camiones, utilizados tanto para el transporte de estudiantes como de personal, siendo los buses y autos particulares los principales responsables de emisiones dentro del parque vehicular, esta información permitió analizar el impacto específico por tipo de unidad y evaluar su contribución individual a las emisiones totales, en relación con la estimación de emisiones generadas por el uso de combustible, se calculó que los vehículos emitieron 1830.69 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente al año.

Cano et al. (2023) realizaron un estudio en la Universidad Nacional de Colombia, se estimó la huella de carbono institucional del año 2019 utilizando el estándar del GHG Protocol, con base en datos administrativos, registros de consumo y modelamientos de actividad, permitiendo clasificar las emisiones en tres alcances: directas, indirectas y otras indirectas, en relación con la identificación de fuentes de emisión, se determinó que el 83.13% de las emisiones correspondía al transporte de estudiantes y personal, generación de residuos y envío de correos electrónicos; mientras que el alcance 1, correspondiente al uso de combustibles fósiles en vehículos institucionales y cocinas, representó el 2.84%, siendo el 1.41% atribuible específicamente a la flota vehicular, que incluyó automóviles institucionales identificados como principales emisores, esta información permitió también categorizar las unidades móviles por tipo de fuente, diferenciando las fuentes móviles (vehículos) de las fijas (cocinas institucionales a gas), lo que facilitó el análisis de su impacto individual, en cuanto a la estimación de emisiones, se calculó un total de 7250.52 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente para todo el campus urbano, con una huella per cápita de 0.432 tCO<sub>2</sub>eq por persona al año, siendo el transporte vehicular la mayor fuente individual con un 49.74% del total.

Por otro lado, Pérez (2018) calculó la huella de carbono de la Universidad San Francisco de Quito año 2017 (Ecuador), realizó un recálculo de la línea base correspondiente al año 2012 y, a partir de la comparación entre ambos años, diseñar un plan de mitigación que permita disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>e de la institución. El cálculo de la huella de carbono consideró tres alcances. El primer alcance incluyó las emisiones directas provenientes del uso de combustibles y GLP en fuentes móviles y fijas, además de las emisiones fugitivas generadas por equipos de aire acondicionado. El segundo alcance abarcó las emisiones asociadas al consumo eléctrico, mientras que el tercer alcance consideró las emisiones indirectas (transporte terrestre, aéreo, generación

de residuos, consumo de agua). Los resultados indicaron que, las emisiones fueron de 4312 t CO<sub>2</sub>e, equivalentes a 0.05 t CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>, mientras que en 2012 se registraron 5047 t CO<sub>2</sub>e, y 0,1 t CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>. Esto evidencia una disminución en las emisiones entre el año base y el año 2017, atribuida a la implementación de un modelo de estudio que concentra las clases de lunes a jueves. Se determina que, en 2017, se logró un ahorro total de 1183 t CO<sub>2</sub>e, finalmente, se planteó un plan de mitigación enfocado en reducir las emisiones generadas por el transporte, proponiendo la implementación de una ruta de bus.

Hermosilla (2014) tuvo como objetivo estudiar la problemática ambiental en la Universidad Politécnica de Cartagena (España), utilizando la herramienta de gestión ambiental conocida como huella de carbono. Este estudio se planteó como una referencia para futuras investigaciones y como un medio para divulgar las diferentes herramientas aceptadas a nivel internacional para calcular la huella de carbono. La metodología utilizada se basó en las directrices de normas reconocidas para organizaciones, como la ISO 14064-1 y el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol). El proceso metodológico incluyó la delimitación de los aspectos temporales, organizativos y operativos, la identificación de las fuentes emisoras de gases de efecto invernadero y el cálculo de las emisiones. Los resultados obtenidos indicaron que las actividades internas de la universidad (alcance 1), como el uso de gas natural, los desplazamientos vehiculares y las emisiones de HFC, generaron 328.14 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. En cuanto al alcance 2, asociado al consumo de electricidad, se reportaron 1540.29 toneladas de CO<sub>2</sub>e, por último, el alcance 3, que incluyó aspectos como la movilidad, el uso de papel, el consumo de agua y la gestión de residuos peligrosos, contribuyó con 7219.95 toneladas de CO<sub>2</sub>e. En total, la huella de carbono de la Universidad Politécnica de Cartagena en 2013 ascendió a 9088.395 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (p. 3-48).

A nivel nacional, Quispe (2021) realizó una investigación con el objetivo de calcular la huella de carbono y el consumo de combustible de las unidades de transporte pertenecientes a la Universidad Nacional del Altiplano Puno (UNAP), la investigación abarcó una población conformada por 134 vehículos, a partir de los registros proporcionados por la unidad de transportes, se estimaron las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el movimiento de dichas unidades, utilizando el coeficiente de correlación de Pearson para analizar los indicadores obtenidos, los resultados mostraron que, durante un año, las 11 unidades asignadas a actividades de dirección generaron 10579 toneladas de huella de carbono; las 28 unidades destinadas al servicio diario produjeron 79327 toneladas; y las 95 unidades utilizadas por docentes y personal administrativo emitieron 92 657 toneladas de huella de carbono, en total, las unidades móviles de la universidad generaron 182.56 toneladas de huella de carbono, con un 77.2 % de estas emisiones atribuibles al CO<sub>2</sub>. Además, se identificó una correlación positiva significativa ( $r=0,879$ ) entre la huella de carbono y el consumo de combustible por parte de las unidades destinadas a la dirección, el servicio diario y el uso de docentes y administrativos.

La investigación realizada por Zerón y Arias (2019) tuvo como objetivo evaluar las emisiones de GEI para calcular la huella de carbono de las actividades académicas de la Universidad Peruana Unión, sede Lima, se utilizó un diseño no experimental y de tipo aplicada, siguiendo los lineamientos de la Norma ISO 14064-1:2011, el GHG Protocol y las directrices del IPCC 2006, el año 2019 se estableció como año base e inicio del informe de la huella de carbono, y los límites organizacionales se definieron como las instalaciones de la Universidad Peruana Unión, con los alcances 1, 2 y 3 como límites operativos, durante la investigación, se identificaron las emisiones de GEI y se recopiló información para su cuantificación, los resultados obtenidos revelaron que la emisión

generada por la Universidad Peruana Unión fue de 1240.14 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (TnCO<sub>2</sub>e) en el año 2019, durante los meses de enero a octubre, el alcance 1 representó el 13.4% de las emisiones, el alcance 2 representó el 0.8% y el alcance 3 representó el 85.8%.

La investigación realizada por Palomino (2019) calculó la huella de carbono de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) durante el periodo académico 2018-1, el objetivo principal fue evaluar la contribución de la facultad a las emisiones de CO<sub>2</sub>, se aplicó el Protocolo de GEI considerando las emisiones directas (alcance 1), las emisiones indirectas (alcance 2) y otras emisiones indirectas (alcance 3). La información recopilada incluyó datos de la facultad sobre el uso de papel, el número de estudiantes, profesores, personal administrativo y de apoyo, además del consumo de gas natural, agua y energía eléctrica, así como la generación de residuos sólidos, adicionalmente, se realizaron encuestas a una muestra de estudiantes, profesores y personal administrativo para obtener información sobre movilidad, incluyendo los medios de transporte utilizados, la duración de los viajes y la frecuencia de asistencia a la facultad, los resultados indicaron que las fuentes móviles fueron responsables del mayor porcentaje de emisiones de CO<sub>2</sub>, contribuyendo con un 49.80%, seguidas por los residuos sólidos con un 38.24% y el consumo de electricidad con un 11.96%, el alcance 3 representó el 88.04% del total y el alcance 2 correspondió al 11.96%.no se registraron emisiones directas, la huella de carbono total de la facultad para el periodo 2018-1 se estimó en 168.74 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (TnCO<sub>2</sub>e), con una emisión per cápita de 0.15 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por persona por semestre.

La investigación realizada por Salin (2022) consistió en determinar la huella de carbono de las fuentes móviles del desplazamiento a clase de los estudiantes de la Facultad de Agronomía al campus en Zungarococha - Universidad Nacional de la

Amazonía Peruana, durante el I semestre del 2022. La metodología tuvo como base al Protocolo de Gases de Efecto Invernadero y los factores de emisión del Panel Intergubernamental del Cambio Climático y del Ministerio del Ambiente, se consideró las emisiones directas del itinerario de recorrido de los buses de la universidad (alcance 1) y emisiones indirectas, provenientes del transporte particular individual y masivo (alcance 3), se aplicó la técnica de encuesta estructurada a una muestra de 262 estudiantes con la finalidad de obtener información sobre el comportamiento en el desplazamiento de ida y vuelta al campus universitario, para el cálculo de las emisiones del alcance 1, se realizó una entrevista a los responsables de las unidades de transporte de la universidad, para determinar el consumo de combustible de las unidades móviles y para el alcance 3 se determinó la distancia media recorrida por cada tipo de transporte usado, los resultados de las emisiones directas del alcance 1 por consumo de combustible diésel B5 alcanzaron las 23.68 tCO<sub>2</sub>e, mientras que las emisiones totales del alcance 3, son 111.86 tCO<sub>2</sub>e, de las cuales, las emisiones para las motos lineales a gasolina son de 94.72 tCO<sub>2</sub>e, mototaxis a gasolina 17.10 tCO<sub>2</sub>e y para los colectivos diésel B5 es de 0.04 CO<sub>2</sub>e, finalmente, la contribución de los estudiantes a la Huella de carbono total fue de 135.54 tCO<sub>2</sub>e y su aporte per cápita de carbono de los estudiantes de la Facultad de Agronomía es de 0.17 tCO<sub>2</sub>e por semestre.

El estudio llevado a cabo por Huamán y Tejada (2021) tenía como objetivo investigar la relación entre la huella de carbono y la conciencia ambiental en los estudiantes de Ingeniería Ambiental de la Universidad Privada del Norte en Cajamarca, durante el año 2020, para lograr este objetivo, se estimó el total de CO<sub>2</sub> generado por las actividades de los estudiantes y se evaluó el nivel de conciencia ambiental en los estudiantes mediante una encuesta virtual, la muestra seleccionada comprendía a 89 estudiantes, a quienes se les aplicó la encuesta, incluyendo preguntas sobre el uso de

servicios básicos, consumo de papel y transporte, así como aspectos conativos, afectivos, cognitivos y activos de la conciencia ambiental, los resultados revelaron que el total de CO<sub>2</sub> generado por las actividades de los estudiantes fue de 142.91 toneladas de CO<sub>2</sub>eq/año, con un promedio anual de 1.61 toneladas de CO<sub>2</sub>e por estudiante.

La investigación realizada por Rojas (2022) tuvo como objetivo determinar la huella de carbono de la empresa de transportes "Empresas Unidas" de la ruta Jaén-San Ignacio en Cajamarca durante el año 2021, el estudio adoptó un enfoque descriptivo y cualitativo no experimental, siguiendo las directrices del IPCC y el GHG Protocol. Se recopilaron datos mediante encuestas que abordaron la actividad directa, como el consumo de combustible, lubricantes y neumáticos, para 103 vehículos, así mismo se obtuvieron los recibos por servicios eléctricos, además, se llevó a cabo una caracterización de residuos sólidos de la empresa. Los resultados revelaron una generación total de 1591.6 toneladas de CO<sub>2</sub> durante el año 2021, en el alcance directo, el consumo de combustible contribuyó con 1585.22 toneladas de CO<sub>2</sub>, el consumo de lubricantes generó 3.14 toneladas de CO<sub>2</sub> y el uso de neumáticos 2.40 toneladas de CO<sub>2</sub>. Para el alcance indirecto, el consumo de energía eléctrica representó 0.84 toneladas de CO<sub>2</sub>, además, se registró una generación de residuos sólidos per cápita de 0.028 kg. El mayor aporte a estas emisiones totales corresponde al consumo de combustible, seguido por el consumo de lubricantes, el uso de neumáticos, el consumo de energía eléctrica y una generación insignificante de residuos sólidos (p.7).

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Huella de carbono**

El término huella de carbono tendría su origen en la huella ecológica definida por Mathis Wackernagel y William Rees en 1996, en este sentido, la huella de carbono es aludida como un indicador capaz de sintetizar los impactos en el ambiente

provocados por las actividades antrópicas medido en términos de emisiones de gases de efecto invernadero, que se pueden asociar directa e indirectamente con una actividad, proceso o elaboración de productos y servicios (Valderrama et al., 2011, p. 6).

La HdC podría ayudar a una empresa en varios frentes: i) Crear transparencia en la cadena de valor en relación a los procesos y los actores involucrados; ii) Aumentar la conciencia sobre la emisión de gases de efecto invernadero e identificar procesos particulares de emisiones extremas identificando a la persona que es responsable del mismo; iii) Identificar áreas donde hay potencial para reducir emisiones, y optimizar operaciones y costos; iv) Contar con una herramienta eficaz para la gestión energética y ambiental de la compañía, mediante el adecuado manejo de sus emisiones de CO<sub>2</sub>e; v) Poseer una base de información para anticiparse a futuras regulaciones; vi) Analizar y evaluar que tan relevantes son las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación a otros impactos que tiene el producto en el medio ambiente; y vii) Fortalecer la posición competitiva a través de la comunicación, por medio de etiquetados o de informes de sustentabilidad corporativa, dirigida a los grupos de interés: empleados, clientes, proveedores, accionistas, bancos, ambientalistas, gobierno u otros grupos que puedan ayudar o dañar a la corporación (Valderrama et al., 2011, p. 6).

### ***2.2.2 Gases de efecto invernadero***

En el año 1988 el científico James Hansen, físico y climatólogo estadounidense, expresó que existía una relación causa-efecto entre la emisión de gases a la atmósfera y el incremento de la temperatura del planeta, a raíz de esta afirmación surgieron un gran número de investigaciones dando nombre a los seis gases de efecto invernadero (GEI)

responsables del calentamiento global y en la sociedad se fue divulgando el concepto de una nueva crisis ambiental (Espíndola y Valderrama, 2018, p. 33).

Los GEI considerados en el Protocolo de Kyoto (1997), el acuerdo sobre la relación del clima y emisiones de gases de efecto invernadero, fue la primera unión formal para tratar el cambio climático. Los GEI considerados fueron los siguientes: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2018) define al respecto:

Componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. Esta propiedad ocasiona el efecto invernadero. El vapor de agua (H<sub>2</sub>O), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), el metano (CH<sub>4</sub>) y el ozono (O<sub>3</sub>) son los gases de efecto invernadero primarios de la atmósfera terrestre. Asimismo, la atmósfera contiene cierto número de gases de efecto invernadero enteramente antropógeno, como los halocarbonos u otras sustancias que contienen cloro y bromo, y contemplados en el Protocolo de Montreal (p. 82).

### ***2.2.3 Gases de efecto invernadero del sector transporte***

Los gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por el sector transporte son una preocupación significativa con referencia al cambio climático, el sector del transporte se encuentra entre las principales fuentes globales de emisiones de gases de efecto invernadero, esta categoría de fuentes abarca los cuatro principales métodos de transporte: transporte automotor, transporte aéreo, transporte ferroviario y transporte

marítimo, de estos cuatro, el transporte por carretera se identifica como el principal emisor directo de gases de efecto invernadero (como el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) y de contaminantes atmosféricos, como el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), los compuestos orgánicos volátiles (COVDM) y el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) (Instituto Nacional de Ecología, 2006).

#### 2.2.4 Tipos de métodos para el cálculo de huella de carbono

Se han desarrollado diversas metodologías que hacen referencia para desarrollar una técnica o conjunto de procedimientos para el cálculo de la huella de carbono.

**Tabla 1**

*Principales métodos para el cálculo de la huella de carbono*

Método	Enfoque	Emisiones	Unidad	Referencia/País
Protocolo de Gases Efecto Invernadero (GEI Protocol)	Corporativo	Alcance 1: Emisiones Directas provenientes del uso de combustible Alcance 2: Emisiones Indirectas por consumo de electricidad	Ton CO <sub>2</sub> eq/año	Protocolo GEI (2001) (Multinacional)
Balance de Carbono (Bian Carbone)	Corporativo	Alcance 3: Emisiones Subsidiarias o indirectas fuera del control de la empresa	Ton CO <sub>2</sub> eq/año Kg CO <sub>2</sub> eq/Unidad funcional	BC (2002) (Francia)
Especificaciones Publicamente Disponibles (PAS 2050)	Producto	Emisiones generadas a lo largo del ciclo de vida del producto en base a dos opciones alternativas B2B B2C	Kg CO <sub>2</sub> eq/Unidad funcional	Grupo BSI (2008) (UK)
Método Compuesto de las Cuentas Contables (MC3)	Corporativo Producto	Emisiones generadas en una organización sin exceder sus límites, no se incluirán ni clientes ni proveedores. consorcios o plantas de tratamiento de desechos	Ton CO <sub>2</sub> eq/año Ton CO <sub>2</sub> eq/ton producto Hectáreas Globales (Gha)	Doménech (2004) (España)

*Nota.* Adaptado de Espíndola y Valderrama, 2012.

### ***2.2.5 Metodología de la guía técnica de huella de carbono en el Perú***

En el Manual Técnico Referencial de la Huella de Carbono Perú (MINAM, 2018), se señala que la “metodología se basa en: las Directrices del IPCC de 2006 para inventarios de GEI (GL 2006), la ISO-14064 y el Estándar corporativo de contabilidad y reporte (GHG Protocol) y en el Quinto reporte del IPCC” (p. 3).

### ***2.2.6 Establecimiento de límites organizacionales de la huella de carbono***

Las organizaciones tienen una estructura legal y organizacional diferente, donde las operaciones son de su propiedad, subsidiarias u otra modalidad. Al definirse los límites organizacionales, la empresa selecciona un enfoque para consolidar sus emisiones de GEI, el cual definirá las unidades de negocio y operaciones que constituyen la empresa para fines de contabilidad y reporte de GEI, existe dos enfoques, siendo de participación accionaria y de control, en este último enfoque la entidad contabiliza el 100% de sus emisiones de GEI de sus operaciones donde ejerce control, el término control abarca al tema financiero y operacional (World Resources Institute, 2001, p. 17-18).

### ***2.2.7 Establecimiento de límites operacionales de la huella de carbono***

Este proceso implica identificar y clasificar las emisiones generadas por las operaciones en cinco categorías: emisiones directas de gases de efecto invernadero (GEI), emisiones indirectas de GEI, otras emisiones indirectas de GEI, remociones y sumideros. Según el World Resources Institute (2001), las emisiones directas corresponden al alcance 1, las emisiones indirectas al alcance 2, y las otras emisiones indirectas se agrupan en el alcance 3, asimismo, es fundamental que las empresas contabilicen y reporten de manera separada, como mínimo, las emisiones de los alcances 1 y 2 (p. 29).

### 2.2.7.1 Alcance 1: Emisiones directas de GEI

Las emisiones directas provienen de fuentes que son propiedad de la empresa o están bajo su control, y generalmente se originan en las siguientes actividades: generación de electricidad, calor o vapor (como las emisiones derivadas de la combustión en calderas y hornos); procesos físicos o químicos (como la manufactura o el procesamiento de químicos y materiales); transporte (emisiones resultantes de la combustión de combustibles en vehículos móviles, como camiones, trenes, barcos, aviones, autobuses y automóviles); y emisiones fugitivas (World Resources Institute, 2001, p. 31).

**Tabla 2**

*Emisiones directas*

Nombre	Descripción	Nivel de actividad
Generación electricidad	Emisiones de GEI, como resultados de la generación de energía eléctrica	Consumo de combustible, por tipo
Generación otra energía	Emisiones de GEI, como resultados de la generación de otro tipo de energía	Consumo de combustible, por tipo
Transporte propio	Emisiones de GEI, generadas por la quema de combustibles en vehículos privados	Consumo de combustible, por tipo
Refrigerantes	Emisiones de GEI, generados por la liberación del gas refrigerante	Fuga de refrigerantes por tipo
Uso de fertilizantes	Emisiones de Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O) generadas por fertilizantes	Cantidad y tipo de fertilizantes usados
Crianza de ganado	Emisiones de metano (CH <sub>4</sub> ) generadas por fermentación entérica	Cantidad y tipo de ganado en las instalaciones
Fugas de SF <sub>6</sub>	Fugas de SF <sub>6</sub> en los equipos de transformación y distribución	Fugas de hexafluoruro de azufre
Fugas de PFCs	Fugas de PFC en algunos	Equipos, tipo de PFC y % procesos industriales de fugas

*Nota.* Adaptado de “Guía de usuario Huella de Carbono Perú,” por MINAM, 2018.

### 2.2.7.2 Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad

Incluye las emisiones derivadas de la generación de electricidad adquirida y consumida por la empresa para sus operaciones, así como para el funcionamiento de equipos que son de su propiedad o están bajo su control (World Resources Institute, 2001, p. 31).

**Tabla 3**

*Emisiones indirectas por consumo de energía generada por un tercero*

Nombre	Descripción	Nivel de actividad
Consumo de energía eléctrica - Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN)	Emisiones de GEI, generadas por el consumo de energía eléctrica	Consumo mensual de electricidad
Pérdida de energía eléctrica	Pérdidas de energía eléctrica que se generan en la distribución del usuario final. Aplica para empresas que transmiten y distribuyen energía eléctrica que brindan al consumidor	Pérdidas mensuales de electricidad
Consumo de otra energía	Emisiones de GEI, generadas por el consumo de energía que han sido producidas por un tercero	Consumo de combustibles fósiles, usados para generar vapor, frío o energía calórica
Otra energía	Emisiones por el consumo de electricidad, y/o pérdidas, de una red diferente al SEIN	Consumo mensual de electricidad y/o pérdidas y factor de emisión de la red diferente al SEIN

*Nota.* Adaptado de “Guía de usuario Huella de Carbono Perú,” por MINAM, 2018.

### 2.2.7.3 Alcance 3: Otras emisiones indirectas de GEI

Esta es una categoría de reporte opcional que permite incluir las demás emisiones indirectas, las cuales resultan de las actividades de la empresa, pero provienen de fuentes que no son de su propiedad ni están bajo su control, algunos ejemplos incluyen

el transporte de materiales y la disposición de residuos (World Resources Institute, 2001, p. 29).

**Tabla 4**

*Otras emisiones indirectas*

Nombre	Descripción	Nivel de actividad
Transporte casa trabajo	Emisiones de GEI, generadas por la combustión vehicular en transporte local	Distancias recorridas por modo de transporte
Transportes aéreos	Emisiones de GEI, generadas por la quema de combustibles jet A1 en transporte aéreo	Distancias recorridas
Transporte terrestre	Emisiones de GEI, generadas por la combustión vehicular en el transporte terrestre interprovincial o departamental	Distancias recorridas
Consumo de papel	Emisiones de GEI, generadas por la producción de papel en las instituciones	Cantidad de papel consumido
Consumo de Agua	Emisiones de GEI, generadas por las actividades de proceso para obtener agua potable en la red	Consumo mensual de agua de la red
Transporte de insumos	Son emisiones GEI, que se generan por la actividad del servicio de transporte de carga	Distancia recorrida y peso de la carga
Generación de residuos	Son emisiones de metano, que se generan por la descomposición de algunos residuos	Cantidad y tipo de residuos
Generación de NF <sub>3</sub>	Emisiones del trifluoruro de nitrógeno, que se emplea para la elaboración de pantallas plasma	A partir de la segunda vez que se desarrolla el cálculo, solo informar de las pantallas plasma adquiridas en el año de la huella de carbono
Otra fuente	El usuario puede reportar las emisiones de GEI de otra fuente que no se encuentra en la lista del alcance 3	La información debe presentarse en un formato similar al FNA, considerando información mensual, factor de emisión, procedimiento de cálculo y evidencia documentaria

*Nota.* Adaptado de “Guía de usuario Huella de Carbono Perú,” por MINAM, 2018.

### **2.2.8 Año base**

El año base es el periodo seleccionado para evaluar la información sobre los GEI, establecer una base de referencia es fundamental para realizar comparaciones significativas y consistentes de las emisiones a lo largo del tiempo. Las empresas deben definir un año base con datos confiables sobre las emisiones y, además, justificar las razones que motivaron la elección de ese año en particular (ISO 14064-1:2018, 2018).

### **2.2.9 Cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero**

El cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) es un proceso que consta de varios pasos y permite desarrollar un inventario preciso a partir de datos específicos de actividad, el primer paso consiste en identificar las fuentes de emisiones de GEI, lo cual implica categorizar dichas fuentes dentro de los límites de la empresa, luego, se selecciona un método de cálculo, siendo la más común la aplicación de factores de emisión documentados, que son cocientes que relacionan las emisiones de GEI con una medida de actividad en una fuente, es importante señalar que las emisiones exactas pueden calcularse a partir de la información sobre el consumo de combustibles, como tercer paso, se recolectarán los datos de actividad y se elegirán los factores de emisión correspondientes, para la mayoría de las empresas, las emisiones de alcance 1 se calculan en función de las cantidades de combustibles comerciales adquiridos (como gas natural, diésel, gasolina, etc.) el siguiente paso es aplicar herramientas de cálculo validadas por expertos y líderes de la industria, finalmente, se reportan las emisiones totales a las oficinas corporativas, entidades reguladoras y otras partes interesadas (World Resources Institute, 2001, p. 47-50).

#### **2.2.9.1 Cálculo de emisiones por uso de transporte**

El método denominado 'ventas de combustible' se utiliza para calcular las emisiones del sector transporte, se basa en la cantidad total de combustible vendido,

considerando dicho volumen como un indicador de la actividad de transporte, los datos necesarios pueden obtenerse de distribuidores o de los recibos correspondientes. El cálculo de las emisiones consiste en multiplicar los datos de actividad (cantidad de combustible vendido) por el contenido de gases de efecto invernadero del combustible (World Resources Institute, 2014, p.74).

El método se refiere a una técnica o conjunto de procedimientos utilizados para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero, en este sentido, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2006) sostuvo al respecto que:

El método de Nivel 1 calcula las emisiones de CO<sub>2</sub> multiplicando el combustible estimado que se vende con un factor de emisión de CO<sub>2</sub> por defecto. Se representa el método en la Ecuación 3.2.1.

<p>ECUACIÓN 3.2.1</p> <p>CO<sub>2</sub> DEL TRANSPORTE TERRESTRE</p> $Emisión = \sum_a [Combustible_a \cdot EF_a]$
--

Donde:

Emisión = Emisiones de CO<sub>2</sub> (kg)

Combustible<sub>a</sub> = combustible vendido (TJ)

EF<sub>a</sub> = factor de emisión (kg/TJ). Es igual al contenido de carbono del combustible multiplicado por 44/12.

a = tipo de combustible (p. ej., gasolina, diésel, gas natural, GLP, etc.) (p. 12)

### ***2.2.10 Fundamento teórico y científico del cálculo de la huella de carbono***

El cálculo de la huella de carbono asociada al uso de combustibles fósiles se sustenta en una combinación de principios científicos de la química y física de la combustión, los balances de masa, y en metodologías internacionalmente reconocidas,

como las propuestas por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) y el GHG Protocol. Este enfoque permite estimar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) a partir del consumo de combustible en vehículos y maquinaria.

### **2.2.10.1 Principios de la física de la combustión**

La combustión es una reacción química de oxidación rápida entre un combustible (rico en carbono e hidrógeno) y un oxidante (normalmente oxígeno del aire), que libera energía térmica y produce gases residuales. Los principales principios físicos son:

Conversión de energía: según la Primera Ley de la Termodinámica, la energía química almacenada en los enlaces del combustible se transforma en energía térmica (calor) y energía mecánica (motores).

Transferencia de calor: la energía térmica liberada en la combustión se transfiere por conducción, convección o radiación, la transferencia de calor afecta la eficiencia del motor y se realiza la formación de subproductos como  $\text{N}_2\text{O}$ .

Cinética de la combustión: la velocidad de reacción de la combustión depende de factores como temperatura del sistema, presión, la relación aire-combustible y presencia de catalizadores.

Equilibrio químico: la composición final de los productos de combustión ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) depende de las condiciones del proceso y del equilibrio obtenido.

En condiciones ideales de combustión completa, todo el carbono se convierte en  $\text{CO}_2$  y todo el hidrógeno en  $\text{H}_2\text{O}$ . Sin embargo, en condiciones reales (como las de un motor), también se forman  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ , que contribuyen al efecto invernadero (Atkins y de Paula, 2011).

### **2.2.10.2 Balance de masa y Ley de Conservación de la Masa**

La Ley de Conservación de la Masa, formulada por Antoine Lavoisier establece que, la masa no se crea ni se destruye en una reacción química, sino que se conserva, donde la masa total de las sustancias que reaccionan (reactivos) es igual a la masa total de las sustancias que se producen (productos). En el contexto del cálculo de la huella de carbono, esta ley resulta especialmente relevante en los procesos de combustión de combustibles fósiles, como la gasolina o el diésel. Durante la combustión, el carbono (C) presente en el combustible reacciona con el oxígeno (O<sub>2</sub>) del aire, formando dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) como producto principal. Por tanto, la Ley de Conservación de la Masa no solo fundamenta los balances químicos del proceso de combustión, sino que también respalda científicamente las metodologías utilizadas internacionalmente para la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero a partir del uso de combustibles fósiles (Zumdahl y Zumdahl, 2017).

### **2.2.11 Grado de incertidumbre**

En el cálculo de la huella de carbono, el grado de incertidumbre representa la falta de precisión asociada a los datos y métodos empleados en la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Esta incertidumbre es inherente a todo proceso de cuantificación, especialmente cuando se utilizan factores de emisión estandarizados para convertir datos de actividad en emisiones. La incertidumbre puede originarse en dos fuentes principales: (i) los datos de actividad, que pueden contener errores de medición, registros incompletos o estimaciones poco representativas, y (ii) los factores de emisión, los cuales representan promedios que pueden no reflejar las condiciones tecnológicas, geográficas o temporales específicos del sistema evaluado. Por ejemplo, el mismo tipo de combustible puede generar diferentes emisiones según el

tipo de motor, la eficiencia del proceso de combustión o el mantenimiento del equipo (IPCC, 2006).

### **2.2.12 Potencial de calentamiento global (GWP)**

El potencial de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés) es un índice que permite comparar la capacidad de diferentes gases de efecto invernadero (GEI) para absorber energía térmica y contribuir al calentamiento global, en relación con el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), cuyo GWP se toma como valor de referencia (1). Este potencial depende principalmente de tres factores: la eficiencia del gas para absorber radiación infrarroja, la ubicación espectral de dicha absorción, y la permanencia del gas en la atmósfera (IPCC, 2021).

Desde el punto de vista químico, los gases de efecto invernadero son eficaces atrapando el calor cuando poseen modos de vibración molecular que provocan un cambio en el momento dipolar de la molécula, permitiéndoles absorber radiación infrarroja (IR). Aunque el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) es abundante en la atmósfera, su estructura lineal y simétrica ( $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ ) limita la eficiencia de ciertos modos vibracionales, lo que reduce su capacidad de absorción por molécula en comparación con otros gases (Atkins y de Paula, 2011).

El metano ( $\text{CH}_4$ ) posee una estructura tetraédrica, con enlaces C–H que pueden vibrar de manera asimétrica, aunque es una molécula no polar en estado de equilibrio, sus modos vibracionales asimétricos generan momentos dipolares transitorios, permitiéndole absorber con alta eficacia en regiones del espectro infrarrojo donde el  $\text{CO}_2$  no lo hace (Chang y Goldsby, 2016). Asimismo, el  $\text{CH}_4$  produce indirectamente otros GEI, como el ozono troposférico ( $\text{O}_3$ ) y vapor de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), al reaccionar con radicales hidroxilos, lo que incrementa su efecto neto sobre el clima (IPCC, 2021).

Por su parte, el óxido nitroso ( $N_2O$ ) es una molécula lineal y polar, con un momento dipolar permanente. Su estructura ( $N-N=O$ ) presenta modos de vibración muy activos ante la radiación infrarroja y absorbe calor en bandas espectrales no cubiertas por el  $CO_2$  ni el  $CH_4$  (Chang y Goldsby, 2016). Esta eficiencia radiativa, junto con su alta estabilidad química (vida media de aproximadamente 121 años), convierte al  $N_2O$  en un gas de efecto invernadero particularmente potente. Además, en la estratósfera, el  $N_2O$  se descompone generando óxidos de nitrógeno ( $NO$ ), los cuales catalizan la destrucción de ozono ( $O_3$ ), intensificando así su impacto climático indirecto (IPCC, 2021).

En consecuencia, a pesar de que se emiten en menores cantidades que el  $CO_2$ , tanto el  $CH_4$  como el  $N_2O$  poseen un GWP significativamente mayor debido a sus propiedades químicas, estructurales y reactivas.

**Tabla 5**

*Valores del potencial de calentamiento global del IPCC*

Nombre químico común	Fórmula química	GWP - Quinto Informe de Evaluación (AR5)	Fuente principal
Dióxido de carbono	$CO_2$	1	Oxidación del carbono
Metano	$CH_4$	28	Combustión incompleta
Óxido nitroso	$N_2O$	265	Reacciones térmicas del nitrógeno en el aire

*Nota.* Adaptado de “Chapter 8: Anthropogenic and natural radiative forcing,” IPCC, 2014.

### **2.2.13 Composición química del diésel**

El diésel es un combustible derivado del proceso de destilación fraccionada del petróleo crudo, compuesto principalmente por una mezcla compleja de hidrocarburos que contienen entre 10 y 22 átomos de carbono por molécula, estos hidrocarburos incluyen alcanos lineales y ramificados (parafinas), cicloalcanos (naftenos) y

compuestos aromáticos, cuya proporción varía según el origen del petróleo y el proceso de refinación utilizado (Speight, 2014).

El diésel comercial en Perú está sujeto a normativas que regulan su calidad, se comercializa el diésel B5 S-50, compuesto por una mezcla de diésel N° 2 S-50 con un contenido máximo de azufre de 50 partes por millón (ppm) y 5% en volumen de biodiésel (B100). El biodiésel es un combustible derivado de recursos renovables, obtenido a partir de aceites vegetales o grasas animales y prácticamente no contiene azufre (Petroperú, 2024).

#### ***2.2.14 Composición química del gasohol***

En Perú, el gasohol regular es una mezcla que contiene un 92.2% de volúmenes de gasolina (de 84, 90) y un 7.8% de volúmenes de alcohol carburante (etanol anhidro desnaturalizado), obtenido de la mezcla del etanol anhidro con la sustancia desnaturalizante en un pequeño porcentaje. Esta combinación de gasolina y etanol ayuda a reducir las emisiones de gases contaminantes y a disminuir la dependencia de combustibles fósiles (Petroperú, 2024).

La gasolina es una mezcla compleja de hidrocarburos livianos, con cadenas de entre cuatro y doce átomos de carbono ( $C_4-C_{12}$ ), que incluye principalmente alcanos (como el isooctano), alquenos, aromáticos (como el benceno, tolueno y xileno) y cicloalcanos. Estos compuestos le otorgan a la gasolina un alto poder calorífico, cercano a 44 MJ/kg, así como una alta volatilidad que facilita su combustión en motores de encendido por chispa. Por su parte, el etanol anhidro ( $C_2H_5OH$ ) es un alcohol oxigenado con una pureza superior al 99,5 %, obtenido usualmente por fermentación de biomasa vegetal. Su incorporación en el gasohol mejora el índice de octano del combustible final y aporta oxígeno adicional que favorece una combustión más eficiente, reduciendo parcialmente las emisiones de monóxido de carbono (CO).

No obstante, su poder calorífico (26.8 MJ/kg) es menor al de la gasolina. (Heywood, 1988).

### **2.2.15 Cambio climático**

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Naciones Unidas, 1992) define el cambio climático como “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (p. 3).

En este sentido el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2014) argumenta que, en las últimas décadas, los cambios en el clima han tenido un impacto en los sistemas naturales de todo el planeta, la evidencia de los impactos del cambio climático es más sólida y amplia para los sistemas naturales, de igual importancia los impactos en los sistemas humanos dependen de los cambios en las variables climáticas, el factor social y económico (p.51).

### **2.2.16 Ecoeficiencia**

La ecoeficiencia es un concepto que se aplica en bienes y servicios al cambiar la estructura de los procesos de producción para reducir costos e impactos ambientales, bajar consumo de energía y mejorar la productividad, la promoción de la innovación y el diseño de nuevas tecnologías tienen como objetivo desarrollar materiales o procesos que minimicen los costos, empleando menos recursos y no contaminando el medio ambiente (González, 2013, p. 19).

La ecoeficiencia no solo se debe aplicar a las empresas y debe estar considerada en el sector educativo, público y en la población, en el sector educativo se puede incorporar en su gestión el término de “ecoefficiencia”, desde el nivel primario hasta el superior, ya que existen diversos procesos de administración que consumen

grandes cantidades de recursos y generan residuos sólidos (Bernex y Castro, 2015, p.151).

## **2.3 Definición de términos básicos**

### **2.3.1 Huella de carbono**

“Cantidad de gases efecto invernadero emitidos a la atmósfera, derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios, y se ha transformado en un patrón de competitividad” (Valderrama et al., 2011, p. 4).

### **2.3.2 Gases de efecto invernadero (GEI)**

Aquellos “gases presentes en la atmósfera que absorben y emiten radiación térmica dentro del rango infrarrojo” (IPCC, 2014, p. 8).

### **2.3.3 Combustible**

Los combustibles son materiales capaces de liberar energía en forma de calor mediante una reacción química con un oxidante, generalmente el oxígeno, a través del proceso de combustión, los combustibles pueden encontrarse en estado sólido, líquido o gaseoso, entre los ejemplos más comunes se incluyen la gasolina, el diésel, el gas natural, el carbón y la madera, estos materiales desempeñan un papel fundamental en diversas aplicaciones, como motores de combustión interna, generadores de electricidad y sistemas de calefacción, donde su energía se convierte en trabajo útil o calor (García, 2001, p. 3).

### **2.3.4 Factor de emisión de gas de efecto invernadero**

“Un factor que convierte los datos de actividad en datos de emisiones de GEI (por ejemplo, en kg de CO<sub>2e</sub> emitido por litro de combustible consumido, en kg de CO<sub>2e</sub> emitido por kilómetro recorrido, etc.)” (World Resources Institute, 2014, p. 163).

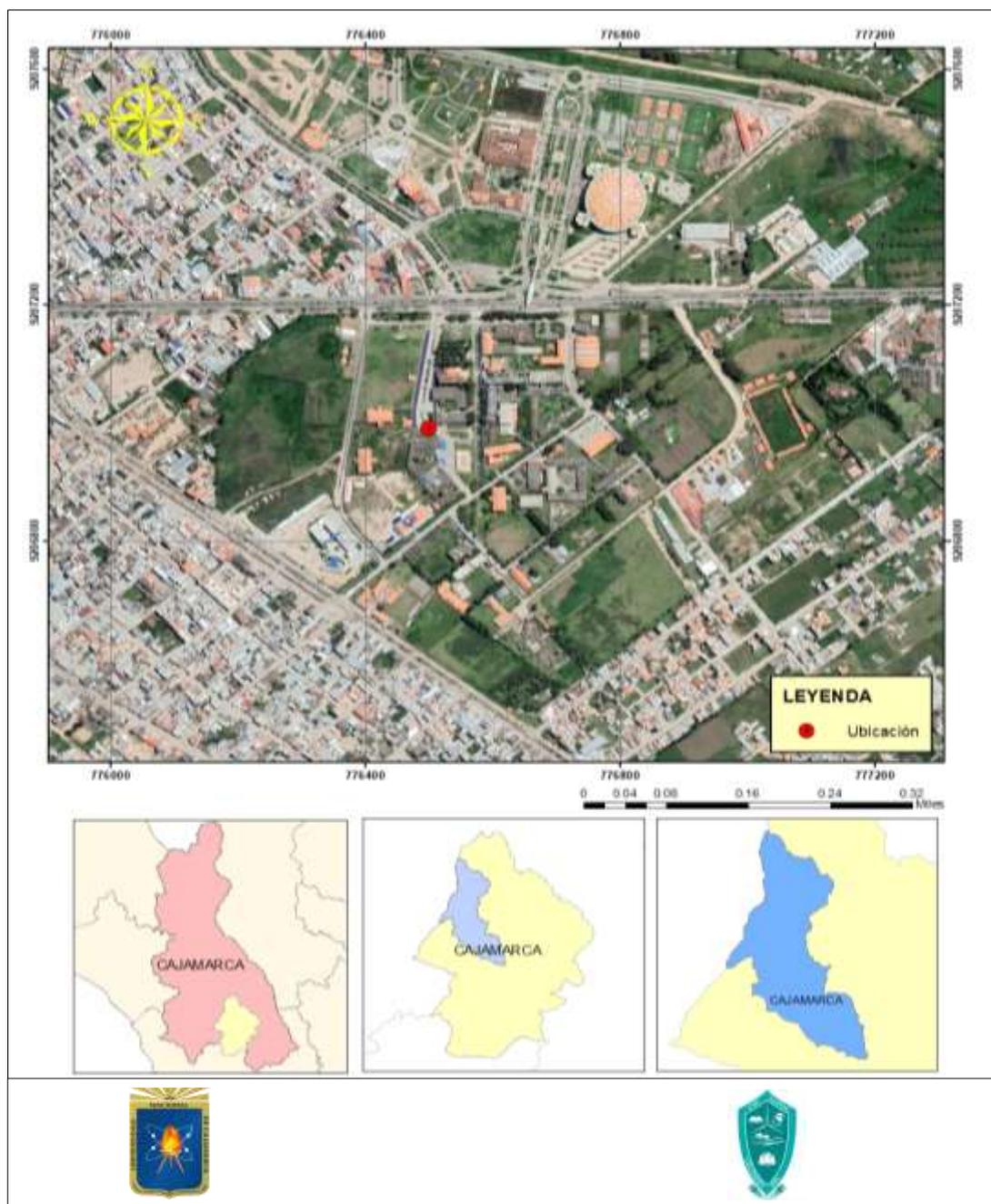
## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Ubicación de la investigación

El estudio fue realizado en la sede principal de la Universidad Nacional de Cajamarca ubicada en el distrito de Cajamarca, provincia y región del mismo nombre, con Coordenada Este: 776500.00 m E., Coordenada Norte: 9206992.00 m S a una altitud de 2683 m s.n.m.

La Universidad Nacional de Cajamarca es una institución licenciada dedicada a la formación académica, investigación y proyección social, el 13 de febrero del año 1962 se promulgó la Ley N.º 14015, por la que se creó la Universidad Técnica de Cajamarca y el 14 de julio inició su funcionamiento con 6 escuelas: Medicina Rural, Agronomía, Medicina Veterinaria, Pedagogía, Minería y Metalurgia, Economía y Organización de Empresas. En la actualidad cuenta con diez facultades que abarcan un total de 24 escuelas profesionales y existen cinco filiales de la Universidad Nacional de Cajamarca y se encuentran en: Jaén, Chota, Celendín, Cajabamba y Bambamarca.

**Figura 1***Mapa ubicación y área de estudio*

En cuanto a su infraestructura operativa, la universidad dispone de una flota de unidades móviles que cumplen funciones clave en el desarrollo de actividades académicas, administrativas y logísticas, brindando servicios a estudiantes, docentes y personal administrativo, según datos institucionales del año 2023, la sede principal contó con un promedio de 8 328 estudiantes y 1 073 trabajadores, entre docentes y personal

administrativo, esta información contextual permite dimensionar la demanda operativa de transporte interno y, por tanto, la importancia de analizar su impacto ambiental mediante la medición de la huella de carbono.

Respecto a la funcionalidad de las unidades móviles, los ómnibus son utilizados principalmente para el transporte diario de estudiantes, docentes y personal administrativo hacia la ciudad universitaria, así como para viajes de estudios organizados por las distintas facultades. Las camionetas, por su parte, se emplean en actividades académicas, administrativas y de investigación, tales como traslados hacia las filiales, especialmente en gestiones realizadas por oficinas como la de Investigación y la de Admisión. En cuanto a las demás unidades, el volquete se destina al transporte de bienes y materiales diversos, incluidos desmontes provenientes de trabajos realizados en el campus; la combi, asignada al área de Bienestar Universitario, cumple funciones como ambulancia institucional, brindando soporte en el traslado de pacientes dentro del campus o hacia centros de salud; y finalmente, el camión se utiliza para el traslado de materiales, desmontes, follaje y otras cargas, contribuyendo a las labores de mantenimiento y logística en las instalaciones universitarias.

### **3.2 Metodología**

En el marco de la investigación realizada, se emplearon diversas normativas y herramientas reconocidas tanto a nivel nacional como internacional. Los límites organizacionales, operacionales y la estimación de las emisiones se establecieron conforme a la metodología propuesta en el Manual Técnico Referencial de la Huella de Carbono Perú, aprobado mediante el Decreto Supremo N.º 013-2019-MINAM, el cual se basa en estándares ampliamente aceptados como las Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (2006), el Quinto Informe de Evaluación del IPCC (2014), la norma ISO 14064-1:2018 de la Organización

Internacional de Normalización (ISO), y el Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte de GEI del GHG Protocol (World Resources Institute, 2001), la aplicación de estos instrumentos metodológicos permitió realizar una estimación precisa, coherente y técnicamente fundamentada de las emisiones, en concordancia con los lineamientos científicos internacionalmente aceptados sobre cambio climático.

Para la aplicación de las fórmulas de cálculo de emisiones, se elaboró una hoja de cálculo en Microsoft Excel, en la cual se organizaron y procesaron los datos recolectados. En este proceso, se utilizó las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero – Volumen 2 Energía, proporcionadas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2006), las cuales contiene factores de emisión y metodologías recomendadas para el cálculo de GEI en el sector transporte, adicionalmente, se hizo uso del quinto informe de evaluación del IPCC (AR5), del cual se obtuvieron los valores del potencial de calentamiento global (GWP) en relación con el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) y óxidos de nitrógeno ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Estos valores son esenciales para convertir las emisiones de GEI en equivalentes de  $\text{CO}_2$  y asegurar una estimación precisa de la huella de carbono generada por la combustión de las unidades móviles de transporte.

### ***3.2.1 Determinación de fuentes de emisión de gases de efecto invernadero***

Las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero se determinaron a través de la información proporcionada por al área Unidad de Servicios Generales y Gestión Ambiental – Sub Unidad de Transporte Vehicular, de la Universidad Nacional de Cajamarca, quienes facilitaron las tarjetas de identificación vehicular de la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos (SUNARP), adjuntadas en los anexos.

### ***3.2.2 Categorización de las unidades móviles de transporte***

Con la información proporcionada por el área correspondiente de la universidad, se procedió a elaborar un inventario detallado de las unidades móviles institucionales, utilizando una estructura de categorización basada en estándares internacionales. Esta categorización incluyó los siguientes elementos:

- Tipo de unidad móvil (categoría del vehículo)
- Número de placa (número de registro)
- Modelo (modelo del vehículo)
- Año de fabricación (año de primera matriculación)
- Tipo de combustible (tipo de combustible)

Este enfoque se alinea con lo propuesto en el Handbook Emission Factors for Road Transport (INFRAS, 2022), desarrollado en colaboración con organismos ambientales de Alemania, Suiza, Austria y la Comisión Europea, este manual establece parámetros técnicos que permiten caracterizar adecuadamente los vehículos para fines de inventario de emisiones, incluyendo información sobre tipo de vehículo, año de fabricación, tipo de combustible y estándares de emisiones, lo que garantiza coherencia metodológica con inventarios de gases de efecto invernadero utilizados en contextos europeos.

### ***3.2.3 Estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero***

Para la estimación de las emisiones se aplicó la metodología propuesta en el Manual Técnico Referencial de la Huella de Carbono Perú, aprobado mediante el Decreto Supremo N.º 013-2019-MINAM. Este manual adopta como base diversos estándares internacionales de amplia aceptación, tales como las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2006), la norma ISO 14064-1 (ISO, 2018), el GHG Protocol mediante su Estándar Corporativo de

Contabilidad y Reporte de GEI (World Resources Institute, 2001) y el Quinto Informe de Evaluación del IPCC (2014).

### **3.2.3.1 Consumo de combustible**

Para obtener los datos del consumo de combustible de las unidades móviles, se solicitó la información de las compras de combustible realizadas entre enero y diciembre de 2023 mediante una solicitud a la Unidad de Servicios Generales y Gestión Ambiental de la Universidad Nacional de Cajamarca. La Sub Unidad de Transporte Vehicular fue la encargada de proporcionar estos datos, los cuales incluían los oficios enviados desde dicha subunidad al director de la Unidad de Servicios Generales y Gestión Ambiental, los oficios incluían las conformidades de facturas y vales de combustible emitidos por las empresas proveedoras, lo que permitió garantizar la validez y exactitud de la información entregada.

Los datos correspondientes a las conformidades de facturas y vales de combustible fueron organizados y registrados en hojas de cálculo de Excel, creando una tabla para cada mes del año, en cada tabla se consignaron los siguientes campos: fecha de emisión del vale, número de vale, placa del vehículo, tipo de combustible y cantidad de combustible en galones, esta organización permitió una estructura clara y ordenada de los datos, facilitando el análisis mensual del consumo de combustible a lo largo de los 12 meses.

### **3.2.3.2 Cálculo del consumo de energía**

El cálculo del consumo de energía consiste en estimar el consumo de combustible en terajulios (TJ), una unidad que expresa la cantidad de energía liberada durante la combustión de un combustible específico, para este proceso, es necesario disponer del valor calorífico neto (VCN) de cada tipo de combustible, como se detalla en la tabla 6.

La ecuación utilizada para este cálculo es la siguiente:

$$\text{Consumo TJ}\alpha = \sum (\text{Consumo combustible } \alpha \times \rho \times \text{VCN}\alpha)$$

Donde:

- Consumo TJ $\alpha$ : consumo en terajulio, al año, por tipo de combustible para transporte terrestre
- Consumo Combustible  $\alpha$ : Combustible consumido en cada transporte por tipo (gal)
- $\rho$ : densidad del combustible Kilogramo /Galón (Kg/gal)
- VCN $\alpha$ : Valor calórico neto por tipo de combustible TJ/Kg (IPCC, 2006).

Además, es importante señalar que se identificaron las especificaciones de composición y densidad de cada tipo de combustible, específicamente para el diésel B5 S50 y el gasohol regular, la densidad de estos combustibles fue un dato clave para el cálculo del consumo de energía, esta información se presenta en las tablas 6 y 7, correspondientes al diésel B5 S50 y al gasohol regular.

**Tabla 6**

*Valor calórico neto para combustibles*

<b>Tipo de combustible</b>	<b>VCN</b>	<b>Unidad</b>	<b>VCN</b>	<b>Unidad</b>
Diésel B5 (S-50)	42.20	TJ/Gg	4.22E-05	TJ/Kg
Gasolina	44.80	TJ/Gg	4.48E-05	TJ/Kg
Biogasolina	27.00	TJ/Gg	2.70E-05	TJ/Kg
Biodisel	27.00	TJ/Gg	2.70E-05	TJ/Kg

*Nota.* Adaptado de “Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector Energía 2019. Categoría: Combustión estacionaria y emisiones fugitivas,” por MINEM, 2023.

**Tabla 7***Especificaciones diésel B5 S50*

Componentes	% Vol.	Densidad
Diésel N°2: Mezcla compleja de hidrocarburos, cuya composición consta de cadenas carbonadas que contienen entre 9 y 30 carbonos (C9-C30) aprox.	95	3.17 kg/gal
Biodiesel (B100): Se compone principalmente de ésteres monoalquílicos de ácidos grasos de cadena larga (FAME: Mín. 96.5% Masa).	5	3.35 Kg/gal

*Nota.* Adaptado de Petroperú, 2024.

**Tabla 8***Especificaciones gasohol regular*

Componentes	% Vol.	Densidad
Gasolina Regular: Mezcla compleja de hidrocarburos, cuya composición consta de cadenas carbonadas que contienen entre 5 y 12 carbonos (C5-C12) aproximadamente, un contenido de olefinas de hasta 25% en volumen; y aromáticos, hasta 45% en volumen.	92.2	2.63 kg/gal
Alcohol Carburante: Es el Etanol Anhidro desnaturalizado, obtenido de la mezcla del etanol anhidro con la sustancia desnaturalizante en un pequeño porcentaje.	7.8	3.35 Kg/gal

*Nota.* Adaptado de Petroperú, 2024.

**3.2.3.3 Cálculo de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**

Una vez calculado el consumo de energía por tipo de combustible, se procede a estimar las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), este cálculo se realiza multiplicando el consumo de combustible por los factores de emisión que se encuentran en la tabla 9. La ecuación utilizada para este cálculo es la siguiente:

$$Emisiones\ GEI\ CO_2\alpha = Consumo\ TJa \times FE\alpha$$

Donde:

- Emisiones GEI CO<sub>2</sub>α: emisiones de CO<sub>2</sub> por tipo de combustible (α) en tCO<sub>2</sub>/año

- Consumo TJ $\alpha$ : consumo en TJ por tipo de combustible ( $\alpha$ )
- FE $\alpha$ : factor de emisión de CO<sub>2</sub> por tipo de combustible (IPCC, 2006).

**Tabla 9**

*Factores de emisión de CO<sub>2</sub> por defecto del transporte terrestre*

Tipo de combustible	Por defecto (kg/TJ)
Gasolina para motores	69,300
Gas/Diésel Oil	74,100
Biogasolina	70,800
Biodiésel	70,800

*Nota.* Adaptado de “Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero,” volumen 2, p. 1.24, por IPCC, 2006.

Cada selección de los factores de emisión (cocientes calculados que relacionan emisiones de GEI a una medida de actividad en una fuente de emisión), fueron obtenidos de INGEI 2012 (MINAM, 2023) y las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2006).

### 3.2.3.4 Cálculo de emisiones de metano (CH<sub>4</sub>)

Consiste en estimar las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) por el tipo de combustible, multiplicando el consumo de energía (por tipo de combustible) con los factores de emisión. La ecuación utilizada para este cálculo es la siguiente:

$$Emisiones\ GEI\ CH_4\alpha = Consumo\ TJ\alpha \times FE\alpha$$

Donde:

- Emisiones GEI CH<sub>4</sub> $\alpha$ : Emisiones de CH<sub>4</sub> por tipo de combustible ( $\alpha$ ) en tCH<sub>4</sub>/año
- Consumo TJ $\alpha$ : Consumo en TJ por tipo de combustible ( $\alpha$ )
- FE $\alpha$ : Factor de emisión de CH<sub>4</sub> por tipo de combustible para transporte (IPCC, 2006).

**Tabla 10**

*Factores de emisión por defecto de CH<sub>4</sub> del transporte terrestre*

Tipo de combustible	CH <sub>4</sub> (kg/TJ)
Gasolina para motores - catalizador de oxidación	25.00
Gas / Diésel Oil	3.90
Etanol, camiones Estados Unidos	260.00
Biodiésel <sup>a</sup>	10.00

*Nota.* Adaptado de “Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero,” por IPCC, 2006.

<sup>a</sup> Factor de emisión para la combustión estacionaria en la categoría comercial/institucional.

### 3.2.3.5 Cálculo de emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)

Consiste en estimar las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) por el tipo de combustible, multiplicando el consumo de energía (por tipo de combustible) con los factores de emisión de N<sub>2</sub>O, la ecuación utilizada para este cálculo es la siguiente:

$$Emisiones\ GEI\ N_2O\alpha = Consumo\ TJ\alpha \times FE\alpha$$

Donde:

- Emisiones GEI N<sub>2</sub>O α: Emisiones de N<sub>2</sub>O por tipo de combustible (α) en tN<sub>2</sub>O/año
- Consumo TJα: Consumo en TJ por tipo de combustible (α)
- FEα: Factor de emisión de N<sub>2</sub>O por tipo de combustible quemado (IPCC, 2006).

**Tabla 11***Factores de emisión por defecto de N<sub>2</sub>O del transporte terrestre*

Tipo de combustible	N <sub>2</sub> O (kg/TJ)
Gasolina para motores catalizador de oxidación	8.00
Gas / Diésel Oil	3.90
Etanol, camiones Estados Unidos	41.00
Biodiésel <sup>a</sup>	0.60

*Nota.* Adaptado de “Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero,” por IPCC, 2006.

<sup>a</sup> Factor de emisión para la combustión estacionaria en la categoría comercial/institucional.

### 3.2.3.6 Cálculo total de emisiones directas de GEI

Consiste en estimar el total de las emisiones de GEI generadas por tipo de combustible quemado:

$$Emisiones\ GEI = \sum (Emisiones\ GEI\ CO_2\alpha + (Emisiones\ GEI\ CH_4\alpha \times GWP_{CH_4}) + (Emisiones\ GEI\ N_2O\alpha \times GWP_{N_2O}))$$

Donde:

- Emisiones GEI: Emisiones GEI por tipo de combustible ( $\alpha$ ) en t CO<sub>2</sub>e.
- GWP<sub>CH<sub>4</sub>,N<sub>2</sub>O</sub>: Potencial de calentamiento global tipo de gas (MINAM, 2018).

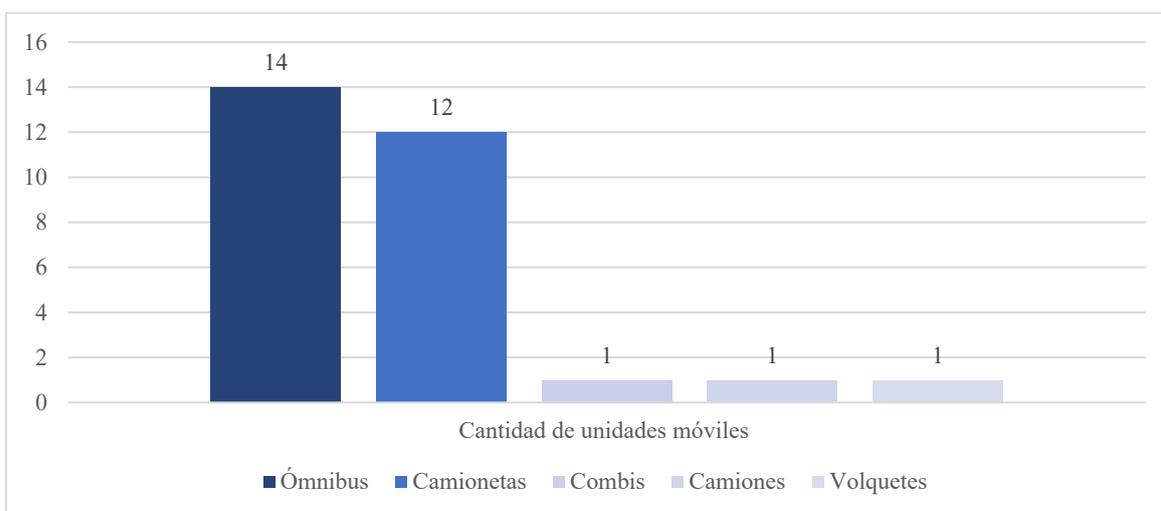
## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Fuentes de emisión de gases de efecto invernadero generadas por el uso de combustible

**Figura 2**

*Distribución de las unidades móviles de transporte*



La Figura 2 muestra la distribución de las unidades móviles pertenecientes a la sede central de la UNC, se identificó un total de 29 vehículos, clasificados en cinco categorías: ómnibus (14 unidades), camionetas (12), camión (1), combi (1) y volquete (1), del total, 05 unidades funcionan con gasolina y 24 con diésel, evidenciando una fuerte dependencia institucional de este último combustible, otro aspecto relevante es que los ómnibus y camionetas representan el 89.7 % del parque vehicular, lo que evidencia

una marcada predominancia de estos tipos de vehículos en las operaciones institucionales, los ómnibus son utilizados principalmente para el transporte de estudiantes, docentes y personal administrativo, así como para viajes de estudios organizados por las diferentes facultades, por su parte, las camionetas cumplen funciones vinculadas a gestiones académicas, administrativas y de investigación, como el traslado hacia las filiales. En contraste, las demás unidades camión, volquete y combi tienen una participación mínima, con solo una unidad por tipo, y se destinan a labores específicas como el transporte de materiales, bienes institucionales y, en el caso de la combi, al traslado de pacientes. Esta distribución funcional refleja el papel operativo clave que cumple cada vehículo en el desarrollo de las actividades de la universidad.

Los resultados son consistentes con estudios que destacan el rol central de las unidades móviles institucionales como fuentes de emisiones de GEI en el entorno universitario, Pérez (2018) en su estudio en la Universidad San Francisco de Quito, identificó 23 vehículos como fuentes emisoras, señalando que la mayoría utilizaba gasolina, en contraste de la UNC, donde predominan móviles que utilizan diésel, y representa una diferencia significativa, pues el diésel genera mayores emisiones de contaminantes atmosféricos peligrosos, especialmente en motores antiguos, en el caso de Admas et al. (2025) en la Debre Markos University determinaron que el 64% de las emisiones totales provenían de vehículos institucionales, generadores diésel y consumo de biomasa, señalando a los ómnibus y autos como los principales responsables dentro del parque vehicular, esta situación guarda similitud con los resultados hallados en la UNC, donde los ómnibus y camionetas conforman la mayor parte de la flota móvil, asimismo, Cano et al. (2023) en su estudio en la Universidad Nacional de Colombia, realizaron un inventario detallado de las unidades móviles institucionales, clasificándolas por tipo de vehículo y fuente emisora (fija o móvil), esta categorización fue fundamental

para identificar qué vehículos contribuían más a las emisiones y permitió plantear estrategias de mitigación específicas, este enfoque es similar al aplicado en la presente investigación, lo que constituyó la base para estimar las emisiones y establecer prioridades de gestión ambiental.

El uso de vehículos institucionales en la UNC, especialmente ómnibus y camionetas a diésel, explica su alta contribución a las emisiones de GEI, este patrón es coherente con lo encontrado por Admas et al. (2025), quienes identificaron a los ómnibus como principales emisores en universidades con flotas operativas similares, a diferencia de otras instituciones como la Universidad San Francisco de Quito, donde predominan los vehículos a gasolina (Pérez, 2018), en la UNC el predominio del diésel agrava el impacto ambiental, además, al igual que Cano et al. (2023), esta investigación aplicó una categorización detallada por tipo de unidad y fuente emisora, lo que permitió identificar los vehículos más contaminantes y orientar estrategias de mitigación más efectivas.

#### **4.2 Categorización de las unidades móviles de transporte de la sede central de la Universidad Nacional de Cajamarca**

Luego de determinar las fuentes emisoras de gases de efecto invernadero se realizó una categorización que aborda dos enfoques principales: la clasificación por tipo de vehículo y por tipo de combustible que este utiliza.

#### 4.2.1 Categorización por tipo de vehículo

**Tabla 12**

*Categorización por tipo de vehículo*

Tipo de vehículo	Placa	Año de fabricación	Cantidad de unidades móviles	Porcentaje (%)
Ómnibus	EGQ-492	2003	14	48.30%
	EGQ-494	2003		
	EGQ-473	2003		
	EGR-891	2008		
	EGQ-477	2008		
	EGO-723	2013		
	EGO-751	2013		
	EGO-759	2013		
	EGO-762	2013		
	EGO-780	2013		
	EGO-772	2013		
	EGS-032	2013		
	EGS-545	2013		
	EGS-849	2013		
Camionetas	EGN-732	1982	12	41.40%
	EAA-178	1992		
	EGM-532	1993		
	EGQ-511	1993		
	EGY-251	2013		
	EGY-254	2013		
	EGY-253	2013		
	EGY-252	2013		
	EGY-275	2013		
	EGY-276	2013		
	EGM-769	2013		
EGX-150	2015			
Combi	EUC-632	1992	1	3.40%
Camión	EGQ-478	1993	1	3.40%
Volquete	EGV-800	2007	1	3.40%
	Total		29	100 %

La tabla 12 evidencia la categorización de las unidades móviles de transporte de la sede central de la UNC que permitió identificar un total de 29 vehículos, distribuidos principalmente entre ómnibus (48.3%) y camionetas (41.4%), mientras que las combi, camión y volquete representaron un 3.4% cada uno, esta composición vehicular evidencia una clara orientación al transporte colectivo y operativo institucional, siendo

los ómnibus utilizados para el traslado de estudiantes y las camionetas para gestiones administrativas o académicas, en relación con la antigüedad del parque automotor, los ómnibus fueron fabricados entre los años 2003 y 2013, lo que sugiere una relativa modernidad en esta categoría, en contraste, las camionetas presentan un rango de fabricación mucho más amplio, desde el año 1982 hasta 2015, indicando la coexistencia de vehículos antiguos y recientes, aspecto que incide directamente en la eficiencia energética y las emisiones contaminantes.

Esta estructura vehicular refleja una lógica operativa centrada en la movilidad universitaria, principalmente mediante transporte institucional, lo cual coincide con los resultados de Palomino (2019) en la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería, donde las fuentes móviles representaron el 49.80% de las emisiones de CO<sub>2</sub>, siendo la flota vehicular el principal emisor de GEI, en contraste, Hermosilla (2014), en la Universidad Politécnica de Cartagena (España), identificó una diversidad funcional en el parque vehicular, con vehículos como tractores, camiones ligeros y furgonetas orientadas a actividades académicas tecnológicas y agrícolas, esta diferencia resalta cómo la composición del parque móvil responde a las necesidades operativas específicas de cada universidad, por lo que se puede decir que, la predominancia de ómnibus y camionetas en la UNC refleja una estructura vehicular adaptada al contexto regional, caracterizado por la necesidad de desplazamientos frecuentes.

#### 4.2.2 Categorización por tipo de combustible

**Tabla 13**

*Detalle de vehículos institucionales con consumo de diésel*

Combustible	Tipo de vehículo	Placa	Año de fabricación	Cantidad de unidades móviles
Diésel	Camioneta	EAA-178	1992	9
		EGY-251	2013	
		EGY-254	2013	
		EGY-253	2013	
		EGY-252	2013	
		EGY-275	2013	
		EGY-276	2013	
		EGM-769	2013	
		EGX-150	2015	
	Ómnibus	EGQ-492	2003	14
		EGQ-494	2003	
		EGQ-473	2003	
		EGR-891	2008	
		EGQ-477	2008	
		EGO-723	2013	
		EGO-751	2013	
		EGO-759	2013	
		EGO-762	2013	
		EGO-780	2013	
		EGO-772	2013	
		EGS-032	2013	
		EGS-545	2013	
		EGS-849	2013	
	Volquete	EGV-800	2007	1
<b>Total</b>				<b>24</b>

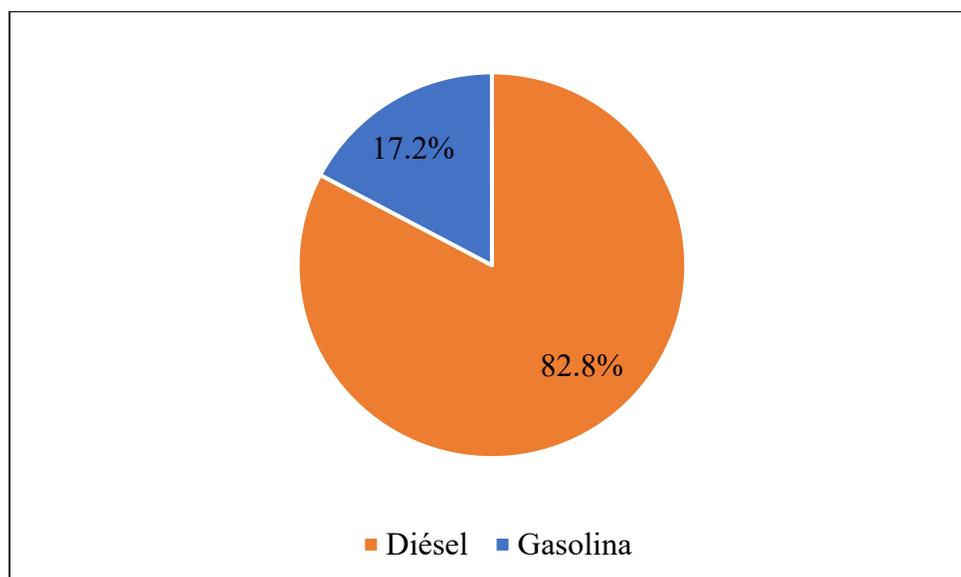
**Tabla 14**

*Detalle de vehículos institucionales con consumo de gasolina*

Combustible	Tipo de vehículo	Placa	Año de fabricación	Cantidad de unidades móviles
Gasolina	Camión	EGQ-478	1993	1
	Camioneta	EGN-732	1982	3
		EGM-532	1993	
		EGQ-511	1993	
	Combi	EUC-632	1992	1
<b>Total</b>				<b>5</b>

**Figura 3**

*Porcentaje vehículos según el combustible que utiliza*



Los resultados de la tabla 13, tabla 14 y la figura 3 indica la clasificación de las unidades móviles según el tipo de combustible, se observó que la gran mayoría (82.8%) opera con diésel, mientras que el 17.2% restante utiliza gasolina, todos los ómnibus y el volquete funcionan exclusivamente con diésel, así como 9 de las 12 camionetas, por otro lado, los vehículos que usan gasohol corresponden principalmente a camionetas antiguas (1982 y 1993), una combi (1992) y un camión (1993), esta distribución sugiere una preferencia institucional por el diésel, posiblemente debido a su mayor rendimiento energético y disponibilidad en el parque vehicular comercial, sin embargo, también se evidencia que los vehículos a gasolina presentan mayor antigüedad, lo que representa un factor agravante en términos de emisiones, ya que estos vehículos son tecnológicamente menos eficientes y generan una mayor huella de carbono.

Al comparar estos resultados con otras universidades, se advierten diferencias significativas, en la Universidad San Francisco de Quito, Pérez (2018) reportó que, de los 23 vehículos identificados, solo 2 usaban diésel y los 21 restantes utilizaban gasolina, lo que contrasta con el patrón observado en la UNC, esta diferencia puede

atribuirse tanto al contexto geográfico como a las políticas de adquisición de flota vehicular y disponibilidad de combustibles en cada región, por otro lado, en la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Quispe (2021) identificó un parque vehicular mucho más extenso (134 unidades), con una distribución según el tipo de usuario (dirección, servicio diario y docentes), en su estudio, se precisó que las unidades de servicio diario usaban diésel, mientras que la mayoría de vehículos de docentes y administrativos funcionaban con gasolina, esta segmentación por función permite analizar la huella de carbono de forma más detallada, un enfoque que puede ser replicado en futuras investigaciones en la UNC.

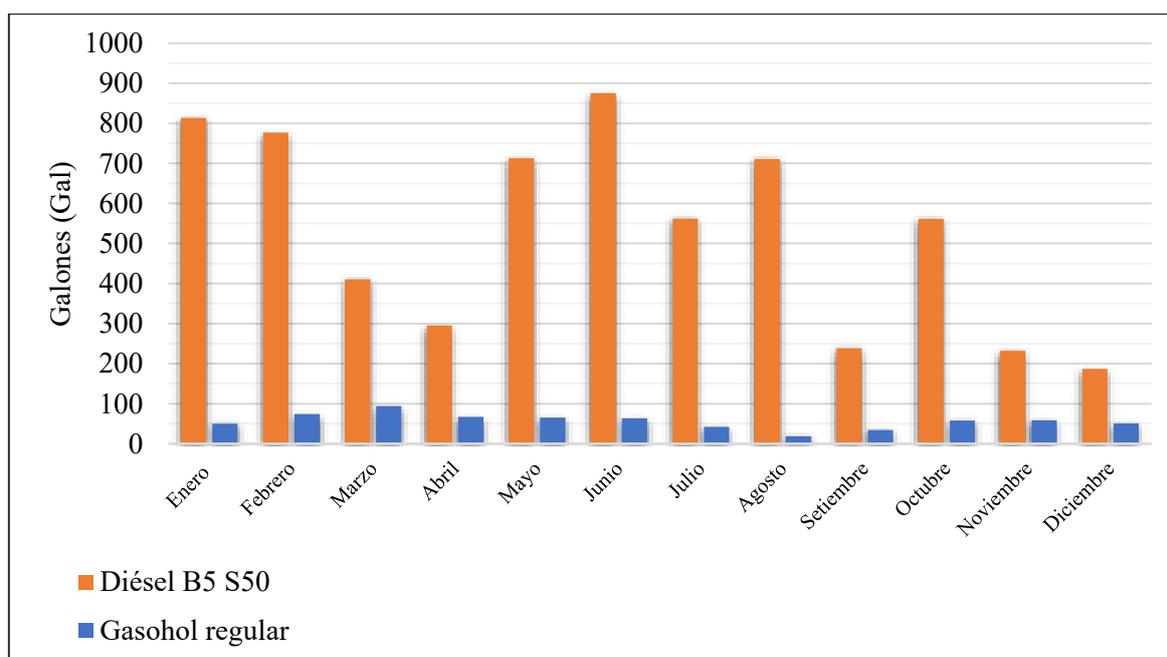
Diversos estudios, como el de Devandran et al. (2021) en la Universidad Sunway (Malasia), han identificado que el diésel es la fuente principal de emisiones directas, especialmente en universidades con flotas vehiculares numerosas, por ello, la antigüedad de las unidades a gasolina y el predominio del diésel en la UNC representan un reto ambiental, que podría mitigarse mediante políticas de renovación tecnológica o el uso progresivo de vehículos híbridos o eléctricos.

#### **4.3 Emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el uso de combustible de las unidades móviles de transporte**

Las emisiones estimadas se basaron en los registros de consumo de combustible de las unidades móviles de la sede principal de la UNC desde enero a diciembre del año 2023, cuyo resumen se muestra a continuación:

**Tabla 15***Consumo de combustible de las unidades móviles, año 2023*

Mes	Diésel B5 S5 (gal)	Gasohol regular (gal)	Total de galones
Enero	813.163	50	863.163
Febrero	776.333	74	850.333
Marzo	410.601	94	504.601
Abril	295.102	67	362.102
Mayo	712.743	65	777.743
Junio	874.674	63	937.674
Julio	561.959	42	603.959
Agosto	710.606	19	729.606
Setiembre	238.404	34	272.404
Octubre	561.589	57.7	619.289
Noviembre	231.901	59	290.901
Diciembre	186.705	51	237.705
Consumo total	6373.78	675.7	7049.48

**Figura 4***Consumo mensual de combustible*

En la tabla 15 y la figura 4 se presenta el consumo mensual de combustible, tanto de diésel B5 S50 como de gasohol regular, en dicho año se consumió un total de 7049.48 galones de combustible, se destaca que durante este período se consumieron un total de 6373.78 galones de diésel B5 S50, el mes de junio registró el mayor consumo, alcanzando 874.674 galones, mientras que diciembre mostró el menor consumo, con un total de 186.705 galones, por otro lado, se observa que el consumo de gasohol regular en todo el año fue de 675.7 galones, destacando una marcada diferencia en comparación con el diésel B5 S50, que se debe a la predominancia de unidades móviles que utilizan diésel como combustible, lo que resulta en un mayor consumo de este tipo de combustible, además, se identifica que el consumo de gasohol regular se mantuvo por debajo de los 100 galones en todos los meses del año.

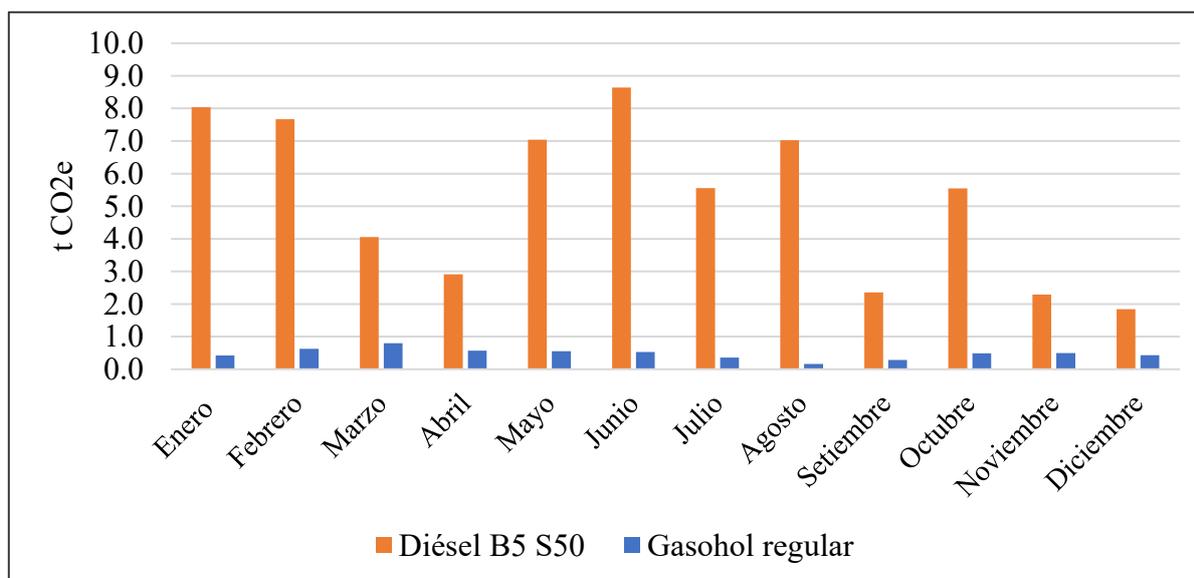
Los resultados concuerdan con los presentados por Zerón y Arias (2019, p. 54), quienes muestran el consumo de combustible desde enero hasta julio, para gasohol 95 con un consumo de 2 711 galones y petróleo D2 un consumo de 4 203 galones, lo que indica una preferencia mayor por el diésel.

#### ***4.3.1 Emisiones de gases por tipo de combustible***

Luego de calcular la cantidad de combustible consumido se procedió a estimar las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por cada tipo de combustible utilizado y por cada tipo de vehículo durante los 12 meses del año 2023.

**Tabla 16***Emisiones GEI de cada tipo de combustible por mes*

Mes	Diésel B5 S50			Gasohol regular			Total t CO <sub>2</sub> e
	Diésel N° 2 S-50 (95%)	Biodiésel B100 (5%)	t CO <sub>2</sub> e Diésel	Gasolina regular (92.2%)	Alcohol carburante (7.8%)	t CO <sub>2</sub> e Gasohol	
Enero	7.77171	0.26199	8.03	0.39185	0.03138	0.42	8.45
Febrero	7.41971	0.25012	7.67	0.57994	0.04644	0.63	8.3
Marzo	3.92427	0.13229	4.06	0.73668	0.05899	0.80	4.86
Abril	2.82040	0.09508	2.92	0.52508	0.04204	0.57	3.49
Mayo	6.81195	0.22964	7.04	0.50941	0.04079	0.55	7.59
Junio	8.35959	0.28181	8.64	0.49373	0.03953	0.53	9.17
Julio	5.37085	0.18106	5.55	0.32915	0.02636	0.36	5.91
Agosto	6.79153	0.22895	7.02	0.14890	0.01192	0.16	7.18
Setiembre	2.27852	0.07681	2.36	0.26646	0.02134	0.29	2.65
Octubre	5.36732	0.18094	5.55	0.45220	0.03621	0.49	6.04
Noviembre	2.21637	0.07472	2.29	0.46238	0.03702	0.50	2.79
Diciembre	1.78441	0.06015	1.84	0.39969	0.03200	0.43	2.27
Total	60.92	2.05	62.97	5.30	0.42	5.72	68.69

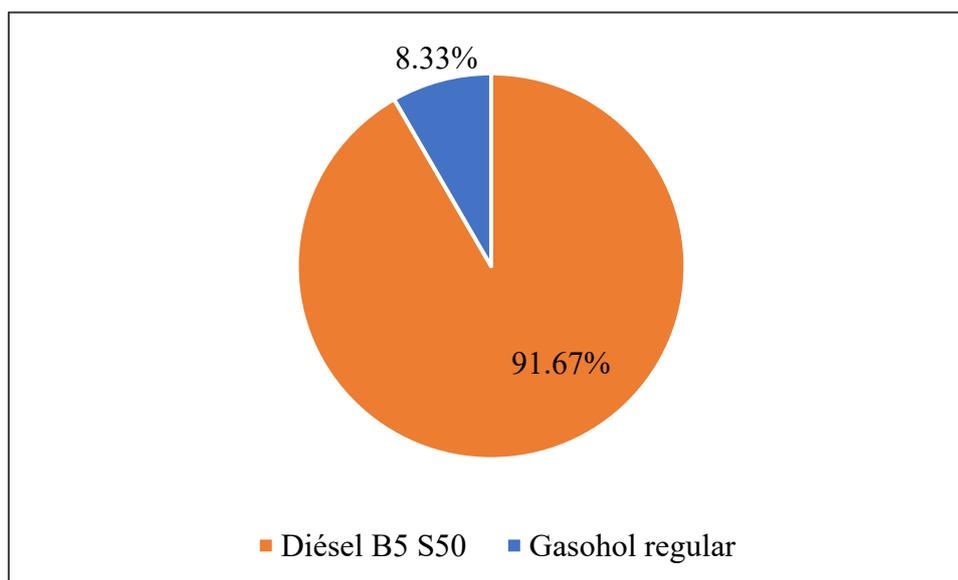
**Figura 5***Cantidad de gases de efecto invernadero generado por mes*

La tabla 16 y la figura 5 revelan que las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente por tipo de combustible, el diésel B5 S50 (N° 2 S-50 + biodiésel) presenta fluctuaciones entre un mínimo de 1.84 toneladas en diciembre y un máximo de 8.64 toneladas en junio, mientras que el gasohol varía de 0.16 toneladas en agosto a 0.80 toneladas en marzo, en lo que respecta a las emisiones totales de CO<sub>2e</sub>, los valores mensuales oscilan entre 2.27 toneladas en diciembre y 9.17 toneladas en junio, siendo el total anual de 68.69 toneladas, en cuanto a las tendencias, las emisiones asociadas al diésel son significativamente más altas que las del gasohol en todos los meses, y los meses con mayores emisiones totales son junio, mayo y enero, mientras que los meses con emisiones más bajas son diciembre, noviembre, setiembre y abril concordando con los meses que no hubo clases por lo que hubo menos unidades móviles en actividad.

Los resultados muestran un patrón cíclico en las emisiones, con máximos en junio y enero, y mínimos en diciembre y setiembre, lo cual coincide con los periodos de mayor y menor actividad universitaria, comportamiento observado también por Hermosilla (2014), asimismo, el estudio de Pérez (2018) refuerza la relación entre consumo de diésel y volumen de emisiones, a pesar de contar con solo dos vehículos a diésel, estos generaron 42.19 toneladas de CO<sub>2e</sub>, confirmando la alta carga emisora de este combustible, en comparación, la UNC generó 62.97 toneladas de CO<sub>2e</sub> con un mayor volumen de consumo.

**Tabla 17***Comparación de emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O según tipo de combustible*

Tipo de combustible	Componente del combustible	Emisiones de CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> )	Emisiones de CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> )	Emisiones de N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O)	Emisiones GEI t CO <sub>2</sub> e	Porcentaje de emisiones GEI
Diésel B5 S50	Diésel N° 2 S-50 (95%)	59.9915	0.00316	0.00316	60.92	91.67 %
	Biodiésel B100 (5%)	2.04089	0.00029	0.00002	2.054	
	Subtotal	62.0324	0.00345	0.00317	62.97	
Gasohol regular	Gasolina regular (92.2%)	5.08841	0.00184	0.00059	5.295	8.33 %
	Alcohol carburante (7.8%)	0.33752	0.00124	0.00020	0.424	
	Subtotal	5.42593	0.00308	0.00078	5.719	
Total		67.4583	0.00652	0.00396	68.69	100 %

**Figura 6***Porcentaje de emisiones GEI según el tipo de combustible*

De acuerdo con la tabla 17 y figura 6, se destaca que, las unidades que utilizan combustible diésel son responsables del 91.67% de las emisiones de gases de efecto

invernadero, mientras que aquellas que utilizan gasohol solo representan el 8.33% de estas emisiones.

Al comparar los resultados de esta investigación con los obtenidos por Hermosilla (2014) en la Universidad Politécnica de Cartagena, se observa una diferencia metodológica relevante, ya que las emisiones de CO<sub>2</sub>e se calcularon utilizando factores específicos por tipo de vehículo y distancia recorrida, a pesar de ello, la huella de carbono generada por el desplazamiento de los vehículos institucionales fue de 69.72 toneladas de CO<sub>2</sub>e, valor muy cercano al hallado en la UNC (68.69 t CO<sub>2</sub>e), por otro lado, los hallazgos también coinciden con los de Pérez (2018), quien analizó la proporcionalidad de las emisiones de GEI según el tipo de combustible, en su estudio, dos vehículos a diésel consumieron 4120.69 galones y generaron 42.19 t CO<sub>2</sub>e, mientras que 4492.31 galones de gasolina produjeron 38.77 t CO<sub>2</sub>e, en comparación, en la UNC se registró un consumo de 6373.78 galones de diésel que generó 62.97 t CO<sub>2</sub>e, y 675.7 galones de gasohol que emitieron 5.719 t CO<sub>2</sub>e, estas comparaciones reflejan cómo la cantidad de combustible y el tipo de unidad móvil inciden directamente en las emisiones, incluso cuando varía el número de vehículos.

Por su parte, Quispe (2021) también identificó una fuerte presencia de CO<sub>2</sub> en la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, siendo este gas responsable del 77.2% de las emisiones totales de GEI, lo cual coincide con el patrón observado en la UNC, donde el CO<sub>2</sub> representa el 91.67% de las emisiones, del mismo modo, Cano et al. (2023) en la Universidad Nacional de Colombia y Salin (2022) en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, identificaron que el CO<sub>2</sub> era el gas dominante de las emisiones, con una fuerte contribución de las fuentes móviles, lo que valida la consistencia metodológica de los hallazgos de la presente investigación.

En relación con los tipos de gases emitidos, los resultados evidencian que el CO<sub>2</sub> constituye el principal componente de las emisiones de GEI (67.4583), seguido por cantidades significativamente menores de CH<sub>4</sub> (0.00652 t) y N<sub>2</sub>O (0.00396 t), aunque estas últimas emisiones son pequeñas en masa, su potencial de calentamiento global (GWP) es considerablemente mayor (25 veces para el CH<sub>4</sub> y 298 veces para el N<sub>2</sub>O, según el IPCC (2014)), estos valores son similares a los encontrados por Quispe (2021) en la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, donde el CO<sub>2</sub> también dominó las emisiones, pero sin dejar de reconocer la presencia de otros gases, el bajo volumen de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O en la UNC puede atribuirse al uso limitado de tecnologías avanzadas en el parque vehicular, mayoritariamente diésel, lo que coincide con lo reportado por Hermosilla (2014) en la Universidad Politécnica de Cartagena, en ambos casos, se advierte que motores antiguos pueden emitir mayores proporciones de estos gases por combustión incompleta, en contraste, estudios como el de Admas et al. (2025) en Etiopía, donde el uso de biomasa y generadores diésel es más intensivo, mostraron mayores proporciones relativas de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, esta comparación subraya que, aunque en la UNC estos gases representan solo el 0.02 % y 0.005 % del total en masa, su impacto climático proporcional puede ser mucho mayor, lo que refuerza la necesidad de implementar tecnologías de combustión más limpia y controles de emisiones para reducir su presencia.

#### **4.3.2 Emisiones de gases por tipo de vehículo**

Tabla 18

Emisiones de GEI emitidas por tipo de vehículos

Vehículo	OMNIBUS			CAMIONETAS				COMBI			CAMION			VOLQUETE			
	Diésel B5 S50			Diésel B5 S50		Gasohol regular		Gasohol regular			Gasohol regular			Diésel B5 S50			
Tipo de combustible	Diésel N° 2 S-50 (95%)	Biodiésel B100 (5%)	t CO2e	Diésel N° 2 S-50 (95%)	Biodiésel B100 (5%)	Gasolina Regular - 92.2%	Alcohol Carburante - 7.8%	t CO2e	Gasolina Regular (92.2%)	Alcohol Carburante (7.8%)	t CO2e	Gasolina Regular (92.2%)	Alcohol Carburante (7.8%)	t CO2e	Diésel N° 2 S-50 (95%)	Biodiésel B100 (5%)	t CO2e
<b>Enero</b>	4.853	0.164	5.017	2.632	0.089	0.235	0.019	2.974	0.157	0.013	0.169	0.000	0.000	0.000	0.287	0.010	0.296
<b>Febrero</b>	5.508	0.186	5.694	1.911	0.064	0.408	0.033	2.416	0.055	0.004	0.059	0.118	0.009	0.127	0.000	0.000	0.000
<b>Marzo</b>	2.011	0.068	2.079	1.626	0.055	0.408	0.033	2.121	0.157	0.013	0.169	0.172	0.014	0.186	0.287	0.010	0.296
<b>Abril</b>	0.306	0.010	0.316	2.323	0.078	0.368	0.029	2.800	0.078	0.006	0.085	0.078	0.006	0.085	0.191	0.006	0.198
<b>Mayo</b>	4.714	0.159	4.873	1.419	0.048	0.274	0.022	1.763	0.078	0.006	0.085	0.157	0.013	0.169	0.679	0.023	0.701
<b>Junio</b>	6.420	0.216	6.637	1.652	0.056	0.259	0.021	1.988	0.118	0.009	0.127	0.118	0.009	0.127	0.287	0.010	0.296
<b>Julio</b>	4.121	0.139	4.260	1.250	0.042	0.212	0.017	1.521	0.000	0.000	0.000	0.118	0.009	0.127	0.000	0.000	0.000
<b>Agosto</b>	5.479	0.185	5.664	1.312	0.044	0.055	0.004	1.416	0.000	0.000	0.000	0.094	0.008	0.102	0.000	0.000	0.000
<b>Setiembre</b>	1.267	0.043	1.310	1.011	0.034	0.055	0.004	1.105	0.078	0.006	0.085	0.133	0.011	0.144	0.000	0.000	0.000
<b>Octubre</b>	3.402	0.115	3.517	1.296	0.044	0.303	0.024	1.667	0.000	0.000	0.000	0.149	0.012	0.161	0.669	0.023	0.692
<b>Noviembre</b>	1.023	0.034	1.057	1.194	0.040	0.384	0.031	1.649	0.000	0.000	0.000	0.078	0.006	0.085	0.000	0.000	0.000
<b>Diciembre</b>	0.363	0.012	0.375	1.421	0.048	0.212	0.017	1.698	0.078	0.006	0.085	0.110	0.009	0.119	0.000	0.000	0.000
<b>Total</b>	39.469	1.331	40.799	19.049	0.642	3.172	0.254	23.117	0.799	0.064	0.863	1.324	0.106	1.431	2.399	0.081	2.480

Los datos muestran que los ómnibus generaron un total anual de 40.799 tCO<sub>2</sub>e, siendo el tipo de vehículo con mayor nivel de emisiones dentro de la flota de la UNC, las emisiones más elevadas se registraron en junio (6.637 tCO<sub>2</sub>e) y febrero (5.694 tCO<sub>2</sub>e), mientras que los valores más bajos ocurrieron en abril (0.316 tCO<sub>2</sub>e) y diciembre (0.375 tCO<sub>2</sub>e), esta alta variabilidad refleja su uso intensivo en meses académicos activos, donde los traslados de estudiantes y personal son más frecuentes, además, todas las unidades utilizan diésel B5 S50, lo que explica en parte su significativo aporte a las emisiones totales.

Las camionetas institucionales generaron en total 23.117 tCO<sub>2</sub>e durante el año 2023, siendo la segunda fuente de emisiones más importante después de los ómnibus. Las emisiones mensuales se mantuvieron dentro de un rango de 1.416 tCO<sub>2</sub>e en agosto a 2.974 tCO<sub>2</sub>e en enero, indicando un uso regular durante todo el año, estas unidades emplean tanto diésel B5 S50 como gasohol regular, aunque el diésel representa la mayor proporción de emisiones, la presencia de camionetas antiguas a gasolina también influye en la carga contaminante del grupo.

La única combi en la flota, que funciona con gasohol regular, generó un total anual de 0.863 tCO<sub>2</sub>e, sus emisiones fueron más altas en enero (0.169 tCO<sub>2</sub>e) y ausentes en varios meses como julio, agosto, octubre y noviembre, lo que sugiere un uso intermitente, la baja cantidad de emisiones se explica tanto por la limitada actividad del vehículo como por su menor capacidad de transporte en comparación con otros tipos de unidades móviles.

El camión institucional produjo 1.431 tCO<sub>2</sub>e durante el año. Utiliza gasohol regular y sus emisiones variaron de 0 tCO<sub>2</sub>e en enero a 0.186 tCO<sub>2</sub>e en marzo, con una distribución mensual moderadamente constante desde febrero hasta diciembre, el

patrón sugiere que el camión tiene un uso operativo focalizado y probablemente asociado a tareas logísticas o de mantenimiento institucional.

El único volquete registrado, que utiliza diésel B5 S50, generó 2.480 tCO<sub>2e</sub> en total durante el año. Su actividad se concentró en mayo (0.701 tCO<sub>2e</sub>) y octubre (0.692 tCO<sub>2e</sub>), mientras que en otros meses no se reportaron emisiones, lo que indica un uso estacional o específico relacionado a obras, mantenimiento o actividades puntuales dentro de la universidad, a pesar de ser solo una unidad, sus emisiones fueron mayores que las de la combi y el camión.

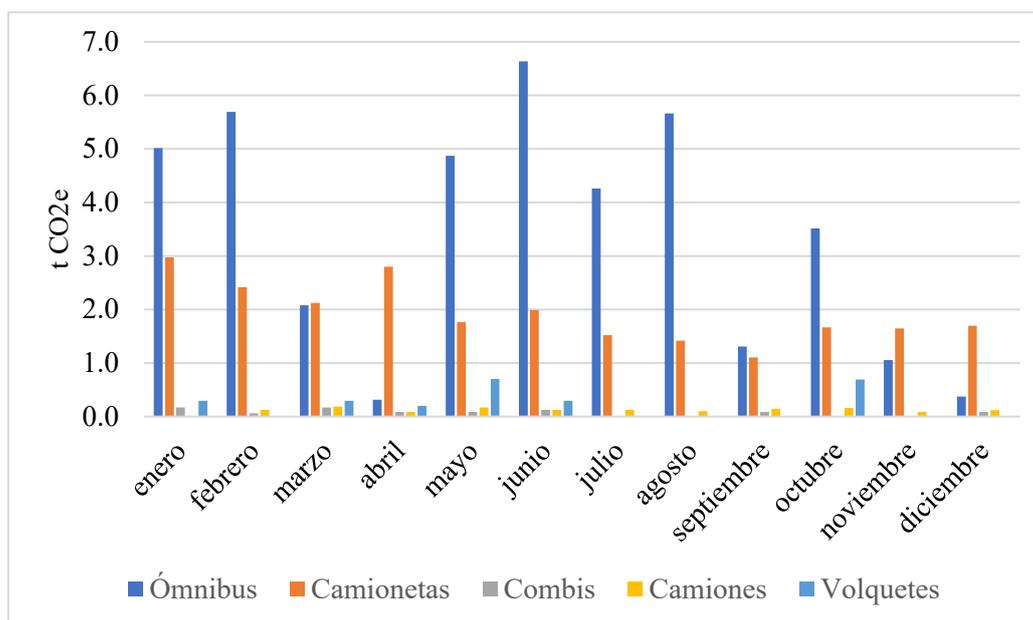
**Tabla 19**

*Resumen de emisiones mensuales de GEI emitidas por tipo de vehículos*

Mes	Ómnibus	Camionetas	Combi	Camión	Volquete	t CO <sub>2e</sub>
Enero	5.017	2.974	0.169	0.000	0.296	8.457
Febrero	5.694	2.416	0.059	0.127	0.000	8.296
Marzo	2.079	2.121	0.169	0.186	0.296	4.852
Abril	0.316	2.800	0.085	0.085	0.198	3.483
Mayo	4.873	1.763	0.085	0.169	0.701	7.592
Junio	6.637	1.988	0.127	0.127	0.296	9.175
Julio	4.260	1.521	0.000	0.127	0.000	5.907
Agosto	5.664	1.416	0.000	0.102	0.000	7.181
septiembre	1.310	1.105	0.085	0.144	0.000	2.643
Octubre	3.517	1.667	0.000	0.161	0.692	6.037
noviembre	1.057	1.649	0.000	0.085	0.000	2.790
diciembre	0.375	1.698	0.085	0.119	0.000	2.276
Total	40.799	23.117	0.863	1.431	2.480	68.690

**Figura 7**

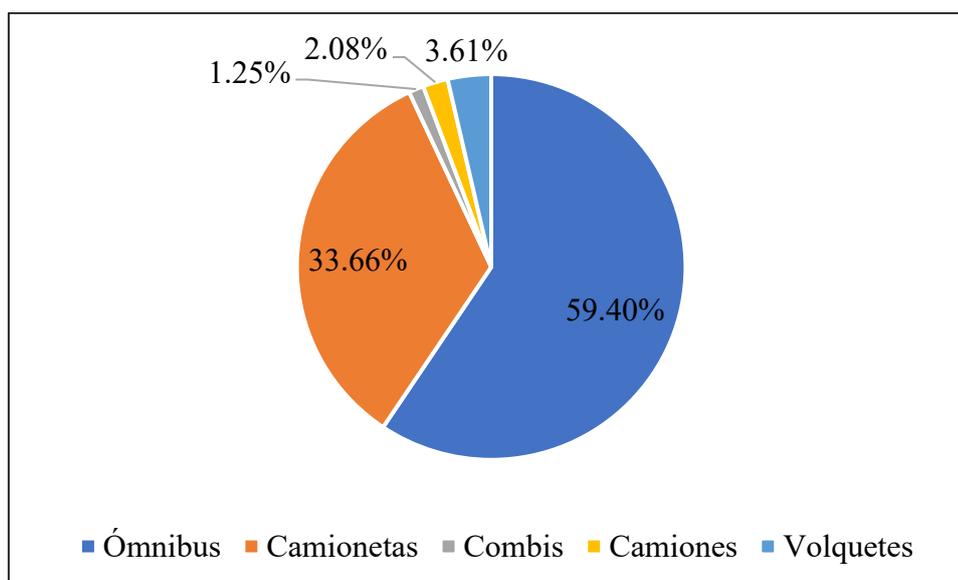
*Emisiones GEI emitidas por tipo de vehículos por mes*



La tabla 18 y Figura 7 consolida las emisiones mensuales de todos los tipos de vehículos, se observa que las emisiones totales mensuales alcanzaron su punto más alto en junio (9.175 tCO<sub>2</sub>e), concordando con el mayor uso de ómnibus, mientras que el punto más bajo fue en diciembre (2.276 tCO<sub>2</sub>e). Los ómnibus y camionetas son responsables del 93% del total de emisiones del parque vehicular, lo que refuerza la necesidad de focalizar las estrategias de mitigación en estos dos tipos de unidades.

**Tabla 20***Comparación de emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O según tipo de vehículo*

Tipo de vehículo	Emisiones de CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> )	Emisiones de CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> )	Emisiones de N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O)	Emisiones GEI t CO <sub>2</sub> e	Porcentaje de emisiones
Ómnibus	40.19157	0.00223	0.00206	40.80	59.40 %
Camionetas	22.64775	0.00292	0.00146	23.12	33.66%
Combi	0.81907	0.00046	0.00012	0.86	1.25%
Camión	1.35709	0.00077	0.00020	1.43	2.08%
Volquete	2.44284	0.00014	0.00013	2.48	3.61%
Total	67.45832	0.00652	0.00396	68.69	100%

**Figura 8***Emisiones GEI emitidas por tipo de vehículos*

Los resultados evidencian que la mayor proporción de las emisiones de gases de efecto invernadero en la UNC proviene de vehículos de transporte colectivo y utilitario, concordando con estudios previos como el de Palomino (2019) en la Universidad Nacional de Ingeniería, donde las fuentes móviles representaron el 49.80% de las emisiones totales de CO<sub>2</sub>, en ambos casos, se destaca una mayor contribución de las flotas vehiculares institucionales, especialmente los ómnibus y camionetas, en la

generación de GEI, asimismo, el hallazgo de que los ómnibus son responsables de casi el 60% de las emisiones coincide con la distribución funcional observada en otras universidades, como la Debre Markos University, el estudio de Admas et al. (2025) señaló que los buses y autos particulares eran los principales responsables de emisiones en el parque vehicular institucional, alcanzando un 64% de participación.

Por otro lado, las bajas emisiones registradas en los vehículos menores como combi, camión y volquete, con porcentajes entre 1.25% y 3.61%, reflejan su menor frecuencia de uso o la eficiencia relativa en términos de consumo, aunque también podrían deberse al menor número de unidades, esta distribución contrasta, con el caso de la Universidad Politécnica de Cartagena (España), donde Hermosilla (2014) reportó una flota más diversa funcionalmente (tractores, camiones ligeros, etc.) pero con niveles totales de emisiones similares (69.72 tCO<sub>2</sub>e), resaltando la relación entre uso operativo e intensidad de emisiones.

Los resultados de los gases muestran que el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) representa casi la totalidad de las emisiones generadas por las unidades móviles de la UNC, con 67.46 toneladas (98.2%), seguido por cantidades mucho menores de metano (CH<sub>4</sub>) con 0.00652 t (0.009%) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) con 0.00396 t (0.006%), como se mencionó antes, esto dos últimos representan una fracción mínima en masa pero poseen un GWP significativamente mayor, esta proporción es similar a la encontrada por Salin (2022) en la UNAP, la presencia de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O se vincula a vehículos que utilizan combustibles fósiles, especialmente diésel, y motores antiguos, lo que coincide con el perfil vehicular de la UNC, aunque los ómnibus y camionetas generan la mayor proporción de CO<sub>2</sub>, también son los principales emisores de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, esta tendencia indica que las estrategias de mitigación deben considerar no solo la cantidad de CO<sub>2</sub> emitida, sino también los impactos relativos de los otros GEI, así, la renovación

tecnológica del parque vehicular y el uso de combustibles alternativos no solo reducirían el CO<sub>2</sub>, sino también los compuestos de mayor GWP.

Finalmente, Quispe (2021) en su estudio, en la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, donde la categorización de unidades móviles mostró que los vehículos de servicio diario (que probablemente equivalen a ómnibus en la UNC) generaban una parte importante de las emisiones, el hecho de que en ambas universidades predominen las unidades que utilizan diésel y que se orientan al transporte universitario refuerza la necesidad de implementar estrategias de renovación tecnológica y transición hacia flotas más limpias, como las propuestas en el estudio de Admas et al. (2025) que simularon una reducción de hasta el 41.06% de las emisiones mediante buses eléctricos.

#### ***4.3.3 Cálculo de Emisiones per cápita***

Este indicador representa la cantidad promedio de emisiones de gases de efecto invernadero, expresadas en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (t CO<sub>2</sub>e), generadas por cada integrante de la comunidad universitaria, incluidos estudiantes, docentes y personal administrativo. Su cálculo permite evaluar el impacto ambiental individual asociado al uso de las unidades móviles institucionales.

**Tabla 21***Cálculo de Emisiones per cápita*

Mes	Ómnibus	Camionetas	Combi	Camión	Volquete	t CO <sub>2</sub> e	Estudiantes	Personal Adm. y docentes	Per cápita (t CO <sub>2</sub> e)
Enero	5.017	2.974	0.169	0	0.296	8.457	8328	1004	0.00091
Febrero	5.694	2.416	0.059	0.127	0	8.296	8328	1332	0.00086
Marzo	2.079	2.121	0.169	0.186	0.296	4.852	8328	1023	0.00052
Abril	0.316	2.8	0.085	0.085	0.198	3.483	8328	1005	0.00037
Mayo	4.873	1.763	0.085	0.169	0.701	7.592	8328	999	0.00081
Junio	6.637	1.988	0.127	0.127	0.296	9.175	8328	986	0.00099
Julio	4.26	1.521	0	0.127	0	5.907	8328	1261	0.00062
Agosto	5.664	1.416	0	0.102	0	7.181	8328	1179	0.00076
Septiembre	1.31	1.105	0.085	0.144	0	2.643	8328	1255	0.00028
Octubre	3.517	1.667	0	0.161	0.692	6.037	8328	954	0.00065
Noviembre	1.057	1.649	0	0.085	0	2.79	8328	975	0.00030
Diciembre	0.375	1.698	0.085	0.119	0	2.276	8328	901	0.00025
Total	40.799	23.117	0.863	1.431	2.48	68.69	8328	1073	0.00731

La tabla 21 muestra que, durante el año 2023, la sede principal de la Universidad Nacional de Cajamarca generó un total de 68.69 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (t CO<sub>2</sub>e) a causa del consumo de combustible en unidades móviles de transporte institucional, lo que representa una huella de carbono per cápita anual de 0.00731 t CO<sub>2</sub>e (7.31 kg) para un total de 9400 usuarios entre estudiantes y personal administrativo, los ómnibus y camionetas fueron los vehículos que más contribuyeron a las emisiones, concentrando más del 90 % del total anual, siendo junio el mes con mayor impacto per cápita (0.99 kg) y diciembre el menor (0.25 kg), estos resultados reflejan una contribución dentro del ámbito universitario, por lo que se recomienda implementar medidas de sostenibilidad como la modernización de la flota vehicular, el uso de combustibles alternativos y la optimización del transporte institucional.

La huella de carbono per cápita anual registrada en la Universidad Nacional de Cajamarca (0.00731 t CO<sub>2</sub>e por persona) resulta considerablemente baja en comparación con los promedios nacionales e internacionales, en el caso de Perú, la emisión promedio per cápita anual se estima en 1.73 t CO<sub>2</sub>e (The Global Economy, 2023), mientras que solo por consumo energético, las emisiones ascienden a 0.247 t CO<sub>2</sub>e por persona, según la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2024), asimismo, diversas fuentes coinciden en que el rango típico de emisiones per cápita en Perú oscila entre 1.7 y 1.84 t CO<sub>2</sub>e anuales (Worldometers, 2024), esta diferencia refleja un impacto ambiental relativamente bajo por usuario en la UNC, aunque también puede estar influenciada por el método de cálculo, que incluye a toda la comunidad universitaria, independientemente de su participación directa en el uso del transporte institucional.

Al comparar la huella de carbono per cápita anual (0.00731 t CO<sub>2</sub>e) con los valores obtenidos en estudios previos realizados en universidades, se observa una diferencia significativa, Cano et al. (2023) en la Universidad Nacional de Colombia reportaron una huella anual de 0.432 t CO<sub>2</sub>e por persona, valor que supera ampliamente el resultado de la UNC, lo cual puede explicarse por la inclusión de emisiones de alcance 3 (transporte privado y otros usos energéticos) y por un mayor parque vehicular o mayor intensidad en el uso del transporte, de manera similar, Huamán y Tejada (2021) hallaron una huella anual de 1.61 t CO<sub>2</sub>e por estudiante en la Universidad Privada del Norte, cifra muy por encima de la huella obtenida en la presente investigación, esto puede deberse al enfoque más integral de su estudio, que consideró múltiples actividades generadoras de emisiones más allá del transporte institucional.

En contraste, los estudios con frecuencia semestral, como el de Palomino (2019) (0.15 t CO<sub>2</sub>e/persona) y Salin (2022) (0.17 t CO<sub>2</sub>e/persona), también presentan valores

per cápita superiores, incluso si se ajustan proporcionalmente al periodo anual, esto sugiere que en estas investigaciones tubo una mayor cantidad de fuentes emisoras (incluyendo desplazamiento particular y masivo no institucional), o un mayor consumo de combustible.

**Tabla 22**

*Comparación de la huella de carbono en universidades peruanas según alcance y fuente de emisiones*

Universidad	Emisiones totales (t CO <sub>2</sub> e)	Huella per cápita (Kg/año)	Alcance	Fuente principal de emisiones	Población estudiantil
Universidad Nacional de Cajamarca	68.69	7.31	Alcance 1	Transporte institucional (29 unidades móviles)	9400
Universidad Nacional de la Amazonía Peruana	135.54	170	Alcances 1 y 3	Transporte institucional y transporte individual de estudiantes	819
Universidad Nacional de Ingeniería	168.74	150	Alcances 2 y 3	Consumo eléctrico por iluminación	1125
Universidad Privada del Norte	142.91	1 605	Alcances 1, 2 y 3	Actividades personales (papel, servicios, transporte)	89

Al comparar los resultados obtenidos con los resultados de otras universidades del país, se identifican diferencias significativas en los niveles de emisiones totales y per cápita de gases de efecto invernadero, estas diferencias responden, en gran medida, a factores metodológicos, operativos y poblacionales que influyen en el cálculo de la huella de carbono y deben ser considerados al momento de interpretar los hallazgos.

En primer lugar, se observa que una de las principales causas de variación en las cifras reportadas es el alcance de las emisiones evaluadas, mientras que en la UNC se centró únicamente en el alcance 1, correspondiente a las emisiones directas por el consumo de combustible en las unidades móviles institucionales, otras investigaciones incorporaron fuentes adicionales, en el caso del estudio realizado en la Universidad Nacional de la

Amazonía Peruana (UNAP) consideró además del alcance 1, el alcance 3, que incluye emisiones indirectas provenientes del transporte particular utilizado por los estudiantes, de igual forma, la Universidad Privada del Norte (UPN) incluyó en su estimación tanto el consumo energético como hábitos personales de los estudiantes (consumo de papel, servicios, transporte), abarcando los tres alcances, esto explica por qué, a mayor amplitud del sistema evaluado, mayores son las emisiones totales y el valor per cápita.

En segundo lugar, las diferencias también se deben a la naturaleza de las fuentes evaluadas, en el caso de la UNC, las emisiones derivan exclusivamente del uso de vehículos institucionales, mientras que en la UPN, incluyó el transporte como parte del comportamiento individual de los estudiantes, sin distinguir entre transporte institucional y privado, ni entre alcances, por lo tanto, no es posible establecer una comparación técnica directa, debido a que las fuentes de emisión no son equivalentes y se presentan de forma agregada, por su parte, la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) centró su estudio en el alcance 2 y 3 (consumo eléctrico, consumo de papel, generación de residuos, transporte personal), lo que constituye fuentes distintas al transporte institucional, estas diferencias muestran que el objeto de análisis incide directamente en la magnitud de las emisiones, dado que no todas las fuentes generan la misma cantidad de CO<sub>2</sub>e.

En tercer lugar, se identifican variaciones en la metodología aplicada, la UNC basó su cálculo en datos operativos concretos de consumo de combustible, obtenidos de los registros oficiales de la subunidad de transporte vehicular, en cambio, otras universidades aplicaron encuestas a estudiantes para estimar distancias, frecuencias y consumos individuales, lo que introduce un mayor grado de incertidumbre y, en algunos casos, puede sobrestimar los resultados, la UPN, por ejemplo, obtuvo una huella total considerablemente alta (1 605 kg CO<sub>2</sub>e) debido a que abordó más comportamientos y considero a solo 89 estudiantes.

En cuarto lugar, las diferencias responden al tamaño de la población considerada para el cálculo per cápita, en la UNC se tomó en cuenta un total de 9,400 usuarios (entre estudiantes y personal), lo cual diluye el valor per cápita a 0.00731 t CO<sub>2</sub>e por persona al año, por el contrario, en la UPN y la UNAP se consideraron solo los estudiantes encuestados o usuarios directos del sistema evaluado, lo cual concentra las emisiones en una base poblacional más reducida y eleva el indicador per cápita, esta diferencia metodológica debe ser tenida en cuenta al realizar comparaciones directas entre instituciones.

En conclusión, la variación entre los resultados de huella de carbono reportados por las universidades comparadas obedece a una combinación de factores: el tipo y número de fuentes evaluadas, el alcance considerado (directo e indirecto), el método de recolección de datos y el tamaño poblacional sobre el cual se distribuyen las emisiones, por ello, aunque los valores absolutos y per cápita pueden parecer muy distintos entre sí, estos deben ser interpretados dentro del contexto de cada estudio, en el caso de la UNC, el análisis se ha limitado al transporte institucional (alcance 1), lo cual explica su menor huella per cápita en relación con otras instituciones que han ampliado sus límites de evaluación, esta comparación pone en evidencia la necesidad de estandarizar criterios metodológicos en futuros estudios universitarios, a fin de facilitar análisis más homogéneos y orientados a la mejora ambiental en el ámbito educativo.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- La huella de carbono generada por las unidades móviles de la UNC en 2023 fue de 68.69 toneladas de CO<sub>2</sub>e/año, con el diésel como principal responsable (91.67% del total), los ómnibus concentraron el mayor porcentaje de emisiones (59.40%), seguidos por las camionetas (33.66%).
- Se identificaron 29 unidades móviles como fuentes de emisión directa de gases de efecto invernadero, distribuidas en 14 ómnibus, 12 camionetas, 1 combi, 1 camión y 1 volquete.
- Del total de vehículos identificados, 24 unidades (82.8%) funcionan con diésel y 5 unidades (17.2%) utilizan gasolina, la mayoría de los ómnibus y camionetas utilizan diésel, mientras que los vehículos a gasolina corresponden a modelos más antiguos.
- Las emisiones estimadas muestran que el diésel B5 S50 generó 62.97 tCO<sub>2</sub>e y el gasohol regular, 5.72 tCO<sub>2</sub>e, los ómnibus emitieron 40.80 tCO<sub>2</sub>e, las camionetas, 23.12 tCO<sub>2</sub>e, y los demás vehículos (combi, camión y volquete) contribuyeron con menos del 8% del total, las emisiones más altas se registraron en junio, y las más bajas, en diciembre, asimismo, la estimación de la huella de carbono per cápita anual fue de 0.00731 toneladas de CO<sub>2</sub>e por persona (equivalente a 7.31 kg).

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda que estudios posteriores sobre la huella de carbono de las unidades móviles de la Universidad Nacional de Cajamarca incorporen mediciones experimentales directas de gases como CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O mediante instrumentación de monitoreo ambiental, a fin de contrastar los resultados estimados.
- Se recomienda que futuras investigaciones amplíen el alcance del análisis, incorporando las unidades móviles que no fueron consideradas, incluyendo las pertenecientes a las sedes descentralizadas y la maquinaria móvil, como los tractores utilizados en los fundos universitarios, con el fin de obtener una estimación más completa y representativa de la huella de carbono institucional.
- Se recomienda calcular la huella per cápita considerando únicamente a los usuarios reales del transporte institucional, ya que incluir a toda la comunidad universitaria puede subestimar el impacto individual real.
- Implementar un programa de reporte y contabilidad de gases efecto invernadero de todas las actividades de la Universidad Nacional de Cajamarca.
- Concientizar y promover políticas del cuidado del medio ambiente en la Universidad Nacional de Cajamarca.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIA

- Admas, M., Mensah, L., Dzebre, D., Arthur, R., & Quansah, D. A. (2025). Estimating the carbon footprint of Ethiopian higher education institutions: A case study of Debre Markos University. *Results in Engineering*, 26, 104911.  
<https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.104911>
- Atkins, P. y de Paula, J. (2011). *Físicoquímica* (9.<sup>a</sup> ed.). Editorial Médica Panamericana.
- Bernex, N. y Castro, A. (2015). *Río 20: Desafíos y perspectivas*. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.  
<https://books.google.com.pe/books?id=NaLNDwAAQBAJ&pg=PT147&dq=eficiencia+en+universidades&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjVtNLB07j9AhXtLbkGHTt5DqYQ6AF6BAgIEAI#v=onepage&q&f=false>
- Cano, N., Berrio, L., Carvajal, E., & Arango, S. (2023). Assessing the carbon footprint of a Colombian University Campus using the UNE-ISO 14064–1 and WRI/WBCSD GHG Protocol Corporate Standard. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(2), 3980–3996. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22119-4>
- Chang, R. y Goldsby, K. (2016). *Química* (12.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Education.  
<https://archive.org/details/libro-de-quimica-raymond-chang-12va-edi/mode/2up>

- Cruz, J., Luque, A., De las Heras, A., & Zamora, F. (2020). Analysis of interurban mobility in university students: Motivation and ecological impact. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(24), 9348.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph17249348>
- Devandran, A., Dewika, M., NorRuwaida, J., Sara, Y., & Khairunnisa, M. (2021). Carbon footprint analysis for Sunway University campus. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 765(1), 012062. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/765/1/012062>
- Espíndola, C. y Valderrama, J. (2012). Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas. *Información Tecnológica*, 23(1), 163-176. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642012000100017>
- Espíndola, C. y Valderrama, J. (2018). Huella del Carbono: Cambio Climático, Gestión Sustentable y Eficiencia Energética. *Universidad de La Serena*.  
[https://books.google.com.pe/books?id=8JBxDwAAQBAJ&dq=HUELLA+DE+CARBONO&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.pe/books?id=8JBxDwAAQBAJ&dq=HUELLA+DE+CARBONO&hl=es&source=gbs_navlinks_s)
- García, R. (2001). *Combustión y combustibles (Trabajo de grado de Maestría)*.  
<https://www.calameo.com/books/005038542b8cd058db2a4>
- González, F. (2013). *Ecoeficiencia: Propuesta de diseño para el mejoramiento ambiental*. Editorial Universitaria Universidad de Guadalajara.  
[https://books.google.com.pe/books?id=vWH\\_AAAAQBAJ&pg=PT2&dq=ecoeficiencia+en+universidades&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwilzK2o07j9AhWkrpUCHUhiDKUQ6AF6BAGGEAI#v=onepage&q=ecoeficiencia%20en%20universidades&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=vWH_AAAAQBAJ&pg=PT2&dq=ecoeficiencia+en+universidades&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwilzK2o07j9AhWkrpUCHUhiDKUQ6AF6BAGGEAI#v=onepage&q=ecoeficiencia%20en%20universidades&f=false)
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC]. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol2.html>

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC] (2018).

*Calentamiento global de 1,5 °C, Anexo I: Glosario.*

[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15\\_Glossary\\_spanish.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/10/SR15_Glossary_spanish.pdf)

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC] (2014). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.*

[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf)

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC] (2014). *Chapter 8: Anthropogenic and natural radiative forcing. Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press.

[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5\\_Chapter08\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf)

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC] (2021). *Resumen para responsables de políticas Cambio climático 2021: Bases físicas. Contribución del Grupo de Trabajo I al Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático .*

[https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WG1\\_SPM\\_Spanish.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_Spanish.pdf)

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC] (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)].* doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647

- Hermosilla, A. (2014). *Huella de Carbono en la Universidad Politécnica de Cartagena: En Busca de la Ecoeficiencia*. [Trabajo fin de máster, Universidad Politécnica de Cartagena]. Repositorio institucional de la Universidad Politécnica de Cartagena. <http://hdl.handle.net/10317/5043>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6° ed.). McGraw-Hill / Interamericana Editores. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Heywood, J. (1988). *Internal combustion engine fundamentals*. McGraw-Hill. <https://archive.org/details/john-heywood-internal-combustion-engine-fundamentals-mc-graw-hill-science-engineering-math-1988/page/n13/mode/2up>
- Huamán, K. y Tejada, A. (2021). *Determinación de huella de carbono en los estudiantes de Ingeniería Ambiental de la Universidad Privada del Norte, Cajamarca 2020*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional de la Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28967>
- INFRAS. (2022). *Handbook Emission Factors for Road Transport (HBEFA), Version 4.2*. Zurich: INFRAS. <https://www.hbefa.net/e/index.html>
- International Energy Agency (IEA) (2024). *Peru: Emissions*. <https://www.iea.org/countries/peru/emissions>
- International Organization for Standardization [ISO]. (2018). *ISO 14064-1:2018(es)*. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14064:-1:ed-2:v1:es:term:3.1.5>
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2018). *Guía de usuario Huella de carbono Perú*. <https://huellacarbonoperu.minam.gob.pe/huellaperu/#/metodoCalculo>
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2018). *Huella de Carbono Perú Guía Técnica: Manual de metodologías de cálculo de emisiones GEI*. <https://huellacarbonoperu.minam.gob.pe/huellaperu/#/metodoCalculo>

- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2018). *Huella de Carbono Perú*.  
<https://huellacarbonoperu.minam.gob.pe/huellaperu/#/huellaperu>
- Ministerio de Energía y Minas [MINEM]. (2023). Reporte Anual De Gases De Efecto Invernadero del Sector Energía 2019. Categoría: Combustión estacionaria y emisiones fugitivas. [https://infocarbono.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2023/05/Informe-RAGEI\\_2019\\_Energia\\_CE\\_EF\\_VF.pdf](https://infocarbono.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2023/05/Informe-RAGEI_2019_Energia_CE_EF_VF.pdf)
- Naciones Unidas (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2009/6907.pdf>
- Palomino, C. (2019). *Cálculo de la Huella de Carbono de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ingeniería. <http://hdl.handle.net/20.500.14076/19963>
- Pérez, P. (2018). *Huella de carbono de la Universidad San Francisco de Quito año 2017 y plan de mitigación de emisiones de CO<sub>2</sub>-eq*. [Tesis de pregrado, Universidad San Francisco de Quito]. Repositorio institucional de la Universidad San Francisco de Quito. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/7594>
- Petroperú (2024). *Diésel Ultra*. Recuperado el 10 de marzo de 2024, de Productos: <https://www.petroperu.com.pe/productos/combustibles/diesel-ultra/>
- Petroperú (2024). *Gasohol Superplus*. Recuperado el 10 de marzo de 2024, de Combustibles: <https://www.petroperu.com.pe/productos/combustibles/gasohol-superplus/>
- Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1997). *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. (1997). [https://observatoriop10.cepal.org/sites/default/files/documents/treaties/protocolo\\_de\\_kyoto\\_sp.pdf](https://observatoriop10.cepal.org/sites/default/files/documents/treaties/protocolo_de_kyoto_sp.pdf)

- Quispe, G. (2021). Huella del carbono y consumo del combustible de las unidades de transporte de la Universidad Nacional del Altiplano Puno. *Revista de Investigaciones*, 10(3), 228-244. doi:<https://doi.org/10.26788/riepg.v10i3.2651>
- Rojas, W. (2022). *Determinación de la Huella de Carbono en la Empresa de Transportes "Empresas Unidas" Ruta Jaén-San Ignacio-Cajamarca, 2021*. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Jaén.  
<http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/445>
- Salin, J. (2022). *Cuantificación de la huella de carbono del desplazamiento de estudiantes a la facultad de agronomía – Zungarococha - Loreto 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12737/8771>
- Speight, J. (2014). *The Chemistry and Technology of Petroleum* (5th ed.). CRC Press.  
doi: <https://doi.org/10.1201/9781420008388>
- The Global Economy (2023). *Peru: CO<sub>2</sub> emissions per capita*.  
[https://www.theglobaleconomy.com/Peru/Carbon\\_dioxide\\_emissions\\_per\\_capita](https://www.theglobaleconomy.com/Peru/Carbon_dioxide_emissions_per_capita)
- Valderrama, J., Espíndola, C. y Quezada, R. (2011). Huella de Carbono, un Concepto que no puede estar Ausente en Cursos de Ingeniería y Ciencias. *Formación Universitaria*, 4(3), 3-12. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062011000300002>
- World Resources Institute (2001). *Protocolo de Gases Efecto Invernadero: Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte* (Edición Revisada).  
[https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo\\_spanish.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo_spanish.pdf)
- World Resources Institute (2014). *Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria*.  
[https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2022-12/GHGP\\_GPC%20%28Spanish%29.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2022-12/GHGP_GPC%20%28Spanish%29.pdf)

- Worldometers (2024). *CO<sub>2</sub> Emissions – Peru*. <https://www.worldometers.info/co2-emissions/peru-co2-emissions>
- Zerón, M. y Arias, J. (2019). *Huella de Carbono según la ISO 14064-1:2011 de las actividades académicas de la Universidad Peruana Unión, sede Lima*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión]. Repositorio institucional de la Universidad Peruana Unión. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2898>
- Zumdahl, S. S. y Zumdahl, S. A. (2017). *Chemistry* (10.<sup>a</sup> ed.). Cengage Learning.

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**

**Tabla 23***Detalle de las unidades móviles de transporte*

Nº	Tipo	Marca	Modelo	Placa	Año de fabricación	Combustible
1	Camioneta	Toyota	RN46L-KRP	EGN-732	1982	Gasolina
2	Combi	Toyota	RZH112L SRMRS	EUC-632	1992	Gasolina
3	Camión	Nissan	Atlas Junior	EGQ-478	1993	Gasolina
4	Camioneta	Nissan	WNLYD21DJFCW	EGM-532	1993	Gasolina
5	Camioneta	Nissan	D21-4X4	EGQ-511	1993	Gasolina
6	Camioneta	Mitsubishi	K34TJUNSL	EAA-178	1992	Diésel
7	Ómnibus	Mercedes Benz	OF-1721/59	EGQ-492	2003	Diésel
8	Ómnibus	Mercedes Benz	OF-1721/59	EGQ-494	2003	Diésel
9	Ómnibus	Mercedes Benz	OF 1721/59 2004	EGQ-473	2003	Diésel
10	Volquete	Volvo	FM440	EGV-800	2007	Diésel
11	Ómnibus	Mercedes Benz	LO915/48	EGR-891	2008	Diésel
12	Ómnibus	Mercedes Benz	0 500 RSD	EGQ-477	2008	Diésel
13	Camioneta	Toyota	Fortuner	EGY-251	2013	Diésel
14	Camioneta	Toyota	Fortuner	EGY-254	2013	Diésel
15	Camioneta	Toyota	Fortuner	EGY-253	2013	Diésel
16	Camioneta	Toyota	Hilux	EGY-252	2013	Diésel
17	Camioneta	Toyota	Hilux	EGY-275	2013	Diésel
18	Camioneta	Toyota	Hilux	EGY-276	2013	Diésel
19	Camioneta	Toyota	Hilux	EGM-769	2013	Diésel
20	Ómnibus	Mercedes Benz	OF-1722/59	EGO-723	2013	Diésel
21	Ómnibus	Mercedes Benz	OF-1722/59	EGO-751	2013	Diésel
22	Ómnibus	Mercedes Benz	OF-1722/59	EGO-759	2013	Diésel
23	Ómnibus	Mercedes Benz	OF-1722/59	EGO-762	2013	Diésel
24	Ómnibus	Mercedes Benz	OF-1722/59	EGO-780	2013	Diésel
25	Ómnibus	Mercedes Benz	0-500 RSD 2036/30	EGO-772	2013	Diésel
26	Ómnibus	Mercedes Benz	OF-1722/59	EGS-032	2013	Diésel
27	Ómnibus	Mercedes Benz	OF-1722/59	EGS-545	2013	Diésel
28	Ómnibus	Mercedes Benz	OF-1722/59	EGS-849	2013	Diésel
29	Camioneta	Fotón	Tunland	EGX-150	2015	Diésel

Tabla 24

*Estimación de emisiones de GEI por consumo de combustible diésel B5 S50, componente diésel N° 2 S-50 (95%)*

Estimación de CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O por el uso de combustible de las unidades móviles 2023													
Tipo de combustible		Diésel B5 S50											
Componente		Diésel N° 2 S-50 (95%)											
Mes	Consumo Diésel B5 S50 (Gal)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
		95% Diésel N° 2 S- 50 (Gal)	Valor calórico neto VCN (TJ/Kg)	Densidad diésel B5 S 50 (Kg/Gal)	Consumo (TJ)	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> )	Factor de emisión de CH <sub>4</sub> (Kg CH <sub>4</sub> /TJ)	Emisiones de CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> )	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O (Kg N <sub>2</sub> O / TJ)	Emisiones de N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O)	Emisiones GEI t CO <sub>2</sub> e	
		D=A*B*C			F=D*E/10 <sup>3</sup>			H=D*G/10 <sup>3</sup>			J=D,*I/10 <sup>3</sup>		K=F+(H*28)+(J*265)
Enero	813.163	772.505	4.22E-05	3.17	0.103	74 100	7.6536786	3.90	0.0004028	3.90	0.0004028	7.772	
Febrero	776.333	737.516	4.22E-05	3.17	0.099	74 100	7.3070261	3.90	0.0003846	3.90	0.0003846	7.420	
Marzo	410.601	390.071	4.22E-05	3.17	0.052	74 100	3.8646717	3.90	0.0002034	3.90	0.0002034	3.924	
Abril	295.102	280.347	4.22E-05	3.17	0.037	74 100	2.7775684	3.90	0.0001462	3.90	0.0001462	2.820	
Mayo	712.743	677.106	4.22E-05	3.17	0.091	74 100	6.7085023	3.90	0.0003531	3.90	0.0003531	6.812	
Junio	874.674	830.940	4.22E-05	3.17	0.111	74 100	8.2326343	3.90	0.0004333	3.90	0.0004333	8.360	
Julio	561.959	533.861	4.22E-05	3.17	0.071	74 100	5.2892883	3.90	0.0002784	3.90	0.0002784	5.371	
Agosto	710.606	675.076	4.22E-05	3.17	0.090	74 100	6.6883883	3.90	0.0003520	3.90	0.0003520	6.792	
Setiembre	238.404	226.484	4.22E-05	3.17	0.030	74 100	2.2439137	3.90	0.0001181	3.90	0.0001181	2.279	
Octubre	561.589	533.510	4.22E-05	3.17	0.071	74 100	5.2858058	3.90	0.0002782	3.90	0.0002782	5.367	
Noviembre	231.901	220.306	4.22E-05	3.17	0.029	74 100	2.1827059	3.90	0.0001149	3.90	0.0001149	2.216	
Diciembre	186.705	177.370	4.22E-05	3.17	0.024	74 100	1.7573107	3.90	0.0000925	3.90	0.0000925	1.784	
Sub total	6373.78	6055.091	4.22E-05	3.17	0.810	74 100	59.9914941	3.90	0.0031574	3.90	0.0031574	60.917	

**Tabla 25**

*Estimación de emisiones de GEI por consumo de combustible diésel B5 S50, componente biodiésel B100 (5%)*

Tipo de combustible		Diésel B5 S50																
Componente		Biodiésel B100 (5%)																
Mes	Consumo Diésel B5 S50 (Gal)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K						
		5% Biodiésel B100 (Gal)	Valor calórico neto VCN (TJ/Kg)	Densidad biodiésel B100 (kg/gal)	Consumo (TJ)	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> )	Factor de emisión de CH <sub>4</sub> (Kg CH <sub>4</sub> /TJ)	Emisiones de CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> )	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O (Kg N <sub>2</sub> O / TJ)	Emisiones de N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O)	Emisiones GEI t CO <sub>2</sub> e						
					$D=A*B*C$				$F=D*E/10^3$			$H=D*G/10^3$			$J=D,*I/10^3$			$K=F+(H*28)+(J*265)$
Enero	813.163	40.658	2.70E-05	3.35	0.004	70 800	0.2603761	10.00	0.0000368	0.60	0.0000022	0.262						
Febrero	776.333	38.817	2.70E-05	3.35	0.004	70 800	0.2485830	10.00	0.0000351	0.60	0.0000021	0.250						
Marzo	410.601	20.530	2.70E-05	3.35	0.002	70 800	0.1314751	10.00	0.0000186	0.60	0.0000011	0.132						
Abril	295.102	14.755	2.70E-05	3.35	0.001	70 800	0.0944921	10.00	0.0000133	0.60	0.0000008	0.095						
Mayo	712.743	35.637	2.70E-05	3.35	0.003	70 800	0.2282214	10.00	0.0000322	0.60	0.0000019	0.230						
Junio	874.674	43.734	2.70E-05	3.35	0.004	70 800	0.2800720	10.00	0.0000396	0.60	0.0000024	0.282						
Julio	561.959	28.098	2.70E-05	3.35	0.003	70 800	0.1799401	10.00	0.0000254	0.60	0.0000015	0.181						
Agosto	710.606	35.530	2.70E-05	3.35	0.003	70 800	0.2275371	10.00	0.0000321	0.60	0.0000019	0.229						
Setiembre	238.404	11.920	2.70E-05	3.35	0.001	70 800	0.0763373	10.00	0.0000108	0.60	0.0000006	0.077						
Octubre	561.589	28.079	2.70E-05	3.35	0.003	70 800	0.1798217	10.00	0.0000254	0.60	0.0000015	0.181						
Noviembre	231.901	11.595	2.70E-05	3.35	0.001	70 800	0.0742551	10.00	0.0000105	0.60	0.0000006	0.075						
Diciembre	186.705	9.335	2.70E-05	3.35	0.001	70 800	0.0597832	10.00	0.0000084	0.60	0.0000005	0.060						
Sub total	6373.78	318.689	2.70E-05	3.35	0.029	70 800	2.0408942	10.00	0.0002883	0.60	0.0000173	2.054						
<b>Emisiones GEI Diésel B5-S50</b>												<b>62.970</b>						

Tabla 26

*Estimación de emisiones de GEI por consumo de combustible gasohol regular, componente gasolina regular (92.2%)*

Estimación de CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O por el uso de combustible de las unidades móviles 2023												
Tipo de combustible		Gasohol regular										
Componente		Gasolina Regular (92.2%)										
Mes	Consumo Gasohol regular (Gal)	A 92.2% Gasolina Regular (Gal)	B Valor calórico neto VCN (TJ/Kg)	C Densidad Gasolina (Kg/Gal)	D	E	F	G	H	I	J	K
					Consumo (TJ)	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> )	Factor de emisión de CH <sub>4</sub> (Kg CH <sub>4</sub> /TJ)	Emisiones de CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> )	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O (Kg N <sub>2</sub> O / TJ)	Emisiones de N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O)	Emisiones GEI t CO <sub>2</sub> e
					$D=A*B*C$	$F=D*E/10^3$	$H=D*G/10^3$			$J=D*I/10^3$	$K=F+(H*28)+(J*265)$	
Enero	50	46.100	4.48E-05	2.63	0.005	69 300	0.3765287	25.00	0.0001358	8.00	0.0000435	0.392
Febrero	74	68.228	4.48E-05	2.63	0.008	69 300	0.5572625	25.00	0.0002010	8.00	0.0000643	0.580
Marzo	94	86.668	4.48E-05	2.63	0.010	69 300	0.7078740	25.00	0.0002554	8.00	0.0000817	0.737
Abril	67	61.774	4.48E-05	2.63	0.007	69 300	0.5045485	25.00	0.0001820	8.00	0.0000582	0.525
Mayo	65	59.930	4.48E-05	2.63	0.007	69 300	0.4894873	25.00	0.0001766	8.00	0.0000565	0.509
Junio	63	58.086	4.48E-05	2.63	0.007	69 300	0.4744262	25.00	0.0001711	8.00	0.0000548	0.494
Julio	42	38.724	4.48E-05	2.63	0.005	69 300	0.3162841	25.00	0.0001141	8.00	0.0000365	0.329
Agosto	19	17.518	4.48E-05	2.63	0.002	69 300	0.1430809	25.00	0.0000516	8.00	0.0000165	0.149
Setiembre	34	31.348	4.48E-05	2.63	0.004	69 300	0.2560395	25.00	0.0000924	8.00	0.0000296	0.266
Octubre	57.7	53.199	4.48E-05	2.63	0.006	69 300	0.4345141	25.00	0.0001568	8.00	0.0000502	0.452
Noviembre	59	54.398	4.48E-05	2.63	0.006	69 300	0.4443039	25.00	0.0001603	8.00	0.0000513	0.462
Diciembre	51	47.022	4.48E-05	2.63	0.006	69 300	0.3840593	25.00	0.0001385	8.00	0.0000443	0.400
Sub total	675.7	622.995	4.48E-05	2.63	0.073	69 300	5.0884092	25.00	0.0018356	8.00	0.0005874	5.295

**Tabla 27**

*Estimación de emisiones de GEI por consumo de combustible gasohol regular, componente alcohol carburante (7.8%)*

Tipo de combustible		Gasohol regular											
Componente		Alcohol Carburante (7.8%)											
Mes	Consumo Gasohol regular (Gal)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
		7.8% Alcohol Carburante (Gal)	Valor calórico neto VCN (TJ/Kg)	Densidad Biocombustible (kg/gal)	Consumo (TJ)	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> )	Factor de emisión de CH <sub>4</sub> (Kg CH <sub>4</sub> /TJ)	Emisiones de CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> )	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O (Kg N <sub>2</sub> O / TJ)	Emisiones de N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O)	Emisiones GEI t CO <sub>2</sub> e	
		D=A*B*C			F=D*E/10 <sup>3</sup>			H=D*G/10 <sup>3</sup>			J=D,*I/10 <sup>3</sup>		K=F+(H*28)+(J*265)
Enero	50	3.900	2.70E-05	3.350	0.0004	70 800	0.0249757	260.00	0.0000917	41.00	0.0000145	0.031	
Febrero	74	5.772	2.70E-05	3.350	0.0005	70 800	0.0369641	260.00	0.0001357	41.00	0.0000214	0.046	
Marzo	94	7.332	2.70E-05	3.350	0.0007	70 800	0.0469544	260.00	0.0001724	41.00	0.0000272	0.059	
Abril	67	5.226	2.70E-05	3.350	0.0005	70 800	0.0334675	260.00	0.0001229	41.00	0.0000194	0.042	
Mayo	65	5.070	2.70E-05	3.350	0.0005	70 800	0.0324684	260.00	0.0001192	41.00	0.0000188	0.041	
Junio	63	4.914	2.70E-05	3.350	0.0004	70 800	0.0314694	260.00	0.0001156	41.00	0.0000182	0.040	
Julio	42	3.276	2.70E-05	3.350	0.0003	70 800	0.0209796	260.00	0.0000770	41.00	0.0000121	0.026	
Agosto	19	1.482	2.70E-05	3.350	0.0001	70 800	0.0094908	260.00	0.0000349	41.00	0.0000055	0.012	
Setiembre	34	2.652	2.70E-05	3.350	0.0002	70 800	0.0169835	260.00	0.0000624	41.00	0.0000098	0.021	
Octubre	57.7	4.501	2.70E-05	3.350	0.0004	70 800	0.0288220	260.00	0.0001058	41.00	0.0000167	0.036	
Noviembre	59	4.602	2.70E-05	3.350	0.0004	70 800	0.0294714	260.00	0.0001082	41.00	0.0000171	0.037	
Diciembre	51	3.978	2.70E-05	3.350	0.0004	70 800	0.0254752	260.00	0.0000936	41.00	0.0000148	0.032	
Sub total	675.7	52.705	2.70E-05	3.350	0.0048	70 800	0.3375219	260.00	0.0012395	41.00	0.0001955	0.424	
<b>Emisiones GEI - Gasohol regular</b>												<b>5.719</b>	

Tabla 28

Estimación de emisiones de GEI por ómnibus de combustible diésel B5 S50, componente diésel N° 2 S-50 (95%)

Estimación de CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O por el uso de combustible de las unidades móviles 2023												
Tipo de vehículo		Ómnibus										
Tipo de combustible		Diésel B5 S50										
Componente		Diésel N° 2 S-50 (95%)										
Mes	Consumo Diésel B5 S50 (Gal)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		95% Diésel N° 2 S-50 (Gal)	Valor calórico neto VCN (TJ/Kg)	Densidad diésel B5 S 50 (Kg/Gal)	Consumo (TJ)	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> )	Factor de emisión de CH <sub>4</sub> (Kg CH <sub>4</sub> /TJ)	Emisiones de CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> )	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O (Kg N <sub>2</sub> O / TJ)	Emisiones de N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O)	Emisiones GEI t CO <sub>2</sub> e
		D=A*B*C			F=D*E/10 <sup>3</sup>			H=D*G/10 <sup>3</sup>			J=D,*I/10 <sup>3</sup>	K=F+(H*28)+(J*265)
Enero	507.791	482.401	4.22E-05	3.17	0.064	74 100	4.7794465	3.90	0.0002515	3.90	0.0002515	4.853
Febrero	576.333	547.516	4.22E-05	3.17	0.073	74 100	5.4245797	3.90	0.0002855	3.90	0.0002855	5.508
Marzo	210.45	199.928	4.22E-05	3.17	0.027	74 100	1.9808042	3.90	0.0001043	3.90	0.0001043	2.011
Abril	32	30.400	4.22E-05	3.17	0.004	74 100	0.3011914	3.90	0.0000159	3.90	0.0000159	0.306
Mayo	493.243	468.581	4.22E-05	3.17	0.063	74 100	4.6425174	3.90	0.0002443	3.90	0.0002443	4.714
Junio	671.772	638.183	4.22E-05	3.17	0.085	74 100	6.3228737	3.90	0.0003328	3.90	0.0003328	6.420
Julio	431.152	409.594	4.22E-05	3.17	0.055	74 100	4.0581025	3.90	0.0002136	3.90	0.0002136	4.121
Agosto	573.305	544.640	4.22E-05	3.17	0.073	74 100	5.3960795	3.90	0.0002840	3.90	0.0002840	5.479
Setiembre	132.6	125.970	4.22E-05	3.17	0.017	74 100	1.2480619	3.90	0.0000657	3.90	0.0000657	1.267
Octubre	356.003	338.203	4.22E-05	3.17	0.045	74 100	3.3507827	3.90	0.0001764	3.90	0.0001764	3.402
Noviembre	107.001	101.651	4.22E-05	3.17	0.014	74 100	1.0071182	3.90	0.0000530	3.90	0.0000530	1.023
Diciembre	38.003	36.103	4.22E-05	3.17	0.005	74 100	0.3576930	3.90	0.0000188	3.90	0.0000188	0.363
Sub total	4129.653	3923.170	4.22E-05	3.17	0.525	74 100	38.8692508	3.90	0.0020458	3.90	0.0020458	39.469

Tabla 29

*Estimación de emisiones de GEI por ómnibus de combustible diésel B5 S50, componente diésel biodiésel B100 (5%)*

Tipo de vehículo		Ómnibus																
Tipo de combustible		Diésel B5 S50																
Componente		Biodiésel B100 (5%)																
Mes	Consumo Diésel B5 S50 (Gal)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K						
		5% Biodiésel B100 (Gal)	Valor calórico neto VCN (TJ/Kg)	Densidad biodiésel B100 (kg/gal)	Consumo (TJ)	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> )	Factor de emisión de CH <sub>4</sub> (Kg CH <sub>4</sub> /TJ)	Emisiones de CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> )	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O (Kg N <sub>2</sub> O / TJ)	Emisiones de N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O)	Emisiones GEI t CO <sub>2</sub> e						
					$D=A*B*C$				$F=D*E/10^3$			$H=D*G/10^3$			$J=D,*I/10^3$			$K=F+(H*28)+(J*265)$
Enero	507.791	25.390	2.70E-05	3.35	0.002	70 800	0.1625955	10.00	0.0000230	0.60	0.0000014	0.164						
Febrero	576.333	28.817	2.70E-05	3.35	0.003	70 800	0.1845427	10.00	0.0000261	0.60	0.0000016	0.186						
Marzo	210.45	10.523	2.70E-05	3.35	0.001	70 800	0.0673864	10.00	0.0000095	0.60	0.0000006	0.068						
Abril	32	1.600	2.70E-05	3.35	0.000	70 800	0.0102464	10.00	0.0000014	0.60	0.0000001	0.010						
Mayo	493.243	24.662	2.70E-05	3.35	0.002	70 800	0.1579372	10.00	0.0000223	0.60	0.0000013	0.159						
Junio	671.772	33.589	2.70E-05	3.35	0.003	70 800	0.2151024	10.00	0.0000304	0.60	0.0000018	0.216						
Julio	431.152	21.558	2.70E-05	3.35	0.002	70 800	0.1380555	10.00	0.0000195	0.60	0.0000012	0.139						
Agosto	573.305	28.665	2.70E-05	3.35	0.003	70 800	0.1835731	10.00	0.0000259	0.60	0.0000016	0.185						
Setiembre	132.6	6.630	2.70E-05	3.35	0.001	70 800	0.0424587	10.00	0.0000060	0.60	0.0000004	0.043						
Octubre	356.003	17.800	2.70E-05	3.35	0.002	70 800	0.1139927	10.00	0.0000161	0.60	0.0000010	0.115						
Noviembre	107.001	5.350	2.70E-05	3.35	0.000	70 800	0.0342619	10.00	0.0000048	0.60	0.0000003	0.034						
Diciembre	38.003	1.900	2.70E-05	3.35	0.000	70 800	0.0121686	10.00	0.0000017	0.60	0.0000001	0.012						
Sub total	4129.653	206.483	2.70E-05	3.35	0.019	70 800	1.3223213	10.00	0.0001868	0.60	0.0000112	1.331						
<b>Emisiones GEI Ómnibus</b>											<b>40.799</b>							

Tabla 30

Estimación de emisiones de GEI por camionetas de combustible diésel B5 S50, componente diésel N° 2 S-50 (95%)

Tipo de vehículo		Camioneta (Diesel)											
Tipo de combustible		Diésel B5 S50											
Componente		Diésel N° 2 S-50 (95%)											
Mes	Consumo Diésel B5 S50 (Gal)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
		95% Diésel N° 2 S-50 (Gal)	Valor calórico neto VCN (TJ/Kg)	Densidad diésel B5 S 50 (Kg/Gal)	Consumo (TJ)	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> )	Factor de emisión de CH <sub>4</sub> (Kg CH <sub>4</sub> /TJ)	Emisiones de CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> )	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O (Kg N <sub>2</sub> O / TJ)	Emisiones de N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O)	Emisiones GEI t CO <sub>2</sub> e	
		D=A*B*C			F=D*E/10 <sup>3</sup>			H=D*G/10 <sup>3</sup>			J=D,*I/10 <sup>3</sup>		K=F+(H*28)+(J*265)
Enero	275.372	261.603	4.22E-05	3.17	0.035	74 100	2.5918651	3.90	0.0001364	3.90	0.0001364	2.632	
Febrero	200	190.000	4.22E-05	3.17	0.025	74 100	1.8824463	3.90	0.0000991	3.90	0.0000991	1.911	
Marzo	170.151	161.643	4.22E-05	3.17	0.022	74 100	1.6015006	3.90	0.0000843	3.90	0.0000843	1.626	
Abril	243.102	230.947	4.22E-05	3.17	0.031	74 100	2.2881323	3.90	0.0001204	3.90	0.0001204	2.323	
Mayo	148.5	141.075	4.22E-05	3.17	0.019	74 100	1.3977164	3.90	0.0000736	3.90	0.0000736	1.419	
Junio	172.902	164.257	4.22E-05	3.17	0.022	74 100	1.6273937	3.90	0.0000857	3.90	0.0000857	1.652	
Julio	130.807	124.267	4.22E-05	3.17	0.017	74 100	1.2311858	3.90	0.0000648	3.90	0.0000648	1.250	
Agosto	137.301	130.436	4.22E-05	3.17	0.017	74 100	1.2923088	3.90	0.0000680	3.90	0.0000680	1.312	
Setiembre	105.804	100.514	4.22E-05	3.17	0.013	74 100	0.9958518	3.90	0.0000524	3.90	0.0000524	1.011	
Octubre	135.586	128.807	4.22E-05	3.17	0.017	74 100	1.2761668	3.90	0.0000672	3.90	0.0000672	1.296	
Noviembre	124.9	118.655	4.22E-05	3.17	0.016	74 100	1.1755877	3.90	0.0000619	3.90	0.0000619	1.194	
Diciembre	148.702	141.267	4.22E-05	3.17	0.019	74 100	1.3996177	3.90	0.0000737	3.90	0.0000737	1.421	
Sub total	1993.127	1893.471	4.22E-05	3.17	0.253	74 100	18.7597731	3.90	0.0009874	3.90	0.0009874	19.049	

Tabla 31

Estimación de emisiones de GEI por camioneta de combustible diésel B5 S50, componente diésel biodiésel B100 (5%)

Tipo de vehículo		Camioneta (Diesel)											
Tipo de combustible Componente		Diésel B5 S50 Biodiésel B100 (5%)											
Mes	Consumo Diésel B5 S50 (Gal)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
		5% Biodiésel B100 (Gal)	Valor calórico neto VCN (TJ/Kg)	Densidad biodiésel B100 (kg/gal)	Consumo (TJ)	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> )	Factor de emisión de CH <sub>4</sub> (Kg CH <sub>4</sub> /TJ)	Emisiones de CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> )	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O (Kg N <sub>2</sub> O / TJ)	Emisiones de N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O)	Emisiones GEI t CO <sub>2</sub> e	
		D=A*B*C			F=D*E/10 <sup>3</sup>			H=D*G/10 <sup>3</sup>			J=D,*I/10 <sup>3</sup>		K=F+(H*28)+(J*265)
Enero	275.372	13.769	2.70E-05	3.35	0.001	70 800	0.0881745	10.00	0.0000125	0.60	0.0000007	0.089	
Febrero	200	10.000	2.70E-05	3.35	0.001	70 800	0.0640403	10.00	0.0000090	0.60	0.0000005	0.064	
Marzo	170.151	8.508	2.70E-05	3.35	0.001	70 800	0.0544826	10.00	0.0000077	0.60	0.0000005	0.055	
Abril	243.102	12.155	2.70E-05	3.35	0.001	70 800	0.0778416	10.00	0.0000110	0.60	0.0000007	0.078	
Mayo	148.5	7.425	2.70E-05	3.35	0.001	70 800	0.0475499	10.00	0.0000067	0.60	0.0000004	0.048	
Junio	172.902	8.645	2.70E-05	3.35	0.001	70 800	0.0553635	10.00	0.0000078	0.60	0.0000005	0.056	
Julio	130.807	6.540	2.70E-05	3.35	0.001	70 800	0.0418846	10.00	0.0000059	0.60	0.0000004	0.042	
Agosto	137.301	6.865	2.70E-05	3.35	0.001	70 800	0.0439640	10.00	0.0000062	0.60	0.0000004	0.044	
Setiembre	105.804	5.290	2.70E-05	3.35	0.000	70 800	0.0338786	10.00	0.0000048	0.60	0.0000003	0.034	
Octubre	135.586	6.779	2.70E-05	3.35	0.001	70 800	0.0434148	10.00	0.0000061	0.60	0.0000004	0.044	
Noviembre	124.9	6.245	2.70E-05	3.35	0.001	70 800	0.0399932	10.00	0.0000056	0.60	0.0000003	0.040	
Diciembre	148.702	7.435	2.70E-05	3.35	0.001	70 800	0.0476146	10.00	0.0000067	0.60	0.0000004	0.048	
Sub total	1993.127	99.656	2.70E-05	3.35	0.009	70 800	0.6382023	10.00	0.0000901	0.60	0.0000054	0.642	
<b>Emisiones GEI Ómnibus</b>											<b>19.691</b>		

Tabla 32

*Estimación de emisiones de GEI por camioneta de combustible gasohol regular, componente gasolina regular (92.2%)*

Tipo de vehículo		Camioneta (Gasohol)											
Tipo de combustible		Gasohol regular											
Componente		Gasolina Regular (92.2%)											
Mes	Consumo Gasohol regular (Gal)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
		92.2% Gasolina Regular (Gal)	Valor calórico neto VCN (TJ/Kg)	Densidad Gasolina (Kg/Gal)	Consumo (TJ)	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> )	Factor de emisión de CH <sub>4</sub> (Kg CH <sub>4</sub> /TJ)	Emisiones de CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> )	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O (Kg N <sub>2</sub> O / TJ)	Emisiones de N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O)	Emisiones GEI t CO <sub>2</sub> e	
		D=A*B*C			F=D*E/10 <sup>3</sup>			H=D*G/10 <sup>3</sup>			J=D,*I/10 <sup>3</sup>		K=F+(H*28)+(J*265)
Enero	30	27.660	4.48E-05	2.63	0.003	69 300	0.2259172	25.00	0.0000815	8.00	0.0000261	0.235	
Febrero	52	47.944	4.48E-05	2.63	0.006	69 300	0.3915899	25.00	0.0001413	8.00	0.0000452	0.408	
Marzo	52	47.944	4.48E-05	2.63	0.006	69 300	0.3915899	25.00	0.0001413	8.00	0.0000452	0.408	
Abril	47	43.334	4.48E-05	2.63	0.005	69 300	0.3539370	25.00	0.0001277	8.00	0.0000409	0.368	
Mayo	35	32.270	4.48E-05	2.63	0.004	69 300	0.2635701	25.00	0.0000951	8.00	0.0000304	0.274	
Junio	33	30.426	4.48E-05	2.63	0.004	69 300	0.2485090	25.00	0.0000896	8.00	0.0000287	0.259	
Julio	27	24.894	4.48E-05	2.63	0.003	69 300	0.2033255	25.00	0.0000733	8.00	0.0000235	0.212	
Agosto	7	6.454	4.48E-05	2.63	0.001	69 300	0.0527140	25.00	0.0000190	8.00	0.0000061	0.055	
Setiembre	7	6.454	4.48E-05	2.63	0.001	69 300	0.0527140	25.00	0.0000190	8.00	0.0000061	0.055	
Octubre	38.7	35.681	4.48E-05	2.63	0.004	69 300	0.2914332	25.00	0.0001051	8.00	0.0000336	0.303	
Noviembre	49	45.178	4.48E-05	2.63	0.005	69 300	0.3689982	25.00	0.0001331	8.00	0.0000426	0.384	
Diciembre	27	24.894	4.48E-05	2.63	0.003	69 300	0.2033255	25.00	0.0000733	8.00	0.0000235	0.212	
Sub total	404.7	373.133	4.48E-05	2.63	0.044	69 300	3.0476235	25.00	0.0010994	8.00	0.0003518	3.172	

Tabla 33

Estimación de emisiones de GEI por camioneta de combustible gasohol regular, componente alcohol carburante (7.8%)

Tipo de vehículo		Camioneta (Gasohol)											
Tipo de combustible		Gasohol regular											
Componente		Alcohol Carburante (7.8%)											
Mes	Consumo Gasohol regular (Gal)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
		7.8% Alcohol Carburante (Gal)	Valor calórico neto VCN (TJ/Kg)	Densidad Biocombustible (kg/gal)	Consumo (TJ)	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> )	Factor de emisión de CH <sub>4</sub> (Kg CH <sub>4</sub> /TJ)	Emisiones de CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> )	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O (Kg N <sub>2</sub> O / TJ)	Emisiones de N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O)	Emisiones GEI t CO <sub>2</sub> e	
		D=A*B*C			F=D*E/10 <sup>3</sup>			H=D*G/10 <sup>3</sup>			J=D,*I/10 <sup>3</sup>		K=F+(H*28)+(J*265)
Enero	30	2.340	2.70E-05	3.350	0.0002	70 800	0.0149854	260.00	0.0000550	41.00	0.0000087	0.019	
Febrero	52	4.056	2.70E-05	3.350	0.0004	70 800	0.0259747	260.00	0.0000954	41.00	0.0000150	0.033	
Marzo	52	4.056	2.70E-05	3.350	0.0004	70 800	0.0259747	260.00	0.0000954	41.00	0.0000150	0.033	
Abril	47	3.666	2.70E-05	3.350	0.0003	70 800	0.0234772	260.00	0.0000862	41.00	0.0000136	0.029	
Mayo	35	2.730	2.70E-05	3.350	0.0002	70 800	0.0174830	260.00	0.0000642	41.00	0.0000101	0.022	
Junio	33	2.574	2.70E-05	3.350	0.0002	70 800	0.0164840	260.00	0.0000605	41.00	0.0000095	0.021	
Julio	27	2.106	2.70E-05	3.350	0.0002	70 800	0.0134869	260.00	0.0000495	41.00	0.0000078	0.017	
Agosto	7	0.546	2.70E-05	3.350	0.0000	70 800	0.0034966	260.00	0.0000128	41.00	0.0000020	0.004	
Setiembre	7	0.546	2.70E-05	3.350	0.0000	70 800	0.0034966	260.00	0.0000128	41.00	0.0000020	0.004	
Octubre	38.7	3.019	2.70E-05	3.350	0.0003	70 800	0.0193312	260.00	0.0000710	41.00	0.0000112	0.024	
Noviembre	49	3.822	2.70E-05	3.350	0.0003	70 800	0.0244762	260.00	0.0000899	41.00	0.0000142	0.031	
Diciembre	27	2.106	2.70E-05	3.350	0.0002	70 800	0.0134869	260.00	0.0000495	41.00	0.0000078	0.017	
Sub total	404.7	31.567	2.70E-05	3.350	0.0029	70 800	0.2021535	260.00	0.0007424	41.00	0.0001171	0.254	
<b>Emisiones GEI - Camioneta (Gasohol)</b>												<b>3.426</b>	

Tabla 34

*Estimación de emisiones de GEI por volquete de combustible diésel B5 S50, componente diésel N° 2 S-50 (95%)*

Mes	Tipo de vehículo		Volquete									
	Tipo de combustible		Diésel B5 S50									
	Componente		Diésel N° 2 S-50 (95%)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
	95%	Valor calórico	Densidad	Consumo	Factor de	Emisiones de CO <sub>2</sub>	Factor de	Emisiones de	Factor de	Emisiones de	Emisiones GEI	
	Diésel N° 2 S-50	neto VCN	diésel B5 S 50	(TJ)	emisión de CO <sub>2</sub>	(t CO <sub>2</sub> )	emisión de CH <sub>4</sub>	(t CH <sub>4</sub> )	emisión de N <sub>2</sub> O	(t N <sub>2</sub> O)	t CO <sub>2</sub> e	
	Consumo Diésel B5 S50 (Gal)	(Gal)	(TJ/Kg)	(Kg/Gal)	(Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	(Kg CH <sub>4</sub> /TJ)	(Kg N <sub>2</sub> O / TJ)					
					D=A*B*C	F=D*E/10 <sup>3</sup>	H=D*G/10 <sup>3</sup>		J=D,*I/10 <sup>3</sup>	K=F+(H*28)+(J*265)		
Enero	30	28.500	4.22E-05	3.17	0.004	74 100	0.2823670	3.90	0.0000149	3.90	0.0000149	0.287
Febrero	0	0.000	4.22E-05	3.17	0.000	74 100	0.0000000	3.90	0.0000000	3.90	0.0000000	0.000
Marzo	30	28.500	4.22E-05	3.17	0.004	74 100	0.2823670	3.90	0.0000149	3.90	0.0000149	0.287
Abril	20	19.000	4.22E-05	3.17	0.003	74 100	0.1882446	3.90	0.0000099	3.90	0.0000099	0.191
Mayo	71	67.450	4.22E-05	3.17	0.009	74 100	0.6682685	3.90	0.0000352	3.90	0.0000352	0.679
Junio	30	28.500	4.22E-05	3.17	0.004	74 100	0.2823670	3.90	0.0000149	3.90	0.0000149	0.287
Julio	0	0.000	4.22E-05	3.17	0.000	74 100	0.0000000	3.90	0.0000000	3.90	0.0000000	0.000
Agosto	0	0.000	4.22E-05	3.17	0.000	74 100	0.0000000	3.90	0.0000000	3.90	0.0000000	0.000
Setiembre	0	0.000	4.22E-05	3.17	0.000	74 100	0.0000000	3.90	0.0000000	3.90	0.0000000	0.000
Octubre	70	66.500	4.22E-05	3.17	0.009	74 100	0.6588562	3.90	0.0000347	3.90	0.0000347	0.669
Noviembre	0	0.000	4.22E-05	3.17	0.000	74 100	0.0000000	3.90	0.0000000	3.90	0.0000000	0.000
Diciembre	0	0.000	4.22E-05	3.17	0.000	74 100	0.0000000	3.90	0.0000000	3.90	0.0000000	0.000
Sub total	251	238.450	4.22E-05	3.17	0.032	74 100	2.3624702	3.90	0.0001243	3.90	0.0001243	2.399

Tabla 35

Estimación de emisiones de GEI por volquete de combustible diésel B5 S50, componente biodiésel B100 (5%)

Tipo de vehículo		Volquete											
Tipo de combustible Componente		Diésel B5 S50 Biodiésel B100 (5%)											
Mes	Consumo Diésel B5 S50 (Gal)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
		5% Biodiésel B100 (Gal)	Valor calórico neto VCN (TJ/Kg)	Densidad biodiésel B100 (kg/gal)	Consumo (TJ)	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> )	Factor de emisión de CH <sub>4</sub> (Kg CH <sub>4</sub> /TJ)	Emisiones de CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> )	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O (Kg N <sub>2</sub> O / TJ)	Emisiones de N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O)	Emisiones GEI t CO <sub>2</sub> e	
		D=A*B*C			F=D*E/10 <sup>3</sup>			H=D*G/10 <sup>3</sup>			J=D,*I/10 <sup>3</sup>		K=F+(H*28)+(J*265)
Enero	30	1.500	2.70E-05	3.35	0.000	70 800	0.0096060	10.00	0.0000014	0.60	0.0000001	0.010	
Febrero	0	0.000	2.70E-05	3.35	0.000	70 800	0.0000000	10.00	0.0000000	0.60	0.0000000	0.000	
Marzo	30	1.500	2.70E-05	3.35	0.000	70 800	0.0096060	10.00	0.0000014	0.60	0.0000001	0.010	
Abril	20	1.000	2.70E-05	3.35	0.000	70 800	0.0064040	10.00	0.0000009	0.60	0.0000001	0.006	
Mayo	71	3.550	2.70E-05	3.35	0.000	70 800	0.0227343	10.00	0.0000032	0.60	0.0000002	0.023	
Junio	30	1.500	2.70E-05	3.35	0.000	70 800	0.0096060	10.00	0.0000014	0.60	0.0000001	0.010	
Julio	0	0.000	2.70E-05	3.35	0.000	70 800	0.0000000	10.00	0.0000000	0.60	0.0000000	0.000	
Agosto	0	0.000	2.70E-05	3.35	0.000	70 800	0.0000000	10.00	0.0000000	0.60	0.0000000	0.000	
Setiembre	0	0.000	2.70E-05	3.35	0.000	70 800	0.0000000	10.00	0.0000000	0.60	0.0000000	0.000	
Octubre	70	3.500	2.70E-05	3.35	0.000	70 800	0.0224141	10.00	0.0000032	0.60	0.0000002	0.023	
Noviembre	0	0.000	2.70E-05	3.35	0.000	70 800	0.0000000	10.00	0.0000000	0.60	0.0000000	0.000	
Diciembre	0	0.000	2.70E-05	3.35	0.000	70 800	0.0000000	10.00	0.0000000	0.60	0.0000000	0.000	
Sub total	251	12.550	2.70E-05	3.35	0.001	70 800	0.0803706	10.00	0.0000114	0.60	0.0000007	0.081	
<b>Emisiones GEI Volquete</b>												<b>2.480</b>	

Tabla 36

*Estimación de emisiones de GEI por camión de combustible gasohol regular, componente gasolina regular (92.2%)*

Tipo de vehículo		Camion										
Tipo de combustible		Gasohol regular										
Componente		Gasolina Regular (92.2%)										
Mes	Consumo Gasohol regular (Gal)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		92.2% Gasolina Regular (Gal)	Valor calórico neto VCN (TJ/Kg)	Densidad Gasolina (Kg/Gal)	Consumo (TJ)	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> )	Factor de emisión de CH <sub>4</sub> (Kg CH <sub>4</sub> /TJ)	Emisiones de CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> )	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O (Kg N <sub>2</sub> O / TJ)	Emisiones de N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O)	Emisiones GEI t CO <sub>2</sub> e
D=A*B*C					F=D*E/10 <sup>3</sup>			H=D*G/10 <sup>3</sup>		J=D,*I/10 <sup>3</sup>		K=F+(H*28)+(J*265)
Enero	0	0.000	4.48E-05	2.63	0.000	69 300	0.0000000	25.00	0.0000000	8.00	0.0000000	0.000
Febrero	15	13.830	4.48E-05	2.63	0.002	69 300	0.1129586	25.00	0.0000407	8.00	0.0000130	0.118
Marzo	22	20.284	4.48E-05	2.63	0.002	69 300	0.1656726	25.00	0.0000598	8.00	0.0000191	0.172
Abril	10	9.220	4.48E-05	2.63	0.001	69 300	0.0753057	25.00	0.0000272	8.00	0.0000087	0.078
Mayo	20	18.440	4.48E-05	2.63	0.002	69 300	0.1506115	25.00	0.0000543	8.00	0.0000174	0.157
Junio	15	13.830	4.48E-05	2.63	0.002	69 300	0.1129586	25.00	0.0000407	8.00	0.0000130	0.118
Julio	15	13.830	4.48E-05	2.63	0.002	69 300	0.1129586	25.00	0.0000407	8.00	0.0000130	0.118
Agosto	12	11.064	4.48E-05	2.63	0.001	69 300	0.0903669	25.00	0.0000326	8.00	0.0000104	0.094
Setiembre	17	15.674	4.48E-05	2.63	0.002	69 300	0.1280198	25.00	0.0000462	8.00	0.0000148	0.133
Octubre	19	17.518	4.48E-05	2.63	0.002	69 300	0.1430809	25.00	0.0000516	8.00	0.0000165	0.149
Noviembre	10	9.220	4.48E-05	2.63	0.001	69 300	0.0753057	25.00	0.0000272	8.00	0.0000087	0.078
Diciembre	14	12.908	4.48E-05	2.63	0.002	69 300	0.1054280	25.00	0.0000380	8.00	0.0000122	0.110
Sub total	169	155.818	4.48E-05	2.63	0.018	69 300	1.2726671	25.00	0.0004591	8.00	0.0001469	1.324

Tabla 37

Estimación de emisiones de GEI por camión de combustible gasohol regular, componente alcohol carburante (7.8%)

Tipo de vehículo		Camion											
Tipo de combustible		Gasohol regular											
Componente		Alcohol Carburante (7.8%)											
Mes	Consumo Gasohol regular (Gal)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
		7.8% Alcohol Carburante (Gal)	Valor calórico neto VCN (TJ/Kg)	Densidad Biocombustible (kg/gal)	Consumo (TJ)	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> )	Factor de emisión de CH <sub>4</sub> (Kg CH <sub>4</sub> /TJ)	Emisiones de CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> )	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O (Kg N <sub>2</sub> O / TJ)	Emisiones de N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O)	Emisiones GEI t CO <sub>2</sub> e	
		D=A*B*C			F=D*E/10 <sup>3</sup>			H=D*G/10 <sup>3</sup>			J=D,*I/10 <sup>3</sup>		K=F+(H*28)+(J*265)
Enero	0	0.000	2.70E-05	3.350	0.0000	70 800	0.0000000	260.00	0.0000000	41.00	0.0000000	0.000	
Febrero	15	1.170	2.70E-05	3.350	0.0001	70 800	0.0074927	260.00	0.0000275	41.00	0.0000043	0.009	
Marzo	22	1.716	2.70E-05	3.350	0.0002	70 800	0.0109893	260.00	0.0000404	41.00	0.0000064	0.014	
Abril	10	0.780	2.70E-05	3.350	0.0001	70 800	0.0049951	260.00	0.0000183	41.00	0.0000029	0.006	
Mayo	20	1.560	2.70E-05	3.350	0.0001	70 800	0.0099903	260.00	0.0000367	41.00	0.0000058	0.013	
Junio	15	1.170	2.70E-05	3.350	0.0001	70 800	0.0074927	260.00	0.0000275	41.00	0.0000043	0.009	
Julio	15	1.170	2.70E-05	3.350	0.0001	70 800	0.0074927	260.00	0.0000275	41.00	0.0000043	0.009	
Agosto	12	0.936	2.70E-05	3.350	0.0001	70 800	0.0059942	260.00	0.0000220	41.00	0.0000035	0.008	
Setiembre	17	1.326	2.70E-05	3.350	0.0001	70 800	0.0084917	260.00	0.0000312	41.00	0.0000049	0.011	
Octubre	19	1.482	2.70E-05	3.350	0.0001	70 800	0.0094908	260.00	0.0000349	41.00	0.0000055	0.012	
Noviembre	10	0.780	2.70E-05	3.350	0.0001	70 800	0.0049951	260.00	0.0000183	41.00	0.0000029	0.006	
Diciembre	14	1.092	2.70E-05	3.350	0.0001	70 800	0.0069932	260.00	0.0000257	41.00	0.0000040	0.009	
Sub total	169	13.182	2.70E-05	3.350	0.0012	70 800	0.0844179	260.00	0.0003100	41.00	0.0000489	0.106	
<b>Emisiones GEI - Camion</b>												<b>1.431</b>	

Tabla 38

Estimación de emisiones de GEI por combi de combustible gasohol regular, componente gasolina regular (92.2%)

Tipo de vehículo		Combi										
Tipo de combustible		Gasohol regular										
Componente		Gasolina Regular (92.2%)										
Mes	Consumo Gasohol regular (Gal)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		92.2% Gasolina Regular (Gal)	Valor calórico neto VCN (TJ/Kg)	Densidad Gasolina (Kg/Gal)	Consumo (TJ)	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> )	Factor de emisión de CH <sub>4</sub> (Kg CH <sub>4</sub> /TJ)	Emisiones de CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> )	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O (Kg N <sub>2</sub> O / TJ)	Emisiones de N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O)	Emisiones GEI t CO <sub>2</sub> e
					$D=A*B*C$	$F=D*E/10^3$		$H=D*G/10^3$			$J=D,*I/10^3$	$K=F+(H*28)+(J*265)$
Enero	20	18.440	4.48E-05	2.63	0.002	69 300	0.1506115	25.00	0.0000543	8.00	0.0000174	0.157
Febrero	7	6.454	4.48E-05	2.63	0.001	69 300	0.0527140	25.00	0.0000190	8.00	0.0000061	0.055
Marzo	20	18.440	4.48E-05	2.63	0.002	69 300	0.1506115	25.00	0.0000543	8.00	0.0000174	0.157
Abril	10	9.220	4.48E-05	2.63	0.001	69 300	0.0753057	25.00	0.0000272	8.00	0.0000087	0.078
Mayo	10	9.220	4.48E-05	2.63	0.001	69 300	0.0753057	25.00	0.0000272	8.00	0.0000087	0.078
Junio	15	13.830	4.48E-05	2.63	0.002	69 300	0.1129586	25.00	0.0000407	8.00	0.0000130	0.118
Julio	0	0.000	4.48E-05	2.63	0.000	69 300	0.0000000	25.00	0.0000000	8.00	0.0000000	0.000
Agosto	0	0.000	4.48E-05	2.63	0.000	69 300	0.0000000	25.00	0.0000000	8.00	0.0000000	0.000
Setiembre	10	9.220	4.48E-05	2.63	0.001	69 300	0.0753057	25.00	0.0000272	8.00	0.0000087	0.078
Octubre	0	0.000	4.48E-05	2.63	0.000	69 300	0.0000000	25.00	0.0000000	8.00	0.0000000	0.000
Noviembre	0	0.000	4.48E-05	2.63	0.000	69 300	0.0000000	25.00	0.0000000	8.00	0.0000000	0.000
Diciembre	10	9.220	4.48E-05	2.63	0.001	69 300	0.0753057	25.00	0.0000272	8.00	0.0000087	0.078
Sub total	102	94.044	4.48E-05	2.63	0.011	69 300	0.7681186	25.00	0.0002771	8.00	0.0000887	0.799

Tabla 39

Estimación de emisiones de GEI por combi de combustible gasohol regular, componente alcohol carburante (7.8%)

Tipo de vehículo		Combi											
Tipo de combustible		Gasohol regular											
Componente		Alcohol Carburante (7.8%)											
Mes	Consumo Gasohol regular (Gal)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
		7.8% Alcohol Carburante (Gal)	Valor calórico neto VCN (TJ/Kg)	Densidad Biocombustible (kg/gal)	Consumo (TJ)	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> (Kg CO <sub>2</sub> /TJ)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> )	Factor de emisión de CH <sub>4</sub> (Kg CH <sub>4</sub> /TJ)	Emisiones de CH <sub>4</sub> (t CH <sub>4</sub> )	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O (Kg N <sub>2</sub> O / TJ)	Emisiones de N <sub>2</sub> O (t N <sub>2</sub> O)	Emisiones GEI t CO <sub>2</sub> e	
		D=A*B*C			F=D*E/10 <sup>3</sup>			H=D*G/10 <sup>3</sup>			J=D,*I/10 <sup>3</sup>		K=F+(H*28)+(J*265)
Enero	20	1.560	2.70E-05	3.350	0.0001	70 800	0.0099903	260.00	0.0000367	41.00	0.0000058	0.013	
Febrero	7	0.546	2.70E-05	3.350	0.0000	70 800	0.0034966	260.00	0.0000128	41.00	0.0000020	0.004	
Marzo	20	1.560	2.70E-05	3.350	0.0001	70 800	0.0099903	260.00	0.0000367	41.00	0.0000058	0.013	
Abril	10	0.780	2.70E-05	3.350	0.0001	70 800	0.0049951	260.00	0.0000183	41.00	0.0000029	0.006	
Mayo	10	0.780	2.70E-05	3.350	0.0001	70 800	0.0049951	260.00	0.0000183	41.00	0.0000029	0.006	
Junio	15	1.170	2.70E-05	3.350	0.0001	70 800	0.0074927	260.00	0.0000275	41.00	0.0000043	0.009	
Julio	0	0.000	2.70E-05	3.350	0.0000	70 800	0.0000000	260.00	0.0000000	41.00	0.0000000	0.000	
Agosto	0	0.000	2.70E-05	3.350	0.0000	70 800	0.0000000	260.00	0.0000000	41.00	0.0000000	0.000	
Setiembre	10	0.780	2.70E-05	3.350	0.0001	70 800	0.0049951	260.00	0.0000183	41.00	0.0000029	0.006	
Octubre	0	0.000	2.70E-05	3.350	0.0000	70 800	0.0000000	260.00	0.0000000	41.00	0.0000000	0.000	
Noviembre	0	0.000	2.70E-05	3.350	0.0000	70 800	0.0000000	260.00	0.0000000	41.00	0.0000000	0.000	
Diciembre	10	0.780	2.70E-05	3.350	0.0001	70 800	0.0049951	260.00	0.0000183	41.00	0.0000029	0.006	
Sub total	102	7.956	2.70E-05	3.350	0.0007	70 800	0.0509505	260.00	0.0001871	41.00	0.0000295	0.064	
<b>Emisiones GEI - Combi</b>											<b>0.863</b>		

**Figura 9**

*Solicitud de datos y registros a la unidad de servicios generales y gestión ambiental*

	<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL</p>	
<p><b>SOLICITO: DATOS DE LAS UNIDADES MÓVILES Y REGISTROS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL AÑO 2023</b></p>		
<p><b>Señor. ING. LUIS ALBERTO ROBLES CABRERA DIRECTOR DE LA UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES Y GESTIÓN AMBIENTAL DE LA UNC</b></p>		
<p>Yo, Erika Olinda Calua Villanueva, bachiller de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, identificada con DNI N° 71042039, con CÓDIGO SUNEDU N° 2014810010 con domicilio legal en Huambocancha Alta Km. 5.5, Cajamarca, teléfono N° 927627082, correo electrónico; ecaluav14@unc.edu.pe, ante usted con el debido respeto expongo;</p>		
<p>Que, teniendo la necesidad de graduarme como Ingeniero Ambiental, es que recurro a su Despacho para solicitar <b>datos de las unidades móviles y registros de consumo de combustible del año 2023</b>, para la ejecución del proyecto de tesis denominado "HUELLA DE CARBONO EN RELACIÓN A LAS UNIDADES MÓVILES DE TRANSPORTE DE LA SEDE CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - 2023"</p>		
<p><b>POR LO EXPUESTO</b></p>		
<p>Es justicia que espero alcanzar.</p>		
<p>Cajamarca, 05 de febrero del 2024.</p>		
<p> Firma</p>		
<p></p>		

**Figura 10**

*Tarjeta de propiedad de una unidad móvil*



Figura 11

Oficio informativo sobre consumo de combustible del mes de enero del 2023

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES Y GESTION AMBIENTAL  
SUB UNIDAD DE TRANSPORTE VEHICULAR

CARGO

---

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Cajamarca, 16 de febrero del 2023

**OFICIO N° 35-2022-SUTV-D/USGGA-UNC**

**Señor.**  
**ING. LUIS ALBERTO ROBLES CABRERA**  
**DIRECTOR DE LA UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES Y GESTIÓN AMBIENTAL DE LA UNC**

**PRESENTE**

Me es grato dirigirme a Usted, para saludarlo cordialmente y al mismo tiempo, hacer de su conocimiento sobre el consumo de combustible utilizado en el presente mes de enero, por lo que adjunto 03 conformidades de facturas originales que corresponde a la empresa la Estación de Servicios "Grifos Cajamarca SAC".

Adjunto, conformidades de facturas, vales de combustible y variación de precios.

o/c 110 1. 09 vales de consumo de Diésel B5 UV correspondiente al contrato No. 001-2020-UNC, cuyo monto S/. 3,397.27 soles (170.889 gal).

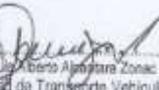
o/c 48 { 2. 28 vales de consumo de Diésel B5 UV correspondiente al contrato No. 001-2023-UNC, cuyo monto S/. 14,026.96 soles (662.274gal).

3. 07 vales de consumo de Gasohol de 90 Plus correspondiente al contrato No. 001-2023-UNC, cuyo monto S/. 1,491.00 soles (70.gal).

Por tal motivo, solicito a usted, tenga la amabilidad de tramitar a la oficina competente; con el fin de realizar oportunamente su cancelación del indicado servicio.

Sin otro particular, es propia la ocasión, para renovar le las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,


  
 Luis Alberto Robles Cabrera  
 Director

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
OFICINA GENERAL DE SERVICIOS

**Control Documentario**

Exp. N° ..... Fecha 16/02/23

Hora 02:49 pm Fotos 22

Firma: 

Eya 20348

Co. Activo

---

Av. Atahualpa N° 1050 ANEXO N° 1187

Figura 12

Conformidad de facturas y vales de combustible por parte de la empresa proveedora

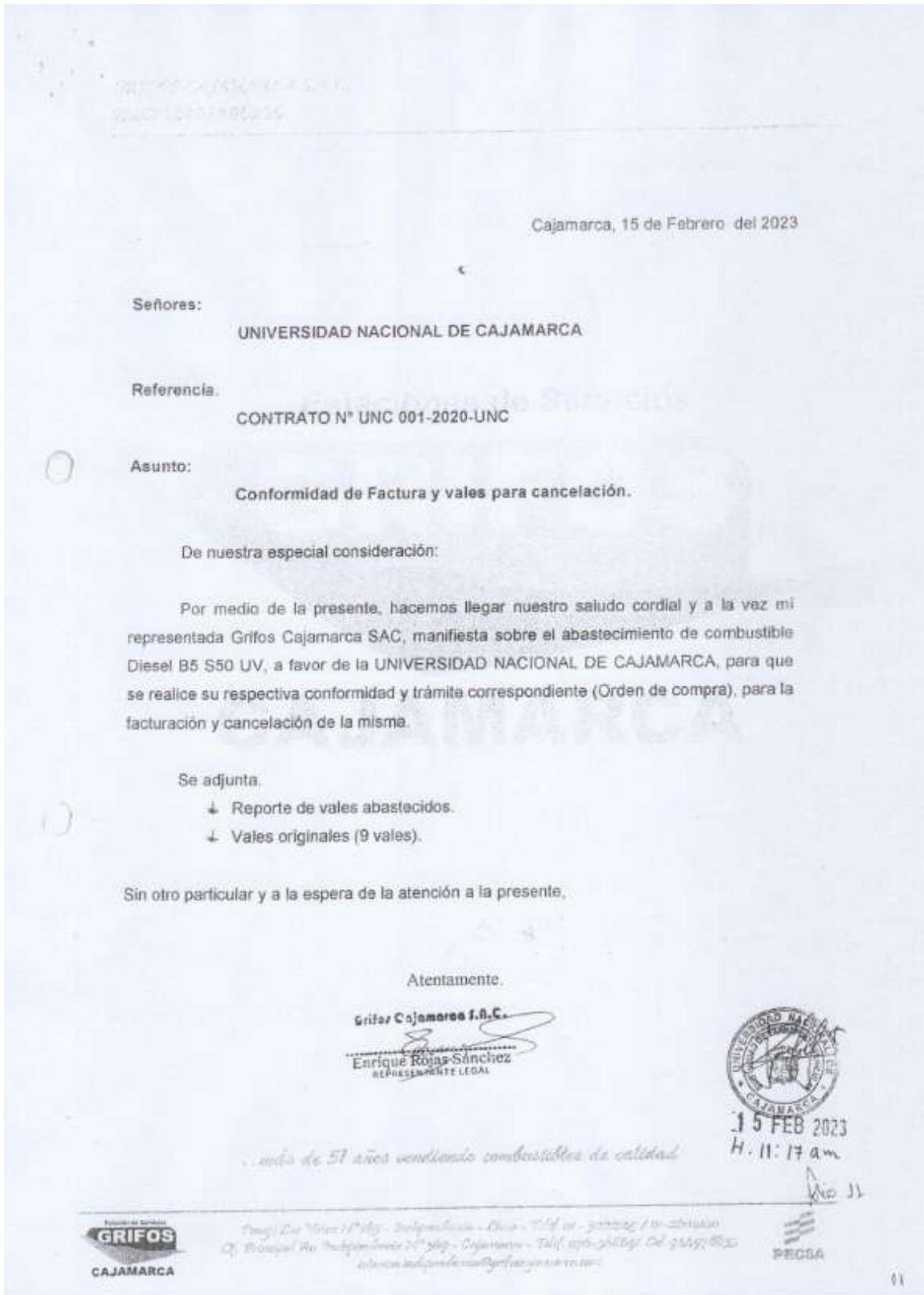


Figura 13

*Detalle de los vales de consumo*

CONTRATO N° UNC 001-2020-UNC									
Fecha Proc.	Fecha Doc.	Nro. Vale	Documento	Placa	Artículo	Cantidad	Precio	Total	
03/01/2023	03/01/2023	000-00103296	003-00018695	EGY276	DIESEL B5 S50 UV	11.870	19.880	235.98	
05/01/2023	05/01/2023	000-00103300	001-00006048	EGO751	DIESEL B5 S50 UV	40.000	19.880	795.20	
06/01/2023	06/01/2023	000-00107253	003-00018876	EGY252	DIESEL B5 S50 UV	14.200	19.880	282.30	
06/01/2023	06/01/2023	000-00107254	002-00010924	EGM769	DIESEL B5 S50 UV	12.001	19.880	238.58	
06/01/2023	06/01/2023	000-00107255	002-00010832	EGY275	DIESEL B5 S50 UV	10.001	19.880	198.82	
06/01/2023	06/01/2023	000-00107256	003-00018886	EAA178	DIESEL B5 S50 UV	10.000	19.880	198.80	
07/01/2023	07/01/2023	000-00107257	002-00010862	EGYU276	DIESEL B5 S50 UV	5.000	19.880	99.40	
10/01/2023	10/01/2023	000-00107258	002-00010972	EGO762	DIESEL B5 S50 UV	50.000	19.880	994.00	
10/01/2023	10/01/2023	000-00107262	001-00006099	EGV800	DIESEL B5 S50 UV	17.817	19.880	354.20	
							<b>170.889</b>		<b>S/ 3,397.27</b>

  
 Gilva Colomero S.A.  
 Enrique Rojas Sánchez  
 REPRESENTANTE LEGAL

Figura 14

*Búsqueda de registros de compras de combustible en el área de transportes*



Figura 15

Vales de consumo de combustible

**GRIFOS CAJAMARCA**  
N° 107253

Señor (as): UNC  
 Vehículo: Camioneta Toyota Placa: EGY-252  
 Conductor: Fernando Muñoz García Kilometraje: 92549  
 Fecha de Emisión: 06/01/2023 Fecha de Despacho:             
 Otros: Oficina General de Admisión de la UNC  
 Proyecto/Obra: Viaje a la Sede Celendin. Examen de Adm. en el CAPUNC 02-2023-7

GALONES	PRODUCTO	PRECIO UNI	IMPORTE
/	<input type="checkbox"/> Gasohol 84 Plus	/	/
/	<input type="checkbox"/> Gasohol 90 Plus	/	/
/	<input type="checkbox"/> Gasohol 95 Plus	/	/
/	<input type="checkbox"/> Gasohol 97 Plus	/	/
<u>14.2</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Diesel - B5 UV	/	/
/	<input type="checkbox"/> GLP Automotriz	/	/

TOTAL S/           

Señor (as): UNC  
 Vehículo: Camioneta Toyota Placa: EGM-769  
 Conductor: José Alcantara Jolcamayo Kilometraje: 73066  
 Fecha de Emisión: 06/01/2023 Fecha de Despacho:             
 Otros: Oficina General de Admisión de la UNC  
 Proyecto/Obra: Viaje a la Sede de Jaén, Examen de Adm. en el CAPUNC 02-2023-7

GALONES	PRODUCTO	PRECIO UNI	IMPORTE
/	<input type="checkbox"/> Gasohol 84 Plus	/	/
/	<input type="checkbox"/> Gasohol 90 Plus	/	/
/	<input type="checkbox"/> Gasohol 95 Plus	/	/
/	<input type="checkbox"/> Gasohol 97 Plus	/	/
<u>12.00</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Diesel - B5 UV	/	/
/	<input type="checkbox"/> GLP Automotriz	/	/

TOTAL S/

**GRIFOS CAJAMARCA**  
N° 107255

Señor (as): U.N.C  
 Vehículo: Camioneta Toyota Placa: EGY-275  
 Conductor: Julia Escobedo Sánchez Kilometraje: 133399  
 Fecha de Emisión: 06/01/2023 Fecha de Despacho:             
 Otros: Oficina General de Admisión de la UNC  
 Proyecto/Obra: Viaje a la Sede Jaén - Validación del Sistema de Admisión-Validación de la UNC

GALONES	PRODUCTO	PRECIO UNI	IMPORTE
/	<input type="checkbox"/> Gasohol 84 Plus	/	/
/	<input type="checkbox"/> Gasohol 90 Plus	/	/
/	<input type="checkbox"/> Gasohol 95 Plus	/	/
/	<input type="checkbox"/> Gasohol 97 Plus	/	/
<u>10.00</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Diesel - B5 UV	/	/
/	<input type="checkbox"/> GLP Automotriz	/	/

TOTAL S/

**GRIFOS CAJAMARCA**  
N° 107256

Señor (as): UNC  
 Vehículo: Camioneta Mitsubishi Placa: EAA-178  
 Conductor: Ilanos Condor Gilman Kilometraje:             
 Fecha de Emisión: 01/06/2023 Fecha de Despacho:             
 Otros: Varias oficinas de la UNC  
 Proyecto/Obra: Tropeado de personal Administrativo y otros

GALONES	PRODUCTO	PRECIO UNI	IMPORTE
/	<input type="checkbox"/> Gasohol 84 Plus	/	/
/	<input type="checkbox"/> Gasohol 90 Plus	/	/
/	<input type="checkbox"/> Gasohol 95 Plus	/	/
/	<input type="checkbox"/> Gasohol 97 Plus	/	/
<u>10</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Diesel - B5 UV	<u>(Diez)</u>	/
/	<input type="checkbox"/> GLP Automotriz	/	/

TOTAL S/