

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
ESCUELA DE POSGRADO
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES



“MOVILIDAD ELÉCTRICA Y LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL CORREDOR JAVIER PRADO, LIMA”

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN “GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE”

GUERRERO ANCAJIMA, JOSÉ ALEJANDRO

LESCANO LOZADA, WILMER

ASESOR: VIGO ROLDAN, ABNER JOSUE

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL AMBIENTE

Callao, 2023

PERÚ

Three handwritten signatures in blue ink are located on the right side of the page, corresponding to the names listed in the text.

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD: INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN: UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “MOVILIDAD ELÉCTRICA Y LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL CORREDOR JAVIER PRADO, LIMA”

AUTORES:

GUERRERO ANCAJIMA, JOSÉ ALEJANDRO
CODIGO ORCID: 0009-0008-5924-0179, DNI: 43171149

LESCANO LOZADA, WILMER
CODIGO ORCID: 0000-0002-8273-4969, DNI: 4285654

ASESOR:

VIGO ROLDAN, ABNER JOSUE
CODIGO ORCID: 0000-0002-5611-8011, DNI: 08085074

LUGAR DE EJECUCIÓN: AVENIDA JAVIER PRADO, LIMA – PERÚ.

UNIDADES DE ANÁLISIS: EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DEL CORREDOR JAVIER PRADO.

TIPO / ENFOQUE / DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

APLICADA / CUANTITATIVO / CORRELACIONAL.

TEMA OCDE: 1.05.10 -- INVESTIGACIÓN CLIMÁTICA

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

Dr. EDUARDO VALDEMAR TRUJILLO FLORES	: PRESIDENTE
Mtro. CARLOS ODORICO TOME RAMOS	: SECRETARIO
Dr. ENRIQUE GUSTAVO GARCÍA TALLEDO	: VOCAL
Mg. LUIS ENRIQUE LOZANO VIEYTES	: VOCAL
Mtro. ABNER JOSUE VIGO ROLDAN	: ASESOR

N° ACTA 004-2023

N ° LIBRO 01

N° FOLIO 7

Fecha de Sustentación 23 de setiembre del 2023

Document Information

Analyzed document	2A, GUERRERO ANCAJIMA, Jose Alejandro - LESCANO LOZADA, Wilmer - MAESTRIA-2023.pdf (D173508737)
Submitted	2023-09-06 18:38:00
Submitted by	
Submitter email	fiarn.posgrado@unac.edu.pe
Similarity	2%
Analysis address	fiarn.posgrado.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

Universidad Nacional del Callao / MOYA VIDAL - ONIAVA VALVERDE - HUELLA DE CARBONO Y EL NIVEL SOCIOECONOMICO DE LOS HABITANTES DE LA ASOCIACION EL MIRADOR NUEVO PACHACUTEC SECTOR 4 Y 5 – VENTANILLA AÑO 2022.pdf

SA

Document MOYA VIDAL - ONIAVA VALVERDE - HUELLA DE CARBONO Y EL NIVEL SOCIOECONOMICO DE LOS HABITANTES DE LA ASOCIACION EL MIRADOR NUEVO PACHACUTEC SECTOR 4 Y 5 – VENTANILLA AÑO 2022.pdf (D149771020)

Submitted by: fiarn.investigacion@unac.edu.pe

Receiver: unidad.de.investigacion.fiarn.unac@analysis.arkund.com

 3

Universidad Nacional del Callao / RODRIGUEZ INCA - VILLACHICA QUISPE - GESTION AMBIENTAL Y SU RELACION CON LA HUELLA DE CARBONO DE LA EMPRESA DETROIT POWER SYSTEM PERU LIMITADA S.R.L. EN LA SEDE LIMA.pdf

SA

Document RODRIGUEZ INCA - VILLACHICA QUISPE - GESTION AMBIENTAL Y SU RELACION CON LA HUELLA DE CARBONO DE LA EMPRESA DETROIT POWER SYSTEM PERU LIMITADA S.R.L. EN LA SEDE LIMA.pdf (D149777842)

Submitted by: fiarn.investigacion@unac.edu.pe

Receiver: unidad.de.investigacion.fiarn.unac@analysis.arkund.com

 1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO ESCUELA DE POSGRADO UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES *

MOVILIDAD ELÉCTRICA Y LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL CORREDOR JAVIER PRADO, LIMA*

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN "GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE" GUERRERO ANCAJIMA, JOSÉ ALEJANDRO LESCANO LOZADA, WILMER ASESOR: VIGO ROLDAN, ABNER JOSUE LÍNEA DE

87%

MATCHING BLOCK 1/4

SA

MOYA VIDAL - ONIAVA VALVERDE - HUELLA DE CARBO ... (D149771020)

INVESTIGACIÓN: CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL AMBIENTE Callao, 2023 PERÚ INFORMACIÓN BÁSICA FACULTAD: INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES UNIDAD DE INVESTIGACIÓN: UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES TÍTULO: *

DEDICATORIA

A nuestros padres, por impulsarnos a ser mejores profesionales para servir a nuestro país y al mundo con nuestros conocimientos y talentos.

A nuestras esposas e hijos, quienes nos acompañan en nuestra vida, impulsándonos a ser mejores personas y esposos.

AGRADECIMIENTO

A los docentes, asesor y personal administrativo de la Universidad Nacional del Callao, que nos han dado las pautas y enseñanza para elaborar una tesis de calidad, acorde a las exigencias de la universidad.

ÍNDICE

INDICE DE TABLAS.....	3
INDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	5
RESUMEN.....	6
ABSTRACT	7
RESUMO.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	10
1.2. Formulación del problema	12
1.3. Objetivos	12
1.4. Justificación.....	13
1.5. Delimitantes de la investigación	14
II. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Antecedentes del estudio	15
2.2. Bases Teóricas.....	22
2.3. Marco conceptual	26
2.4. Definición de términos básicos.....	27
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	29
3.1. Hipótesis.....	29
IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO	32
4.1. Diseño metodológico	32
4.2. Método de investigación	33
4.3. Población y muestra	40
4.4. Lugar de estudio.....	41

4.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información....	42
4.6.	Análisis y procesamiento de datos	43
4.7.	Aspectos éticos de la investigación	44
V.	RESULTADOS	45
5.1.	Resultados descriptivos.....	45
5.2.	Descripción de escenarios.....	46
5.3.	Relación de resultados	47
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	65
6.1.	Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados .	65
6.2.	Contrastación de los resultados con otros estudios similares.....	67
6.3.	Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes .	68
VII.	CONCLUSIONES.....	69
VIII.	RECOMENDACIONES	71
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
	ANEXOS.....	77

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Matriz de Operacionalización de variables</i>	30
Tabla 2. <i>Factores de emisión de CO₂</i>	36
Tabla 3. <i>Factores de emisión de CH₄ y N₂O</i>	39
Tabla 4. <i>Factor de emisión del consumo de energía eléctrica del SEIN</i>	40
Tabla 5. <i>Valores de Potencial de Calentamiento Global</i>	40
Tabla 6. <i>Registro de datos</i>	42
Tabla 7. <i>Rendimiento del monitoreo de buses</i>	47
Tabla 8. <i>Emisiones de CO₂, estimadas como línea base</i>	49
Tabla 9. <i>Emisiones de CO₂, buses eléctricos</i>	50
Tabla 10. <i>Emisiones de CH₄, estimadas como línea base</i>	53
Tabla 11. <i>Emisiones de CH₄, buses eléctricos</i>	54
Tabla 12. <i>Emisiones de N₂O, estimadas como línea base</i>	57
Tabla 13. <i>Emisiones de N₂O, buses eléctricos</i>	58
Tabla 14. <i>Emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O</i>	60
Tabla 15. <i>Emisiones de CO₂eq</i>	61
Tabla 16. <i>Emisiones de CO₂ expresado en energía (TJ)</i>	63
Tabla 17. <i>Energía eléctrica expresado en energía (TJ)</i>	63

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Efecto Invernadero</i>	23
Figura 2. <i>Fases de la investigación</i>	33
Figura 3. <i>Árbol de decisión para las emisiones de CO₂ por la quema de combustible</i>	35
Figura 4. <i>Árbol de decisión para las emisiones de CH₄ y N₂O por quema de combustible</i>	38
Figura 5. <i>Rutas del Corredor Rojo</i>	42
Figura 6. <i>Emisiones de toneladas de CO₂, del escenario base</i>	49
Figura 7. <i>Emisiones de kilogramos de CO₂</i>	51
Figura 8. <i>Emisiones de toneladas de CH₄, del escenario base</i>	53
Figura 9. <i>Emisiones de kilogramos de CH₄</i>	55
Figura 10. <i>Emisiones de toneladas de N₂O, del escenario base</i>	57
Figura 11. <i>Emisiones de kilogramos de N₂O</i>	59
Figura 12. <i>Emisiones de toneladas de CO₂eq en línea base</i>	61
Figura 13. <i>Emisiones de kilogramos de CO₂eq</i>	62
Figura 14. <i>Energía (Tera Julius)</i>	64

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AR6	: Sexto reporte del IPCC
ATU	: Autoridad de Transporte Urbano para Lima y Callao
CAF	: Banco de Desarrollo de América Latina
CO₂eq	: Dióxido de carbono equivalente.
CMCC	: Convención Marco sobre el Cambio Climático
IPCC	: The Intergovernmental Panel on Climate Change Panel Intergubernamental de Cambio Climático
GEI	: Gases de Efecto Invernadero.
GTM-NDC	: Grupo de Trabajo Multisectorial de naturaleza temporal encargado de generar información técnica para orientar la implementación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC)
MINAM	: Ministerio del Ambiente.
MINEM	: Ministerio de Energía y Minas
MTC	: Ministerio de Transportes y Comunicaciones
PCG	: Potencial de Calentamiento Global
UNAC	: Universidad Nacional del Callao

RESUMEN

La presente tesis “Movilidad eléctrica y las emisiones de gases de efecto invernadero en el corredor Javier Prado, Lima”, tiene como objetivo determinar la relación que existe entre la movilidad eléctrica y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima. La metodología empleada en esta tesis es de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y de diseño correlacional.

El resultado obtenido demuestra que existe una relación significativa entre la movilidad eléctrica y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado. De acuerdo con las estimaciones realizadas en el estudio de caso, las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), obtenidas bajo la metodología de las Directrices IPCC 2006 para los buses de GNV y Diésel, son 80,4% mayores en comparación a los buses eléctricos por ruta recorrida.

Las emisiones de CO_2 generadas por la quema de combustibles en los buses que emplean GNV y Diésel fue de 15 284,97 kgCO_2 por ruta, mientras que los buses a energía eléctrica generarían 78,3% menos. De forma similar se estimó las emisiones de CH_4 , obteniéndose el total de 58,16 kgCH_4 por ruta, mientras que los buses que utilizan energía eléctrica generarían 99,7% menos. Para las emisiones de N_2O , se obtuvo en total de 0,17 $\text{kg N}_2\text{O}$ por ruta, mientras que los buses que utilizan energía eléctrica generarían 87,5% menos emisiones de GEI.

Las emisiones se presentan en dióxido de carbono equivalente (CO_2eq), por ello se estimó que los buses de GNV y diésel generaron 16 901,50 kgCO_2eq por ruta; mientras que el uso de buses eléctricos reduciría en 80,4%. De igual manera, la energía generada por los buses de GNV y diésel genera 0,238 TJ por ruta, mientras que los buses eléctricos reducirían en 74,9% el consumo de energía.

Por lo tanto, se concluye que existe una relación significativa entre las emisiones de GEI y la eficiencia energética en el Corredor Javier Prado, Lima.

Palabras clave: Movilidad Eléctrica, Gases de Efecto Invernadero, Corredor Javier Prado, Eficiencia Energética.

ABSTRACT

The present thesis "Electric mobility and greenhouse gas emissions in the Javier Prado corridor, Lima", aims to determine the relationship between electric mobility and greenhouse gas emissions in the Javier Prado corridor, Lima. The methodology used in this thesis is applied, with a quantitative approach and a correlational design.

The result obtained demonstrates that there is a significant relationship between electric mobility and greenhouse gas emissions in the Javier Prado corridor. According to the estimates made in the case study, the emissions of carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O), obtained under the methodology of the IPCC 2006 Guidelines for natural gas (GNV) and diesel buses, are 80.4% higher compared to electric buses per route traveled.

The emissions of CO₂ generated by the combustion of fuels in buses that use GNV and diesel was 15,284.97 kgCO₂ per route, while electric buses would generate 78.3% less. Similarly, the emissions of CH₄ were estimated, obtaining a total of 58.16 kgCH₄ per route, while buses that use electric energy would generate 99.7% less. For the emissions of N₂O, a total of 0.17 kg N₂O per route was obtained, while buses that use electric energy would generate 87.5% less emissions of GHG.

The emissions are presented in carbon dioxide equivalent (CO₂eq), therefore it was estimated that GNV and diesel buses generated 16,901.50 kgCO₂eq per route; while the use of electric buses would reduce by 80.4%. Likewise, the energy generated by GNV and diesel buses generates 0.238 TJ per route, while electric buses would reduce energy consumption by 74.9%.

Therefore, it is concluded that there is a significant relationship between GHG emissions and energy efficiency in the Javier Prado corridor, Lima.

Keywords: Electric Mobility, Greenhouse Gases, Javier Prado Corridor, Energy Efficiency.

RESUMO

A presente tese "Mobilidade elétrica e as emissões de gases de efeito estufa no corredor Javier Prado, Lima", tem como objetivo determinar a relação entre a mobilidade elétrica e as emissões de gases de efeito estufa no corredor Javier Prado, Lima. A metodologia utilizada nesta tese é aplicada, com uma abordagem quantitativa e um projeto correlacional.

O resultado obtido demonstra que existe uma relação significativa entre a mobilidade elétrica e as emissões de gases de efeito estufa no corredor Javier Prado. De acordo com as estimativas realizadas no estudo de caso, as emissões de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), obtidas sob a metodologia das Diretrizes IPCC 2006 para ônibus movidos a gás natural (GNV) e diesel, são 80,4% maiores em comparação aos ônibus elétricos por rota percorrida.

As emissões de CO₂ geradas pela combustão de combustíveis em ônibus que utilizam GNV e diesel foi de 15.284,97 kgCO₂ por rota, enquanto os ônibus movidos a energia elétrica gerariam 78,3% menos. Da mesma forma, foram estimadas as emissões de CH₄, obtendo-se um total de 58,16 kgCH₄ por rota, enquanto os ônibus que utilizam energia elétrica gerariam 99,7% menos. Para as emissões de N₂O, foram obtidos um total de 0,17 kg N₂O por rota, enquanto os ônibus que utilizam energia elétrica gerariam 87,5% menos emissões de GEI.

As emissões são apresentadas em dióxido de carbono equivalente (CO₂eq), por isso foi estimado que os ônibus movidos a GNV e diesel geraram 16.901,50 kgCO₂eq por rota; enquanto o uso de ônibus elétricos reduziria em 80,4%. Da mesma forma, a energia gerada por ônibus movidos a GNV e diesel gera 0,238 TJ por rota, enquanto os ônibus elétricos reduziriam o consumo de energia em 74,9%.

Portanto, conclui-se que existe uma relação significativa entre as emissões de GEI e a eficiência energética no corredor Javier Prado, Lima.

Palavras-chave: Mobilidade Elétrica, Gases de Efeito Estufa, Corredor Javier Prado, Eficiência Energética.

INTRODUCCIÓN

Los cambios de clima se deben principalmente a la alteración de la variable temperatura y ocasionada por el incremento de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmosfera, estos GEI al quedarse en la atmosfera causan un efecto rebote de calor a la tierra; finalmente estos GEI son generados en la mayoría por actividades cotidianas, tales como la quema de combustibles, por ello la importancia de la introducción de alternativas de movilidades vehiculares que reduzcan las emisiones GEI.

El tema de investigación se enfoca en las emisiones GEI generadas por la quema de combustibles principalmente por el transporte en Lima Metropolitana, para Perú, según la CAF (CAF-Banco de Desarrollo de América Latina, 2020), siendo la mayor participación en Lima Metropolitana las emisiones el transporte terrestre. El objetivo es determinar la relación que existe entre la movilidad eléctrica y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima.

Para estimar las emisiones GEI, por la quema de combustibles, se emplea como metodología de cálculo las directrices IPCC 2006.

Finalmente, con los resultados obtenidos se obtuvo de manera significativa la relación entre las emisiones generadas por hidrocarburos en el corredor Javier Prado, con respecto a usar buses eléctricos.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

El cambio climático es la mayor amenaza a la que nos estamos enfrentando. La influencia humana en la variación climática en los últimos años es inequívoca; las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) aumentan cada año por causas antropogénicas. El incremento promedio de la temperatura global con relación a la era preindustrial ha alcanzado 1°C en el año 2018 y si el calentamiento global continúa aumentando al ritmo actual, es probable que llegue a 1,5 °C entre los años 2030 y 2052, originando “episodios de calor extremo en la mayoría de las regiones habitadas, precipitaciones intensas en varias regiones, probabilidad de sequía y déficits de precipitación en algunas regiones” (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020).

A nivel mundial, el sector transporte es el responsable de más de un tercio de las emisiones de GEI a la atmósfera, debido al uso de combustibles fósiles derivados del petróleo; sin embargo, no todos los modos de transporte terrestre y vehículos contaminan igual. Las tecnologías vehiculares más antiguas y de menor eficiencia energética son las responsables de mayores emisiones de GEI (Miralles-Guascb, 2012).

El sector transportes en Latinoamérica no es ajeno a este problema, siendo el responsable de la emisión de grandes cantidades de GEI. “Un motivo es la limitación en el desarrollo de transporte público descarbonizado, donde resulta más llamativo el uso del automóvil particular, principalmente debido a la falta de inversión en el mejoramiento del transporte público” (Samper-Villarreal, 2019).

En el Perú las emisiones de GEI del sector transporte representan la tercera fuente con más emisiones, después del sector USCUS (Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura) y Agricultura (Ministerio del Ambiente del Perú, 2019).

El transporte público de Lima está compuesto, en su mayoría, por vehículos de baja eficiencia energética que ya han sobrepasado su vida útil y

que utilizan el diésel y gasolina como fuente principal de energía, originando un aumento anual de emisiones de GEI en este sector. Debido a este y otros problemas, desde el año 2014 se implementó el Sistema Integrado de Transporte (SIT) de Lima, el cual cuenta con cinco Corredores Complementarios diseñados para el uso de ómnibus de transporte urbano de mayor eficiencia energética que los actuales, teniendo prevista su operación comercial y puesta en marcha en su totalidad en el año 2021. Culminada su implementación, sólo circularán ómnibus a Gas Natural Vehicular (GNV) por estas vías, disminuyendo las emisiones de GEI de este sector. Sin embargo, el GNV aún es un combustible de origen fósil, por lo que resulta necesario la incorporación de combustibles más bajos en carbono y tecnologías vehiculares más eficientes, tales como las movilidades eléctricas. Si las movilidades siguen con sólo combustibles fósiles, las emisiones GEI seguirían en crecimiento.

La tendencia a nivel mundial es el uso de ómnibus con mayor eficiencia energética, siendo los buses eléctricos una de las tecnologías más confiables, debido a su creciente desarrollo tecnológico en los últimos años y a su exitosa incorporación en grandes flotas de transporte urbano en muchos países desarrollados y de Latinoamérica. Chile es el país en América Latina con la flota más grande de buses eléctricos, lo cual ha llevado a este país a tener diversas beneficios económicos y ambientales como la disminución de la contaminación ambiental, contaminación sonora y mejoras en la salud de los usuarios (Oemick Jerez, 2019).

Por tal motivo, se propuso investigar sobre la incorporación del transporte eléctrico y tecnologías de mayor eficiencia energética en el Corredor Javier Prado del SIT de Lima para reducir sus emisiones de GEI. La finalidad fue buscar nuevas estrategias para mitigar los efectos del cambio climático en el Perú y además obtener otros beneficios asociados al uso de tecnologías energéticamente eficientes en el sector transportes; como son la disminución de la contaminación sonora, mejoras en la salud de los usuarios, beneficios económicos, disminución de horas de viaje, entre otros.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo se relacionan la movilidad eléctrica con las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la relación que existe la movilidad eléctrica y las emisiones de dióxido de carbono en el Corredor Javier Prado, Lima?
- ¿Cuál es la relación que existe entre la movilidad eléctrica y las emisiones de metano en el Corredor Javier Prado, Lima?
- ¿Cuál es la relación que existe entre la movilidad eléctrica y las emisiones de óxido nitroso en el Corredor Javier Prado, Lima?
- ¿Cuál es la relación que existe entre los buses eléctricos y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima?
- ¿Cuál es la relación que existe entre la eficiencia energética y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la relación que existe entre la movilidad eléctrica y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la relación que existe entre la movilidad eléctrica y las emisiones de dióxido de carbono en el Corredor Javier Prado, Lima.
- Determinar la relación que existe entre la movilidad eléctrica y las emisiones de metano en el Corredor Javier Prado, Lima.
- Determinar la relación que existe entre la movilidad eléctrica y las emisiones de óxido nitroso en el Corredor Javier Prado, Lima.

- Determinar la relación que existe entre los buses eléctricos y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima.
- Determinar la relación que existe entre la eficiencia energética y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima.

1.4. Justificación

El presente estudio pretende comprobar que los buses de energía eléctrica emiten menores emisiones de GEI (dióxido de carbono, metano y óxido nítrico) con respecto a los buses de combustible fósil; además de lo favorable para la reducción de contaminantes y reducción de ruido.

En el campo tecnológico, la incorporación de vehículos que utilizan combustibles bajos en carbono y de tecnologías han permitido a muchos países mejorar su sistema de transporte público.

En el campo social, las personas al usar el transporte eléctrico tendrán un mejor confort; así como a los hogares situados a los alrededores, los conductores y transeúntes (especialmente por la reducción de la contaminación sonora) y al personal técnico calificado, debido a la demanda de nuevos empleos especializados

En el campo ambiental, la incorporación de vehículos eléctricos reducirá la contaminación producida por la emisión de material particulado PM2.5 (Mardones, 2017), contaminación sonora, entre otros problemas causados por vehículos ineficientes y contaminantes.

La implementación de estos sistemas de transporte público modernos y eficientes, comenzaron con la ejecución de estudios que predecían y demostraban teóricamente los beneficios ambientales y de salud de los usuarios, documentos que fueron elaborados a partir de datos reales del parque automotor.

En el campo eficiente, esta investigación permitirá a las autoridades competentes considerar a la movilidad eléctrica como una tecnología confiable,

energéticamente eficiente y menos contaminante que los vehículos que actualmente circulan; lo cual podría conducir a la elaboración de estudios más profundos para el diseño, adquisición y puesta en servicio de nuevas unidades de transporte público eléctricos.

En el campo nacional, la implementación de un sistema de transporte público eléctrico y eficiente en la ciudad de Lima, permitirá reducir las emisiones de GEI del sector transporte; cumpliendo con los compromisos internacionales asumidos por el Perú en el Acuerdo de París, para mitigar los efectos del cambio climático (Ministerio de Relaciones Exteriores, 2016).

1.5. Delimitantes de la investigación

1.5.1. Delimitante teórico

Para la ejecución del proyecto de tesis, se utilizará la metodología especificada por las Directrices del IPCC 2006 para inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

1.5.2. Delimitante temporal

Se inició en abril del 2023 y se culminó en julio del 2023.

1.5.3. Delimitante espacial

La investigación comprende el espacio geográfico de la Av. Javier Prado en Lima Metropolitana.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Internacionales

(Oemick Jerez, 2019) en su investigación titulada “Evaluación Económica y Social de la Incorporación de Buses Eléctricos al Transporte Público Urbano de Santiago”, tuvo como objetivo diagnosticar la situación actual de la electromovilidad en transporte público de buses, así como determinar costos y realizar comparación entre diferentes tecnologías, estimando además la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero del proyecto. La metodología fue cuantitativo y deductivo, el tipo de investigación fue descriptivo y diseño predictivo; utilizando criterios específicos y territoriales para la evaluación económica y social, cuantificando los costos y beneficios de las externalidades e impactos del proyecto para el cálculo de la rentabilidad económica. Como principales resultados se obtuvo que la ganancia económica de adquirir nuevos buses eléctricos es positiva, permitiendo recuperar la inversión inicial entre 2 y 3 años adicionales a la compra de buses diésel. En el caso de la reducción de emisiones de GEI, se estima que para el 2030, el efecto de incluir buses eléctricos de forma progresiva con un total del 25% de la flota, podrían reducir hasta un 8% de las emisiones totales anuales de CO₂eq; mejorando además la calidad de aire en la ciudad. Entre las conclusiones realizadas, el autor menciona que la disminución del costo inicial de los buses eléctricos ha permitido estrechar las diferencias con los buses tradicionales, sin embargo, el real apalancamiento corresponde a los bajos costos operacionales, por lo que esta es la razón que ha estimulado a los operadores a dar el primer paso a la transformación tecnológica. Asimismo, las externalidades influyen de manera positiva en el VAN, principalmente por la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

(Ocampo González, 2019), en su investigación titulada “Determinación de los costos de operación de vehículos eléctricos en el transporte como estrategia de movilidad sostenible”, tuvo como objetivo estimar los costos de implementación y operación de vehículos eléctricos en el transporte de la ciudad

de Manizales, Colombia. La metodología fue cuantitativa, el tipo de investigación fue descriptivo y diseño correlacional. Como resultados se obtuvo que el desconocimiento de los costos de operación del vehículo eléctrico en la sociedad se debe, principalmente, a un mercado monopolizado por vehículos que funcionan con combustibles fósiles, lo cual contribuye directamente al agotamiento de las fuentes de energía disponibles, debido a una explotación descontrolada de los recursos naturales. La conclusión de esta investigación se basa en la problemática del sector transporte, la cual asume aspectos políticos, abordados a partir de la falta de leyes que establezcan una metodología para el análisis de los costos de operación de los vehículos eléctricos, los cuales, debido al alto costo de adquisición, el estado de incertidumbre en su mantenimiento y la falta de infraestructura y carácter público-asequible de las estaciones de almacenamiento de energía eléctrica o electrolineras, no son comerciales en el mercado. Debido a lo anterior, el autor señala que se requiere, dentro de un contexto de movilidad eléctrica sostenible con el transporte público de la ciudad; la determinación de los costos de operación y el cálculo de accesibilidad media global e integral en la ciudad de Manizales para este tipo de equipos.

(Rodríguez Álvarez, 2016) en su estudio titulado “Estudio de la Descarbonización Parcial del Parque Automovilístico Español mediante la sustitución de éste por Vehículos Eléctricos y de Gas Natural”, tuvo como objetivo mostrar algunas de las tecnologías del sector de automoción que emplean energías alternativas, concretamente gas natural y energía eléctrica, y compararlas con las tecnologías convencionales (vehículos diésel y de gasolina); así como analizar hasta qué punto se pueden reducir las emisiones de CO₂ en España si se sustituyeran los vehículos diésel y de gasolina, que conforman el parque automovilístico del país, por vehículos que emplean gas natural y eléctricos puros. La metodología fue cuantitativa y deductiva, el tipo de investigación fue descriptivo y diseño correlacional. Como resultados se obtuvo que las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del vehículo eléctrico son mucho menores que las de los otros vehículos analizados. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que éstas dependen del mix de generación eléctrico nacional y serán tanto menores cuanto mayor sea la participación de las

energías renovables en el mismo. En este sentido, para el caso analizado, las menores emisiones de GEI se producen si todo el parque de vehículos se sustituyera por vehículos eléctricos de baterías. Para este supuesto, las emisiones de CO₂ se reducen en un 67% respecto al caso base y dicha reducción sería mayor si en el mix de generación eléctrica español se aumentara el porcentaje de participación renovable. A partir de los cálculos realizados en este estudio, se ha llegado a la conclusión de que la mejor opción para reducir las emisiones de CO₂eq en España es la sustitución de todos los vehículos a diésel y de gasolina por vehículos eléctricos de baterías.

(Ceballos Delgado, 2016) en su estudio titulado “Una Propuesta Metodológica para Dimensionar el Impacto de los Vehículos Eléctricos sobre la Red Eléctrica”, tuvo como objetivo cuantificar el impacto que distintas estrategias de recarga del vehículo eléctrico tienen en las inversiones de las redes de distribución eléctrica. La metodología fue cuantitativa, el tipo de investigación fue descriptivo y diseño correlacional. Como resultados se obtuvo una serie de etapas, pasos, actividades, salidas y responsables, asociados con modelos eléctricos, que permiten determinar de una manera ordenada el impacto de los diferentes modos de transporte eléctrico, tanto en la cargabilidad del sistema de distribución, como en la calidad de la energía en cualquier punto de la red. Asimismo, se validó un caso de uso para una ciudad en la que se tuviera información suficiente de sus circuitos eléctricos y de ubicación de posibles sitios de instalación de electrolineras. Como conclusiones, el autor menciona que, desde la perspectiva de la aplicación de la metodología en un caso de uso, estos resultados permitirán determinar cómo debe adaptarse y cambiar la infraestructura de la red eléctrica de las empresas del sector, cuando haya una incursión masiva de los diferentes modos de transporte eléctrico.

2.1.2. Nacionales

El (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020) en su estudio titulado “Análisis y diseño de modelos de negocio y mecanismos de financiación para buses eléctricos en Lima, Perú”, tuvo como objetivo evaluar la viabilidad económica del uso de autobuses eléctricos de 12 metros relacionados al

mecanismo de remuneración de los corredores complementarios y establecer modelos de negocio y mecanismos de financiación para la masificación de la tecnología en la ciudad de Lima, Perú. La metodología fue cuantitativa, el tipo de investigación fue descriptivo y diseño correlacional. Como resultados del análisis se obtuvo que para que el costo total de la propiedad del bus eléctrico sea comparable con los buses convencionales, se requiere: ampliar el horizonte operacional del bus eléctrico hasta 14 años, tener flexibilidad en la operación para poder realizar al menos una recarga a la batería durante el día y disponer de financiamiento en condiciones concesionales, sobre todo para hacer competitiva la tecnología eléctrica con la de gas natural. Asimismo, como principal conclusión se menciona que la reducción de gases efecto invernadero demuestra que la tecnología eléctrica tiene la capacidad de reducir 1 033 tCO₂eq durante los 14 años de operación. Aunque en la actualidad la regulación peruana no cuantifica en términos económicos el valor de la tonelada reducida, por medio del programa del chatarreo se estimó que, si el bono fuera ofrecido en la misma proporción que se ofrece para flotas nuevas diésel y gas natural, la tonelada reducida tendría un valor de 29 USD/tCO₂ lo cual se encuentra dentro de los parámetros observados en la literatura.

El (Ministerio de Energía y Minas del Perú, 2019), en su estudio titulado “Estimación de los rendimientos de una flota representativa de automóviles usados como taxi en el ámbito de Lima Metropolitana”, tuvo como objetivo estimar los rendimientos en unidades de distancia/volumen de los buses de forma caracterizada y determinar el contenido de carbono (porcentaje en peso) de combustibles diésel y gasolina a través de muestras analizadas en laboratorio. La metodología fue cuantitativa, el tipo de investigación fue descriptivo y diseño correlacional. Como resultados se obtuvo que el conjunto del sistema de transporte público urbano recorre cerca de 1 100 millones de kilómetros al año, con unas emisiones de Gases de Efecto Invernadero de más de un millón de toneladas de CO₂eq. Esto supone un promedio de 66 250 km por vehículo y unas emisiones de 61.1 toneladas por vehículo y año. El transporte convencional representa más del 90% del total tanto en kilómetros como en emisiones. Como conclusión principal se obtiene que los resultados

muestran una tendencia clara hacia una mejora en rendimientos y reducción asociada de los factores de emisión de GEI. Sin embargo, podrían presentar a primera vista una imagen quizás engañosa, pues las emisiones por km en los nuevos sistemas (vehículos mayores) son mayores que en el Transporte Convencional. Son muy importantes las consideraciones de tamaño vehicular; los nuevos sistemas utilizan fundamentalmente Buses de 12 y 18 metros, cuando en el transporte convencional es escasa la presencia de vehículos de 12 metros o más.

El (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018), en su estudio titulado “Programación Tentativa Sectorial – Mitigación”, tuvo como objetivo contar con un documento de planificación que oriente el desarrollo de las acciones de mitigación que el sector establezca en el marco de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas del Perú (NDC). La metodología fue cuantitativa, el tipo de investigación fue descriptivo y diseño correlacional. Como resultados se obtuvieron la descripción de 9 medidas de mitigación del sector transporte para el cumplimiento de los compromisos asumidos por el Perú ante la Convención Marco de las Naciones Unidas en el Acuerdo de París. Una de las medidas es la “Implementación de los Corredores Complementarios del Sistema Integrado de Transporte de Lima”. Como conclusión principal por la implementación de esta medida se obtendría la reducción de 1.511 MtCO₂eq acumulados al 2030 y como cobeneficios la reducción de la contaminación ambiental (contaminantes locales) y ruido, menor gasto en transporte, ahorro por menos enfermedades a causa de la contaminación, incremento del empleo, entre otras.

El (Ministerio de Energía y Minas del Perú, 2017), en su estudio titulado “NAMA de Transporte Limpio en el Perú”, tuvo como objetivo realizar un Diagnóstico, Evaluación, Análisis y Propuesta para Apoyar la NAMA de Preparación del Sector Energético para la Transformación hacia una Matriz Energética Limpia a Través del uso de Transporte Limpio en el Perú, a fin de generar un cambio transformacional en el país. La metodología fue cuantitativa, el tipo de investigación fue descriptivo y diseño correlacional. Como resultados se obtuvo que los impactos positivos que tendría la implementación de transporte

eléctrico e híbrido en Perú como alternativa a las opciones convencionales del diésel y la gasolina son: la reducción en emisiones de dióxido de carbono (GEI) y otros gases contaminantes, el aumento de la eficiencia energética del parque automotor, beneficios para la salud, mejor utilización de los recursos del Perú y la reducción en proyecciones de demanda de combustibles fósiles. Como principal conclusión se describe que la introducción de movilidad eléctrica en el Perú aún resulta más costosa que la movilidad convencional (gasolina, GNV, GLP), la evaluación de ciertas iniciativas piloto demuestra cómo, al analizar los flujos de caja (costos e ingresos) para ciertas iniciativas piloto, la introducción de vehículos eléctricos resulta no solo en reducciones importantes de emisiones de GEI y otros contaminantes, sino también en ahorros económicos en el mediano y largo plazo.

El (Ministerio del Ambiente del Perú, 2023), a través del INFOCARBONO, tiene como objetivo presentar el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero correspondiente al año 2019; este presenta las emisiones de GEI por sector: energía, procesos industriales, UTCUTS, agricultura y desechos; cuya metodología es de manera cuantitativa con el uso de las Directrices del IPCC 2006, el RAGEI 2019 reporta los valores de GEI en forma agregada, expresados en dióxido de carbono equivalente (CO_2eq), utilizando el Poder de Calentamiento Global (PCG) proporcionados por el IPCC en su Quinto Informe de Evaluación (AR5, por sus siglas en inglés), que se basan en los efectos de los GEI en un horizonte temporal de cien años.

El reporte de gases de efecto invernadero del sector de energía, incluye las emisiones generadas por: combustión estacionaria - emisiones fugitivas y combustión móvil.

El sector de energía presenta como resultados que, en el año 2019, las emisiones de GEI del sector fueron de 63 238,17 GgCO_2eq , representando el 30,06 % del total de emisiones a nivel nacional. Se destacó como principal fuente de emisión la subcategoría 1A3. Transporte, representando el 40,56 % del total de emisiones; demostrando así que las emisiones GEI en el transporte a nivel nacional son de un aporte significativo en la generación de emisiones GEI.

Las emisiones de GEI del sector energía – combustión móvil resultaron en 25 654,13 GgCO₂eq para el año 2019, siendo la principal fuente de emisión el transporte terrestre con 23 958,96 GgCO₂eq; este resultado tiene inferencia en la cantidad de combustibles empleados en la combustión para el transporte terrestre y el incremento de movilidades en este medio de transporte.

Los vehículos del transporte terrestre presentan un crecimiento sostenido, representando el 82,95% del total de unidades de todos los medios de transportes a nivel nacional para el 2019; esta participación guarda relación con las emisiones del transporte terrestre que representa el 93,39% de las emisiones totales reportada en el presente RAGEI.

En el 2019 el sector transporte consumió aproximadamente 367 072,72 TJ, siendo el transporte terrestre el mayor consumidor, ya que representa el 93,69% del total de energía utilizada de todos los tipos de transporte, donde los principales combustibles utilizados son el diésel y gasolina.

La (Municipalidad de Lima, 2021) a través de su estudio “Plan Local de Cambio Climático de la Provincia de Lima, PLCC 2021 - 2030”, tiene como visión una ciudad cero emisiones de GEI que incrementa su resiliencia y reduce su vulnerabilidad frente a los impactos del cambio climático de manera inclusiva. Para lograr esta visión planteada el PLCC propone como objetivo general, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de la provincia de Lima en 30% respecto al escenario tendencial; y como resultados, implementar movilidad sostenible; aumento de la peatonalización, ciclovías, uso de transporte público masivo y la movilidad eléctrica para mejorar la calidad del aire. Así como la modernización de la gestión de residuos sólidos para convertir a Lima en una ciudad ecoeficiente, de construcciones sostenibles, eficiencia energética y uso de energías limpias.

El PLCC está alineado a la Ley N° 30754, Ley Marco sobre Cambio Climático (Congreso de la República, 2018) y su reglamento aprobado por el Decreto Supremo N°013-2019-MINAM (Ministerio del Ambiente del Perú, 2019), al Acuerdo de París (Ministerio de Relaciones Exteriores, 2016) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS (Naciones Unidas, 2015).

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

i. **Cambio Climático y Gases de Efecto Invernadero:** Las Naciones Unidas, 1992), en su artículo N° 1 de la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC), 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 observado durante períodos de tiempo comparables. Para el (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC, 2006), el término como tal denota un cambio en el estado del clima identificable (por ejemplo, mediante análisis estadísticos) a raíz de un cambio en el valor medio y en la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, generalmente cifrado en decenios o en períodos más largos. Sin embargo, sostiene que el cambio climático global se refiere a las modificaciones en cualquier aspecto del clima del planeta, tales como la temperatura, precipitación e intensidad y las rutas de las tormentas (Díaz Cordero, 2012).

El (IPCC, 2007); indica que el cambio climático, se refiere cuando el sol activa el clima de la tierra, irradiando energía en longitud de ondas cortas predominantemente en la parte visible o casi visible (por ejemplo, ultravioleta) del espectro. Aproximadamente una tercera parte de la energía solar que alcanza la zona superior de la atmósfera terrestre se refleja directamente de nuevo al espacio. Los dos restantes terceras partes son absorbidas por la superficie y, en menor magnitud, por la atmósfera. Para equilibrar la energía entrante absorbida, la tierra debe, como promedio, irradiar la misma cantidad de energía al espacio. Como la tierra es mucho más fría que el sol, ésta irradia en longitudes de onda mucho más largas, sobre todo en la parte infrarroja del espectro (véase Figura 1.) La atmósfera, con la participación de las nubes, absorbe gran parte de esta radiación térmica emitida por los suelos y el océano y la vuelve a irradiar a la tierra. Esto es lo que se denomina efecto invernadero. Las paredes de vidrio de los invernaderos reducen el flujo del aire e incrementan la temperatura del aire dentro. De forma análoga, pero mediante un proceso

físico diferente, el efecto invernadero de la tierra calienta la superficie del planeta. Sin el efecto invernadero natural, la temperatura promedio de la superficie terrestre estaría por debajo del punto de congelamiento del agua. Por tanto, el efecto invernadero natural hace posible la vida tal como la conocemos. Sin embargo, las actividades humanas, básicamente la quema de combustibles fósiles y la eliminación de bosques, han intensificado grandemente el efecto invernadero natural, dando lugar al calentamiento mundial.

Los gases de efecto invernadero o gases de invernadero son los componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. En la atmósfera de la Tierra, los principales gases de efecto invernadero (GEI) son el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O) y el metano (CH_4). Además, se tiene los GEI regulados por el Protocolo de Kioto establece normas respecto al hexafluoruro de azufre (SF_6), los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC) (CECONT, Instituto de Meteorología, 2019).

Figura 1.

Efecto Invernadero



Nota: imagen recuperada de la página web de IPCC:
https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/faq-1-3.html

ii. Inventario de Gases de Efecto Invernadero: Las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero son recopiladas en un informe de inventario de gases de efecto invernadero, el cual incluye todos los gases, categorías, año, metodologías y los datos utilizados para elaborar las estimaciones. Este inventario es el resultado de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de las actividades humanas realizadas dentro del territorio nacional y en otras áreas extraterritoriales sobre las cuales el país tiene jurisdicción (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC, 2006).

La metodología para inventarios nacionales de gases de efecto invernadero se basa en las Directrices del IPCC 2006. Estas Directrices ofrecen cuadros estandarizados para generación de informes de inventarios de gases de efecto invernadero.

El “Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del año 2016 – INGEI 2016” describe la estimación de las emisiones/absorciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del año 2016, y la actualización de las estimaciones correspondientes a los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014. El INGEI 2016 incluye los procedimientos, métodos e información utilizada y los resultados de las estimaciones. Cabe señalar que la elaboración periódica de los INGEI es de gran importancia para la integración de la gestión de las emisiones de GEI a las políticas y planes de desarrollo nacional, ya que genera información sobre las emisiones y absorciones de GEI nacionales, actualizada, desagregada en fuentes y sumideros para una serie de años cada vez más amplia (Ministerio del Ambiente del Perú, 2019).

iii. Escenarios de línea base: El escenario de línea de base de la medida de mitigación o escenario Business as Usual (BaU) es el escenario base es la continuación del uso de modos de transporte actuales en el Corredor Javier Prado. Para el caso de este Trabajo de Investigación, es el escenario basado en ómnibus urbanos; los cuales operan bajo una autorización municipal, teniendo como principal fuente de energía el uso de Diésel y Gas Natural, manteniendo constante la intensidad de uso de las unidades (kilómetros recorridos), así como

los ciclos de conducción considerando la sobreoferta disponible de servicios de transporte (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

iv. Escenario de Mitigación: El escenario de mitigación por otro lado propone un cambio en la composición de la flota vehicular de transporte urbano considerando la flota de vehículos del Corredor Javier Prado, en sustitución de las unidades que utilizan combustibles fósiles hasta proveer un sistema de transporte eléctrico de forma progresiva. En ese sentido, se está tomando como supuesto que el número de unidades nuevas que entran en operación en el Corredor Javier Prado, reemplazarían a unidad de transporte urbano de personas que vienen circulando (escenario BAU) y que se retiran de circulación por su obsolescencia y antigüedad; lo que tendría un efecto directo en la disminución de emisiones de GEI por efecto del cambio de matriz energética. En el escenario de mitigación, se adicionan las emisiones de GEI generadas por la recarga de baterías de las nuevas unidades de transporte eléctrico que ingresan a operar en el Corredor Javier Prado. Sin embargo, dada la tecnología moderna de estas unidades y el tipo de combustible de menor emisión (electricidad), el efecto en generar GEI es menor que las unidades que vienen operando en el escenario BAU y que se retiran de circulación.

2.2.2. Movilidad eléctrica

i. Movilidad eléctrica: Mediante Decreto Supremo N° 022-2020-EM que aprueba disposiciones sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica, la movilidad eléctrica está referida al transporte terrestre que hace uso de uno o más motores eléctricos para generar la locomoción, compuesto por Vehículos Eléctricos (EV/BEV), Vehículos Híbrido Enchufables (PHEV) y Vehículos Eléctricos con Autonomía Extendida (REEV) u otros vehículos de transporte terrestre que obtienen toda o parte de su energía eléctrica de un sistema de almacenamiento de energía recargable (Ministerio de Energía y Minas del Perú, 2020).

ii. Eficiencia energética: La eficiencia energética se define como la relación entre la salida de energía útil entre la entrada de energía de un equipo o proceso. Esta definición, sin embargo, sólo revela parte del debate subyacente

sobre la eficiencia energética que en su mayoría se refiere a eficiencia energética lograda a través de mejoras en la tecnología. El ahorro de energía generado a través de la reducción del consumo, o gestión de la demanda, no es capturado por esta definición. Consecuentemente en la práctica, la mayor parte de las medidas tomadas (políticas públicas) enfocan la eficiencia energética a través de medidas tecnológicas (Kreuzer, 2014).

iii. La eficiencia energética y la movilidad: El enfoque más común para analizar la eficiencia energética en la gestión de la movilidad es el llamado enfoque A-S-I (Evitar, Cambiar y Mejorar, por sus siglas en inglés). EVITAR los viajes motorizados, aumentando la eficiencia del sistema; CAMBIAR la movilidad actual hacia modos de transporte más eficiente, aumentando la eficiencia en los viajes y MEJORAR la eficiencia de combustible en los modos de transporte, aumentando la eficiencia de los vehículos (Kreuzer, 2014).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Emisiones de gases de efecto invernadero

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) son aquellas generados por actividades humanas cotidianas, para efecto de esta investigación son aquellas emisiones generadas por la quema de combustibles fósiles (diésel y GNV), así como por el uso de electricidad para la recarga de baterías en vehículos eléctricos.

Las emisiones de GEI consideradas en esta investigación fueron: el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), que multiplicadas por su potencial de calentamiento global (GWP), serán expresadas como emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq).

2.3.2. Movilidad eléctrica

La movilidad eléctrica está referida al vehículo de transporte terrestre que hace uso de uno o más motores eléctricos para generar la locomoción. Para el caso de esta investigación, está referida a ómnibus de transporte público de 9 o 12 metros de longitud.

Se consideró este tipo de vehículos debido a que la Autoridad de Transporte Urbano para Lima y Callao (ATU) mediante Resolución Directoral

Nº 02-2021-ATU/DIR publicó el “Proyecto de especificaciones técnicas para la estandarización de las características físicas y motriz del bus patrón eléctrico”, en la cual se detalla que las unidades deberán ser fabricadas o ensambladas de acuerdo con las especificaciones detalladas en la mencionada norma.

Para el caso del bus eléctrico Tipo 1 será de 9 metros y de 12 metros para el bus eléctrico de Tipo 2. Asimismo, el banco de baterías debe ser dimensionado para garantizar como mínimo 200 km de autonomía con carga completa, considerando cualquier tipo de bus.

2.4. Definición de términos básicos

i. **Bus (Ómnibus):** Vehículo motorizado de la categoría M3, con un peso bruto vehicular mayor a 5000 kgs.

ii. **Bus (Ómnibus) convencional:** Vehículo con la carrocería unida directamente sobre el bastidor del chasis, bastidor que no sufre ninguna alteración ni modificación estructural, ni modificación dimensional en la distancia entre ejes durante el proceso de carrozado. Los vehículos de este tipo pueden tener el motor ubicado en la parte frontal, central o posterior del chasis.

iii. **Bus (Ómnibus) eléctrico:** Vehículo que hace uso de un motor eléctrico para generar la locomoción y cumple las características técnicas especificadas en la Resolución Directoral Nº 02-2021-ATU/DIR publicada por la Autoridad de Transporte Urbano para Lima y Callao (ATU).

iv. **Cambio climático:** Variación del estado del clima identificable en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos.

v. **Descarbonización:** Acciones que permiten eliminar el consumo de combustibles fósiles que poseen carbono en su estructura molecular, y cuya combustión libera energía, contaminantes y gases de efecto invernadero.

vi. **Eficiencia energética:** Actividad que tiene por objeto mejorar el uso de fuentes de energía.

vii. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero: Son aquellos que causan el calentamiento global y son el dióxido de carbono, CO₂; gas metano, CH₄; dióxido nitroso, N₂O.

viii. Movilidad eléctrica: Referida al transporte terrestre que hace uso de uno o más motores eléctricos para generar la locomoción y que obtienen toda o parte de su energía eléctrica de un sistema de almacenamiento de energía recargable.

ix. Valor calórico neto: Energía liberada menos el calor de evaporación del vapor de agua generado durante la combustión a 25°C, nuevamente en relación con la cantidad de combustible aportada.

x. Variabilidad climática: Denota las variaciones del estado medio y otras características estadísticas (desviación típica, sucesos extremos, etc.) del clima en todas las escalas espaciales y temporales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

i. Hipótesis general

Existe una relación significativa entre la movilidad eléctrica y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima.

ii. Hipótesis específicas

- H₁: Existe una relación significativa entre la movilidad eléctrica y las emisiones de dióxido de carbono en el Corredor Javier Prado, Lima.
- H₂: Existe una relación significativa entre la movilidad eléctrica y las emisiones de metano en el Corredor Javier Prado, Lima.
- H₃: Existe una relación significativa entre la movilidad eléctrica y las emisiones de óxido nitroso en el Corredor Javier Prado, Lima.
- H₄: Existe una relación significativa entre los buses eléctricos y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima.
- H₅: Existe una relación significativa entre la eficiencia energética y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima.

3.1.1. Operacionalización de variables

Tabla 1.

Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE 1	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE / ITEM	MÉTODO Y TÉCNICA
EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	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. (IPCC, 2018: Anexo I: Glosario) Las fuentes móviles producen emisiones de gases directos de efecto invernadero de dióxido de carbono (CO ₂), metano (CH ₄) y óxido nitroso (N ₂ O). (Directrices del IPCC, 2006)	Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) se componen en emisiones de dióxido de carbono (CO ₂), metano (CH ₄) y óxido nitroso (N ₂ O), para lo cual encontraremos estos valores mediante la estimación.	D1. Emisiones de dióxido de carbono (CO ₂)	Toneladas de dióxido de carbono (CO ₂)	Cantidad de emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO ₂ eq)	Estimación / Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero
			D2. Emisiones de metano (CH ₄)	Toneladas de metano (CH ₄)	Cantidad de emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO ₂ eq)	Estimación / Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero
			D3. Emisiones de óxido nitroso (N ₂ O).	Toneladas de óxido nitroso (N ₂ O).	Cantidad de emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO ₂ eq)	Estimación / Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero

VARIABLE 2	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE / ITEM	MÉTODO Y TÉCNICA
MOVILIDAD ELÉCTRICA	<p>Referida al transporte terrestre que hace uso de uno o más motores eléctricos para generar la locomoción, que obtienen toda o parte de su energía eléctrica de un sistema de almacenamiento de energía recargable. (MINEM, 2020)</p> <p>Las unidades deberán contar con uno o más motores de propulsión eléctrica que proporcione la fuerza necesaria para desarrollar la velocidad máxima (gobernada) permitida de 60 Km/h y la habilidad en pendiente, y cumplir con la norma nacional vigente y con la normatividad internacional vigente (ATU, 2021)</p>	<p>La movilidad eléctrica se compone buses eléctricos, para lo cual estimaremos la cantidad de energía consumida a través registro de datos del consumo de energía.</p>	D1. Bus eléctrico	Energía eléctrica utilizada en la recarga de batería (kW.h).	Cantidad de energía (kW.h)	Estimación / ISO 50001
				Emisiones de CO2eq	Cantidad de emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO2eq)	Estimación / Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero
			D2. Eficiencia energética	Autonomía de vehículo (km)	Cantidad de km recorrido por carga de batería	Estimación / ISO 50001

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1. Diseño metodológico

La presente investigación es del tipo aplicada o empírica, ya que busca aportar hechos nuevos; es decir, información novedosa sobre la realidad, ya sea con datos nuevos (primarios) o con un aprovechamiento novedoso de datos preexistentes (secundarios) (Epistemología aplicada: Metodología y técnica de la producción científica., 2009), es aplicada también porque su propósito es solucionar problemas concretos e identificables (Ruiz, 2012), producto de la objetividad y la utilidad de la ciencia que, sin proponérselo, necesariamente alcanza resultados aplicables (Bunge, 1978).

Por su diseño metodológico es correlacional el cual permite establecer la relación entre sus variables, esta búsqueda de relaciones causales también permite colocar a la presente investigación bajo una concepción cuantitativa siguiendo al enfoque objetivista de la ciencia (Ruiz, 2012).

Además, esta investigación es del tipo no experimental, porque se realiza sin manipular deliberadamente variables; es decir, sólo se observa el fenómeno tal y como se da en su contexto natural para posteriormente analizarlo (Hernández Sampieri, 2010).

Finalmente, atendiendo a la temporalidad de la investigación, la investigación se clasifica como transversal ya que los datos obtenidos, en específico para el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero del caso de estudio, se recolectan en un sólo momento, en un tiempo único (Hernández Sampieri, 2010).

4.2. Método de investigación

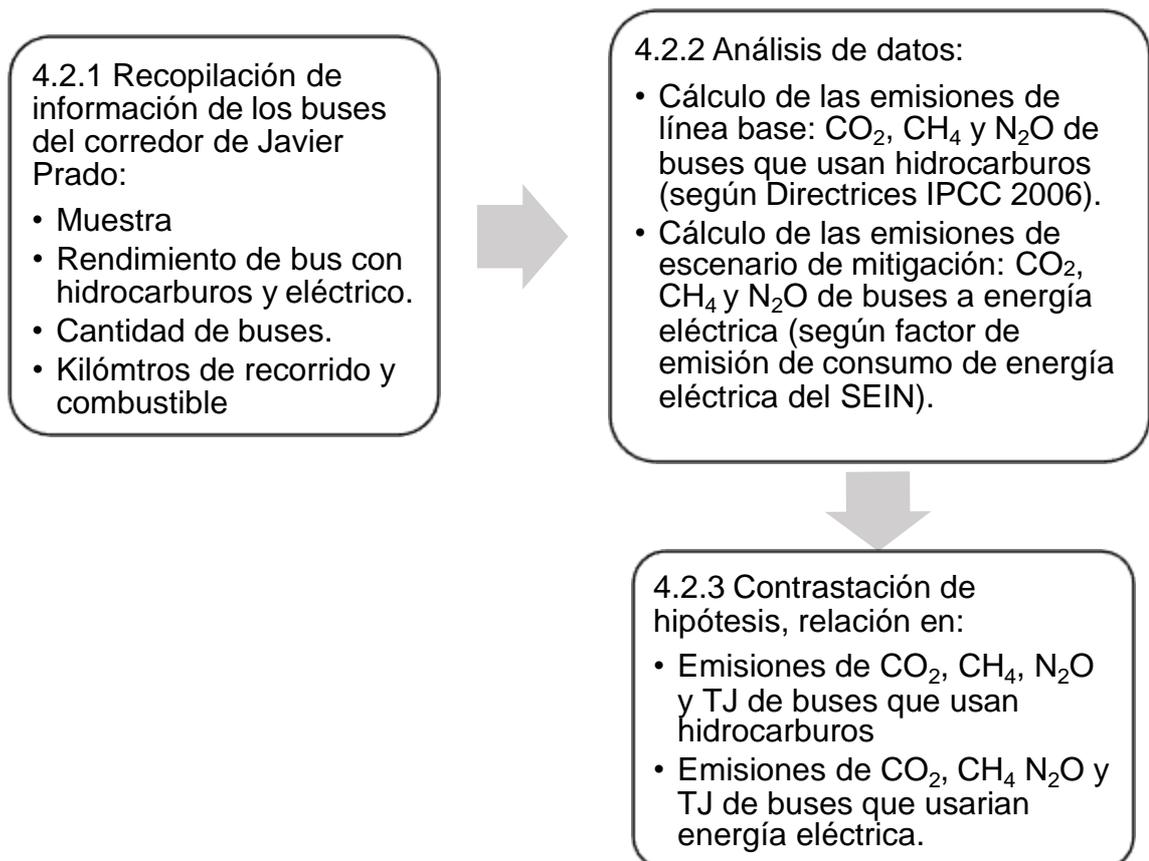
Para estimar las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O, sólo se puede realizar a través de bibliografías (Directrices IPCC 2006), por lo tanto, para ello se requiere de un nivel de actividad (ejemplo: combustible) para luego a través de los factores de emisión poder obtener las emisiones:

$$\text{Nivel de actividad} \times \text{Factor de emisión} = \text{Emisiones GEI}$$

Para lograr obtener las emisiones GEI de la línea base (que se generarían por buses a diésel y GN) y las emisiones de línea de mitigación (que se generarían por buses eléctricos) en esta investigación, se plantea tres fases, tal como se presenta en el siguiente diagrama.

Figura 2.

Fases de la investigación



4.2.1. Recopilación de información

Levantamiento de reportes del transporte público en el corredor Javier Prado de la Autoridad de Transporte Urbano para Lima y Callao – ATU y del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Los datos tomados corresponden por ruta considerando ida y vuelta.

i. **Muestra:** La muestra tomada es 15 buses para el rendimiento de combustible, realizados por el (Ministerio de Energía y Minas, 2021) realizando un reporte como campaña de monitoreo orientada a evaluar el rendimiento de buses del corredor Javier Prado de la ruta 201, buses a Diésel y GNV.

La muestra es proyectada para los 257 buses que la (ACTU, 2023) indica en la actualidad (julio del año 2023) entre buses a Diésel y GNV para cuatro rutas: 201, 204, 206 y 209.

ii. **Rendimiento de buses y distancias (km):** se recopiló información pública elaborada por el (Ministerio de Energía y Minas, 2021) a través del estudio de: “Medición del rendimiento energético de buses que operan en el ámbito de Lima Metropolitana y su impacto en el cambio climático y la calidad del aire” presentado en marzo del año 2021.

iii. **Cantidad de buses:** se recopiló información de la investigación realizada por (Arias Davalos, y otros, 2021) de la flota de buses del corredor rojo proporcionada por PROTRANSPORTE.

4.2.2. Análisis de datos

Aplicación de software y/o programas para análisis de datos. Tanto para el análisis de datos y la estimación de las emisiones GEI se utilizó como software el Microsoft Excel.

Para poder obtener las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O que generan la combustión de los hidrocarburos por los buses del corredor Javier Prado; se ha empleado la metodología de la (Directrices IPCC, 2006), esta nos indica las siguientes metodologías.

A. Metodología de cálculo de las emisiones por la combustión de hidrocarburos

Según esta metodología es posible estimar las emisiones a partir del combustible consumido (representado por el combustible vendido) o la distancia recorrida por los vehículos. En general, el primer método (combustible vendido) es adecuado para el CO₂ y el segundo (distancia recorrida por tipo de vehículo y de carretera) es adecuado para el CH₄ y el N₂O.

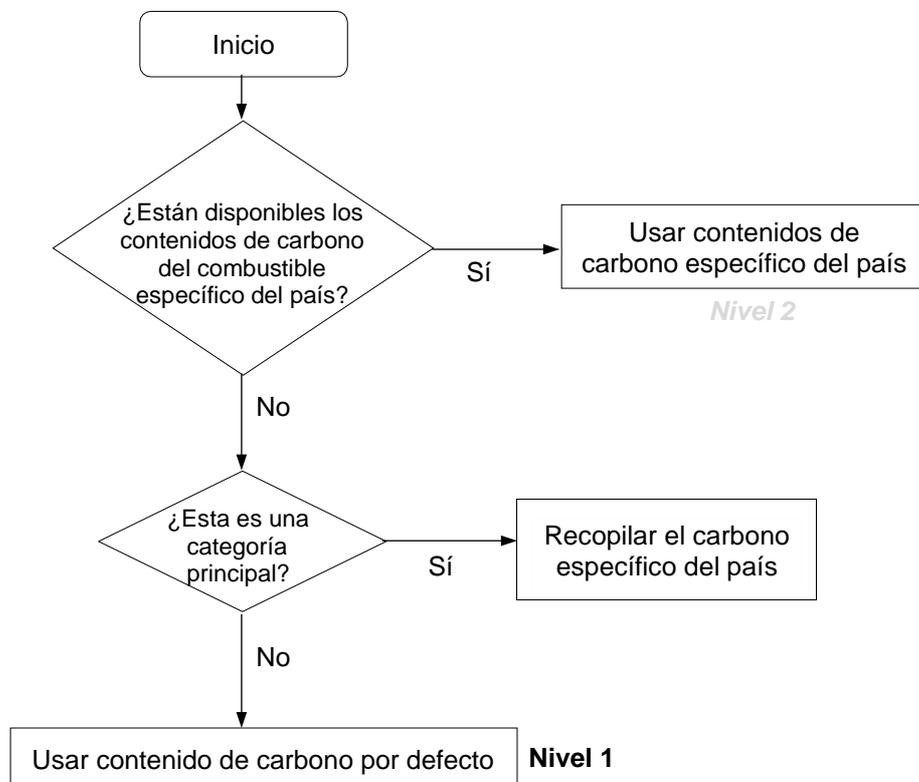
1. **Emisiones de CO₂:** El uso de las (Directrices IPCC, 2006), es la mejor forma de calcular las emisiones de CO₂ es sobre la base de la cantidad y el tipo de combustible quemado y su contenido de carbono.

La siguiente gráfica, muestra el árbol de decisión del CO₂ que guía la elección del método de Nivel 1 o 2. A continuación se define cada nivel.

I

Figura 3.

Árbol de decisión para las emisiones de CO₂ por quema de combustible



Nota: Tomada del volumen 2, Directrices IPCC 2006, de figura 3.11.

El nivel de cálculo queda determinado por:

- Nivel 2: a la pregunta ¿Están disponibles los contenidos de carbono del combustible específico del país?; De acuerdo con la información recopilada: la respuesta es **NO**, debido que no tenemos esta información para el nivel de actividad. Analizamos el siguiente nivel.
- Nivel 1: a la pregunta: ¿Esta es una categoría principal? Con la información recopilada, la respuesta es: **SÍ** es una categoría principal; sin embargo, al no contar con información sobre el carbono específico del país, se debe seleccionar el **Nivel 1**.

El nivel 1 aplica la siguiente ecuación para el cálculo de las emisiones de dióxido de carbono:

$$\text{Emisión} = \sum_a(\text{Combustible}_a \times EF_a)$$

Dónde:

Emisión	=Emisiones de CO ₂ (kg)
Combustible _a	=Combustible vendido (TJ)
EF _a	=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.)

Fuente: GL2006, Vol. 2, p. 3.12, Ecuación 3.2.1

Factores de emisiones de CO₂: Según las directrices IPCC, se presenta los factores de emisión para las emisiones de CO₂.

Tabla 2.

Factores de emisión de CO₂

Combustible	F.E [kgCO ₂ /TJ]	FC *	Unidad
GNV	56 293	3,60E-05	TJ/m ³
Diésel	74 100	1,37E-04	TJ/gal

Nota: Directrices del IPCC de 2006, Vol. 2, Pág. 3.24, Cuadro 3.2.5

El FC, corresponde a un factor de conversión para obtener TJ; estos valores son tomados del Inventario Nacional de Gases de efecto Invernadero del año 2019, presentado en la plataforma web de “Inforcarbono” del MINAM.

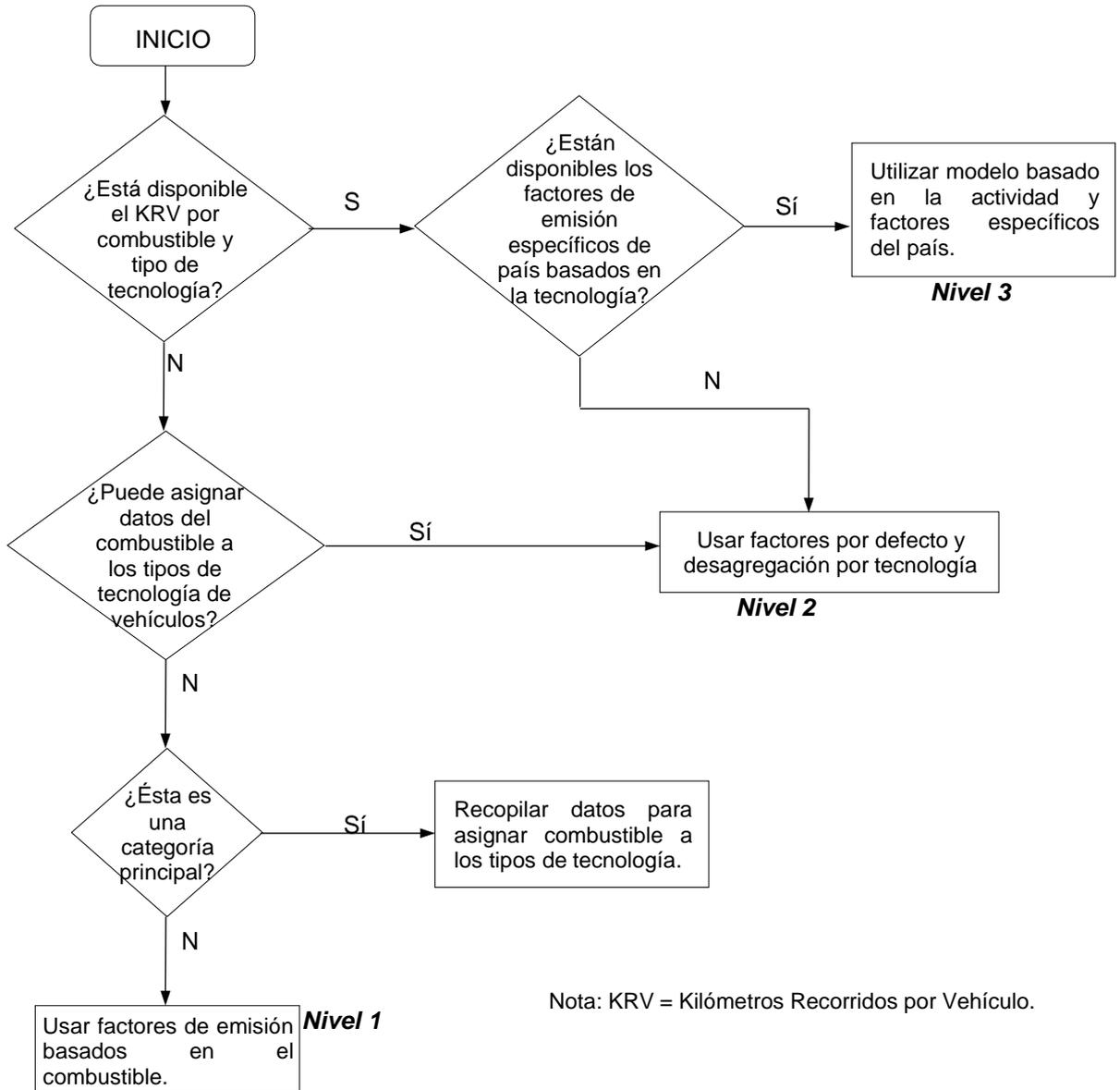
2. Emisiones de CH₄ y N₂O: De igual manera, usaremos las Directrices IPCC 2006 para las emisiones de CH₄ y N₂O son más difíciles de estimar con exactitud que las del CO₂ porque los factores de emisión dependen de la tecnología del vehículo, del combustible y de las condiciones de uso. Tanto los datos de la actividad basados en la distancia (p. ej., vehículo-kilómetros recorridos) como el consumo de combustible desagregado pueden ser considerablemente menos seguros que todo el combustible vendido.

Es posible usar tres métodos alternativos para estimar las emisiones de CH₄ y N₂O de los vehículos terrestres: uno se basa en los kilómetros recorridos por el vehículo (KRV) y dos en el combustible vendido. El método de Nivel 3 exige datos detallados específicos del país para generar factores de emisión basados en la actividad para las subcategorías de vehículos, y puede incluir los modelos nacionales. El Nivel 3 calcula las emisiones multiplicando los factores de emisión por niveles de actividad del vehículo (p. ej., KRV) para cada subcategoría de vehículo y posible tipo de carretera. Las subcategorías de vehículos se basan en el tipo, la antigüedad y la tecnología de control de emisiones del vehículo. El método de Nivel 2 utiliza los factores de emisión basados en el combustible, específicos de las subcategorías de vehículos. Puede utilizarse el Nivel 1, que emplea factores de emisión basados en el combustible, si no es posible estimar el consumo de combustible por tipo de vehículo.

La siguiente gráfica, muestra el árbol de decisión del CH₄ y N₂O que guía la elección del método de Nivel 1, 2 o 3. A continuación se define cada nivel.

Figura 4.

Árbol de decisión para las emisiones de CH₄ y N₂O por quema de combustible



Nota: Tomado del volumen 2, Directrices IPCC 2006, Figura 3.14.

Para identificar el Nivel de cálculo seguimos lo que indica el árbol de decisiones presentado:

- Nivel 3: a la pregunta ¿Está disponible el KRV (Kilómetros Recorridos por Vehículo) por combustible y tipo de tecnología?

Según la información recopilada: la respuesta es **SI**; por lo tanto, se usará este nivel de cálculo para las emisiones de CH₄ y N₂O.

La ecuación para estimar las emisiones de metano y óxido nitroso (CH₄ y N₂O) corresponde a la siguiente ecuación:

$$\text{Emisión} = \sum_a(\text{Distancia}_{a,b,c} \times \text{EF}_{a,b,c})$$

Dónde:

- Emisión = Emisión de CH₄ y N₂O (kg)
- EF_{a,b,c} = Factor de emisión (kg/km)
- Distancia_{a,b,c} = Distancia recorrida (KRV) durante la fase de funcionamiento térmicamente estabilizado del motor, para una actividad de fuente móvil dada (km).
- a = tipo de combustible a (p. ej., diésel, gasolina, gas natural, GLP)
- b = tipo de vehículo
- c = tecnología de control de emisiones (como convertor catalítico no controlado, etc.)

Nota: Tomado de las Directrices IPCC 2006, Vol. 2, p. 3.15, Ecuación 3.2.5

- **Factores de emisiones de CH₄ y N₂O:** Según las directrices IPCC, se presenta los factores de emisión para las emisiones de CH₄ y N₂O.

Tabla 3.

Factores de emisión de CH₄ y N₂O

Combustible	F.E [mgCH ₄ /km]	F.E [mgN ₂ O/km]
GNV	5 400	n.a
Diésel	175	30

Nota: Tomada de las Directrices del IPCC de 2006, Vol. 2, Pág. 3.24, Cuadro 3.2.5

B. Metodología de cálculo de las emisiones GEI por el uso de la energía eléctrica

Para producir energía eléctrica se requiere de centrales eléctricas, ya sea que empleen recursos renovables o no renovables, es decir que empleen desde combustibles (central térmica) o sólo la fuerza del agua (central hidroeléctrica).

Los buses eléctricos, requerirán tomar la energía sería de la red (SEIN: Sistema Eléctrico Interconectado Nacional), y esta es una combinación de todas las centrales; por lo tanto, para ello el Ministerio del Ambiente ha estimado el siguiente factor de emisión:

Tabla 4.

Factor de emisión del consumo de energía eléctrica del SEIN

Año	EF_{CO2} [tCO₂/MW.h]	EF_{CH4} [tCH₄/MW.h]	EF_{N2O} [tN₂O/MWh]
2022	0,199896080	0,000010250	0,000001280

Nota: tomado de la Herramienta web,
<https://huellacarbonoperu.minam.gob.pe/huellaperu/#/inicio>

C. Potencial de Calentamiento Global

Finalmente, las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O, pueden ser presentados en dióxido de carbono equivalente (CO₂eqq), por lo tanto, para ello se requiere multiplicar por un coeficiente para cada GEI.

Según el sexto reporte del IPCC 2022 (AR6), presenta los siguientes coeficientes para poder llevar las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O a toneladas de CO₂eq.

Tabla 5.

Valores de Potencial de Calentamiento Global

GAS	AR6 – GWP 100
CO ₂	1
CH ₄ (fossil – combustión)	27
N ₂ O	273

Nota: Tomado del Sexto Reporte del IPCC, Pág. 1831, Anex II.

4.3. Población y muestra

La población está compuesta por toda la flota de ómnibus del Corredor

Javier Prado de Lima, del que de acuerdo con los informes de la Programación Tentativa Sectorial del (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018), la flota de requerida para este corredor es de 507 ómnibus, sin embargo, en la actualidad el (ACTU, 2023) indica que el corredor Rojo cuenta con 257 ómnibus.

El (Ministerio de Energía y Minas, 2021) en su reporte tomó como campaña de monitoreo orientada a evaluar el rendimiento de 15 buses de la ruta 201 (asignada al corredor complementario Javier Prado) que consumen gas natural (GNV), 15 buses que consumen diésel DB5 y un bus eléctrico, como muestra tomada para la elaboración de la estimación de las emisiones de GEI en esta tesis.

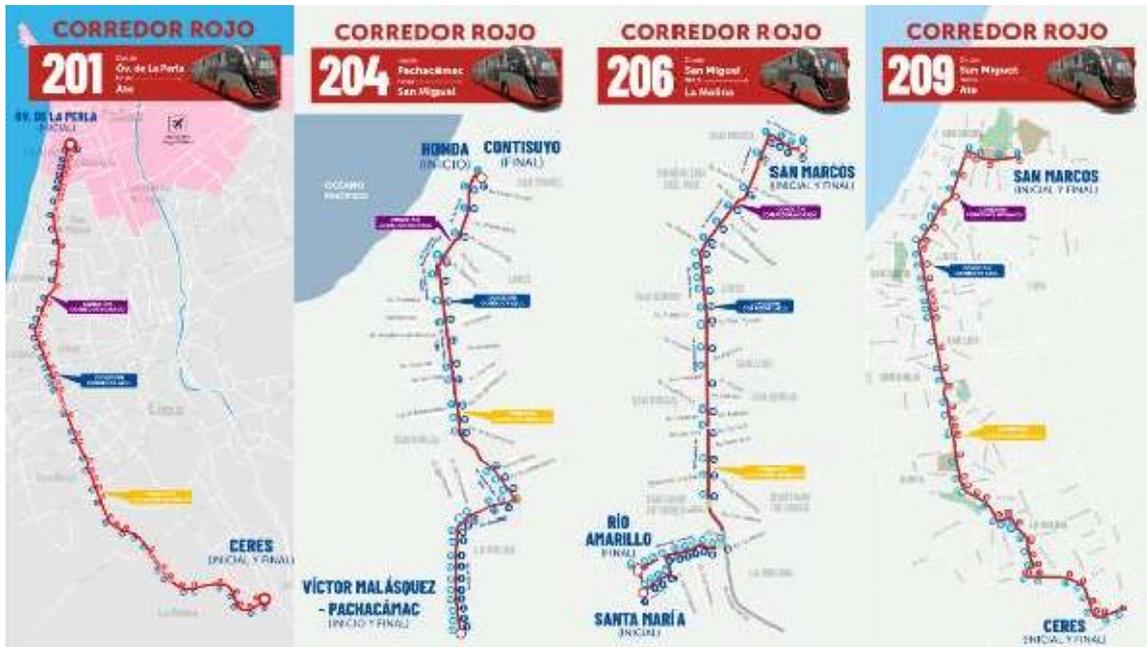
(Arias Davalos, y otros, 2021) en su estudio, recopilaron los datos de la flota actual del corredor Javier Prado para sus cuatro rutas. A partir de esta investigación se obtienen el tipo de tecnología de cada vehículo y el tipo de combustible utilizado.

4.4. Lugar de estudio

Esta investigación se realizará en el Corredor Javier Prado de Lima que es parte del Sistema Integrado de Transporte (SIT), el cual fue creado en junio del 2012 por la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML) y actualmente es administrado por la Autoridad del Transporte Urbano (ATU). El Corredor Javier Prado de Lima, también denominado “Corredor rojo” cuenta con cuatro rutas (201, 204, 206 y 209), que cubren rutas entre el Óvalo La Perla, Av. La Marina, Av. Faustino Sánchez Carrión, Av. Javier Prado Oeste, Av. Javier Prado Este (hasta la Urbanización Ceres en Ate Vitarte).

Figura 5.

Rutas del Corredor Rojo



Nota: Tomado de la página web de la Autoridad del Transporte Urbano (ATU).

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

La técnica es la Observación y Estudio documentario (Gobierno del Perú, 2018).

a. **Instrumento:** Registro de datos para la estimación de emisiones de GEI, obtenido de la Programación Tentativa sectorial del MTC 2018.

Tabla 6.

Registro de datos

CARACTERÍSTICAS DE LOS VEHÍCULOS		EMISIONES GEI [tCO ₂ eq]				
TIPO SEGÚN MTC	COMBUSTIBLE	AÑO 2015	AÑO 2016	...	AÑO 2029	AÑO 2030
Ómnibus urbano	Diésel					
Ómnibus urbano	GNV					
Ómnibus urbano	Gasolina					

CARACTERÍSTICAS DE LOS VEHÍCULOS		EMISIONES GEI [tCO ₂ eq]				
Ómnibus urbano	GLP					

b. Validación y confiabilidad del instrumento: La Programación Tentativa Sectorial del MTC fue validada por el Ministerio del Ambiente en el Informe final GTM 2018 (Gobierno del Perú, 2018), la cual se basa en las Directrices del IPCC 2006 (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC, 2006).

Esta validación contó con la participación de los Ministerios responsables de la ejecución de las medidas de mitigación, para el caso del sector transportes; el Ministerio de Transportes y Comunicaciones fue el responsable de la validación de Programación Tentativa Sectorial, como consta en el Informe Final del GTM, en el cual detalla que “la primera etapa tuvo como contexto la culminación y validación de los documentos denominados ‘Programación Tentativa’ que describen y contienen información sobre las medidas de adaptación y mitigación, en el marco del GTM-NDC (Gobierno del Perú, 2018).

4.6. Análisis y procesamiento de datos

Se utilizará la técnica del procesamiento de datos para tabular y procesar los datos recopilados a través del software Microsoft Excel.

La información disponible del parque vehicular del Corredor Javier Prado de Lima, data del año 2015 procedente de los informes de la NAMA TransPerú del MTC, la cual fue proyectada en la Programación Tentativa Sectorial hasta el año 2030.

En este sentido, las emisiones de GEI presentadas serán analizadas y procesadas para una nueva proyección incluyendo la reducción de emisiones de GEI por la incorporación de movilidad eléctrica y eficiencia energética en el Corredor Javier Prado de Lima.

4.7. Aspectos éticos de la investigación

La presente investigación “Movilidad Eléctrica y las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima”, los tesisistas señalan que su responsabilidad, autenticidad y confiabilidad con respecto a la autoría de otros estudios, con el código de ética de investigación aprobado por RDU N°260-2019-CU, así como con la directiva N° 004-2002-R, ambas establecidas por la Universidad Nacional del Callao.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

Por los objetivos e hipótesis de la investigación y considerando que aún hay pocos estudios en el país sobre emisiones de gases de efecto invernadero, se abordará la investigación a través de la metodología de **estudio de caso**. El estudio de caso permite el desarrollo de una teoría que puede ser transferida a otro caso, proporcionando pautas para aplicar posibles soluciones en otros ambientes (González, 2013).

En este sentido, el estudio de caso abordará la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el corredor Javier Prado, esta estimación se basa en la metodología utilizada por las Directrices del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC). Por este motivo, de acuerdo con (Martínez, 2006), “en el estudio de caso no se selecciona una muestra representativa de una población, sino una muestra teórica conformada por uno o más casos”. La muestra teórica para utilizar serán los datos del parque actual de buses, recopiladas de las licitaciones realizadas por PROTRANSPORTE de la Municipalidad de Lima y que actualmente está a cargo de la ATU.

Asimismo, las emisiones de GEI calculadas están en línea con la información publicada por el MINAM en el Informe del Grupo de Trabajo Multisectorial para el desarrollo de las NDC del país. (Gobierno del Perú, 2018).

Siguiendo las clasificaciones de la metodología escogida, se trabajará con un estudio de caso único, en donde, según (Villarreal, 2010), se analiza un solo caso que se considera suficientemente válido para extraer conclusiones, utilizando para ello fuentes y evidencias cuantitativas y cualitativas simultáneamente, de allí que se considere al estudio de caso como una metodología de investigación empírica.

Por lo anterior, se ha seleccionado como caso de estudio la flota actual del Corredor Javier Prado de Lima que es parte del Sistema Integrado de Transporte (SIT), actualmente administrado por la Autoridad del Transporte

Urbano (ATU). El Corredor Javier Prado de Lima, también denominado “Corredor rojo” cuenta con cuatro rutas (201, 204, 206 y 209), que cubren rutas entre el Óvalo La Perla, Av. La Marina, Av. Faustino Sánchez Carrión, Av. Javier Prado Oeste, Av. Javier Prado Este (hasta la Urbanización Ceres en Ate Vitarte).

5.2. Descripción de escenarios

Para poder identificar la relación que existe entre la movilidad eléctrica y las emisiones de gases de efecto invernadero del corredor Javier Prado, se debe plantear siguientes escenarios para analizar la relación:

5.2.1. Escenario de línea de base o escenario Business as Usual (BaU)

La flota actual es de 257 buses de transporte actuales en el Corredor Javier Prado que realizan cuatro rutas, por lo tanto, la línea base se refiere a las emisiones GEI (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso) generadas por la quema de combustible (diésel B5 y gas natural) de los buses del Corredor Javier Prado.

5.2.2. Escenario de mitigación

El escenario de mitigación por otro lado propone un cambio en la composición de la flota vehicular de transporte urbano considerando la flota de vehículos del Corredor Javier Prado, en sustitución de las unidades que utilizan combustibles fósiles hasta proveer un sistema de transporte eléctrico de forma progresiva. En ese sentido, se está tomando como supuesto que el número de unidades nuevas que entran en operación en el Corredor Javier Prado, reemplazarían a unidad de transporte urbano de personas que vienen circulando (escenario BAU) y que se retiran de circulación por su obsolescencia y antigüedad; lo que tendría un efecto directo en la disminución de emisiones de GEI por efecto del cambio de matriz energética, por lo tanto, en el escenario de mitigación, se estiman las emisiones de GEI generadas por la recarga de baterías de las nuevas unidades de transporte eléctrico que ingresan a operar en el Corredor Javier Prado (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso).

5.3. Relación de resultados

Para dar respuesta al problema general: ¿Cómo se relacionan la movilidad eléctrica con las emisiones de gases de efecto invernadero del Corredor Javier Prado, Lima?

Analizamos las gráficas obtenidas de los cálculos realizado, según la metodología de presentadas en el capítulo 4.2, así se dará respuesta para cada uno de los problemas específicos.

5.3.1. ¿Cuál es la relación que existe entre las emisiones de dióxido de carbono y la movilidad eléctrica en el Corredor Javier Prado, Lima?

Para ello, primero se **calcula** las emisiones de CO₂ que generan los buses por los hidrocarburos, del escenario de línea base y comparar la relación con las emisiones por consumo de electricidad que generarían los buses eléctricos.

A. Estimaciones de las emisiones de CO₂ del escenario de línea base

Para la estimación de las emisiones GEI, se requiere sólo de la cantidad de combustible usado en los buses tanto de GNV y diésel (Directrices IPCC, 2006).

Emisiones de CO₂: El uso de las Directrices del IPCC 2006, es la mejor forma de calcular las emisiones de CO₂ es sobre la base de la cantidad y el tipo de combustible quemado y su contenido de carbono.

Se aplica la Ecuación 1, presentada en el capítulo 4.2

Por lo tanto, primero se toma la data del (Ministerio de Energía y Minas, 2021), que es la cantidad combustible usado para los buses de GNV y diésel, por ruta (ida y vuelta).

Tabla 7.

Rendimiento del monitoreo de buses

Ruta	Combustible	Combustible	Unidad
201	DIESEL	6,41	Galones
	GNV	30,25	m ³
	Eléctrico	70,49	kW.h
204	DIESEL	7,31	Galones
	GNV	34,99	m ³

Ruta	Combustible	Combustible	Unidad
	Eléctrico	83,54	kW.h
206	DIESEL	6,01	Galones
	GNV	28,74	m ³
	Eléctrico	68,63	kW.h
209	DIESEL	6,45	Galones
	GNV	30,89	m ³
	Eléctrico	73,76	kW.h

Nota: Elaborado en base a los datos del Ministerio de Energía y Minas, año 2021.

El cálculo de emisiones GEI se realizará a través del combustible, considerando que el factor de emisión está expresado en kgCO₂/TJ, el combustible es convertido en energía (TJ), con los valores presentados en la tabla 2, que presenta las conversiones de unidad de volumen del combustible a unidad de energía en TJ.

Por lo tanto, según la ecuación 1, las emisiones de CO₂, se estimarían de la siguiente manera:

Emisiones de CO₂ = Combustible (gal/m³) x FC (TJ/gal o m³) x F.E (kgCO₂/TJ)

Así tenemos por ejemplo para el bus de la ruta 201, de placa C3U777 que consumió 6,14 m³ de GNV, se estima de la siguiente manera:

Emisiones CO₂ = ~~6,41 m³~~ x ~~3,60E-05 TJ/m³~~ x ~~56293 kgCO₂/TJ~~ = **13,003 kgCO₂e**

Emisiones de CO₂ = 13,003 kgCO₂e/1000

Emisiones de CO₂ = 0,013 tCO₂e.

Así de esta forma como se presenta en el ejemplo se estima para los 257 buses. Según la lista de buses registrados por (PROTRANSPORTE, 2019), se estimaron las emisiones de CO₂, que se presenta a continuación en la tabla 8 a manera de resumen (ver tabla completa en Anexo: Línea base: emisiones de CO₂, CH₄, N₂O y CO₂eq generados por realizar una ruta).

Cabe mencionar que para los buses que usan diésel el factor de emisión (F.E) cambia, así como también el FC (factor de conversión) tal como se presenta en la tabla 2.

Tabla 8.

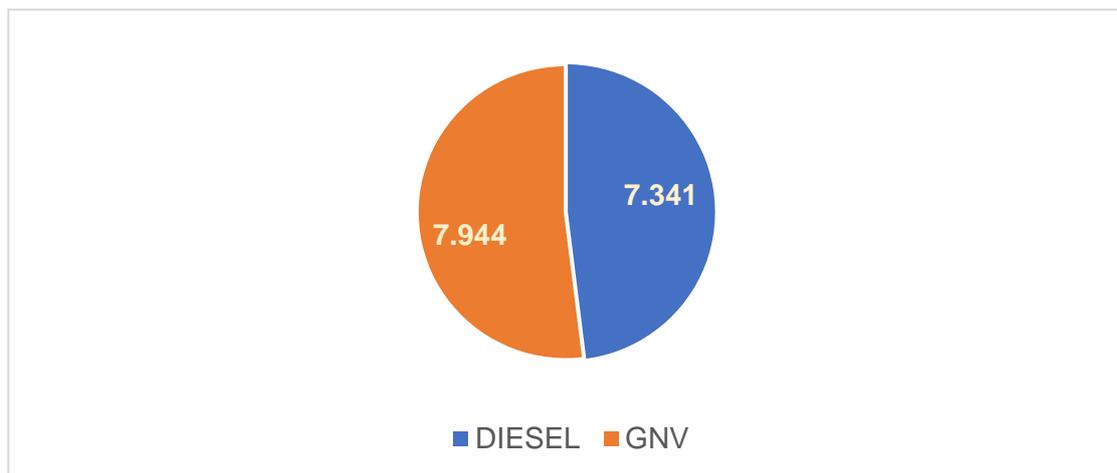
Emisiones de CO₂, estimadas como línea base

Ruta	Placa	Combustible	Combustible (cantidad)	Unidad	Emisiones tCO ₂
201	C3U777	GNV	6,41	m ³	0,013
201	C3X748	GNV	6,41	m ³	0,013
201	C3X790	GNV	6,41	m ³	0,013
201	C3Y761	GNV	6,41	m ³	0,013
201	C3Z716	GNV	6,41	m ³	0,013
201	C3Z735	GNV	6,41	m ³	0,013
201	C4A715	GNV	6,41	m ³	0,013
201	C4B743	GNV	6,41	m ³	0,013
.
.
.
TOTAL					15,28

Se obtuvo que los 257 buses han generado 15,28 tCO₂ por realizar una ruta, donde 7,944 tCO₂ corresponden a los buses (83) que quemaron combustible de diésel y 0.264 tCO₂ los buses a GNV (174), a continuación, se presentan los resultados.

Figura 6.

Emisiones de toneladas de CO₂, del escenario base



B. Estimaciones de las emisiones de CO₂ del escenario de mitigación

Los buses eléctricos, requerirán recargar sus baterías a partir de la electricidad generada por el SEIN (Sistema Eléctrico Interconectado Nacional), y esta es una combinación de diferentes tecnologías (centrales térmicas y renovables); por lo tanto, el Ministerio del Ambiente ha estimado en un factor de emisión presentado en el capítulo 4.2.

Para estimar las emisiones de CO₂ por consumo de energía eléctrica que requieren los 257 buses por una ruta, se realizó de la siguiente forma:

$$\text{Emisiones CO}_2 = \text{Consumo de energía (kW.h)} \times \text{F.E (0,199896080 tCO}_2\text{/MW.h)}$$

Así tenemos por ejemplo para el bus de la ruta 201, de placa C3U777 que consumió 67,44 kW.h, se estima de la siguiente manera:

$$\text{Emisiones CO}_2 = 67,44 \text{ kW.h} \times 0,199896080 \text{ kgCO}_2\text{/kW.h} = 13,48 \text{ kgCO}_2$$

$$\text{Emisiones de CO}_2 = 13,48 \text{ kgCO}_2/1000$$

$$\text{Emisiones de CO}_2 = 1,35\text{E-}02 \text{ tCO}_2$$

Así de esta forma como se presenta en el ejemplo se estima para los 257 buses. Según la lista de buses registrados por (PROTRANSPORTE, 2019), se estimaron las emisiones de CO₂, que se presenta a continuación en la tabla 9 a manera de resumen (ver tabla completa en Anexo: Línea mitigación: emisiones de CO₂, CH₄, N₂O y CO₂eq generados por realizar una ruta).

Tabla 9.

Emisiones de CO₂, buses eléctricos

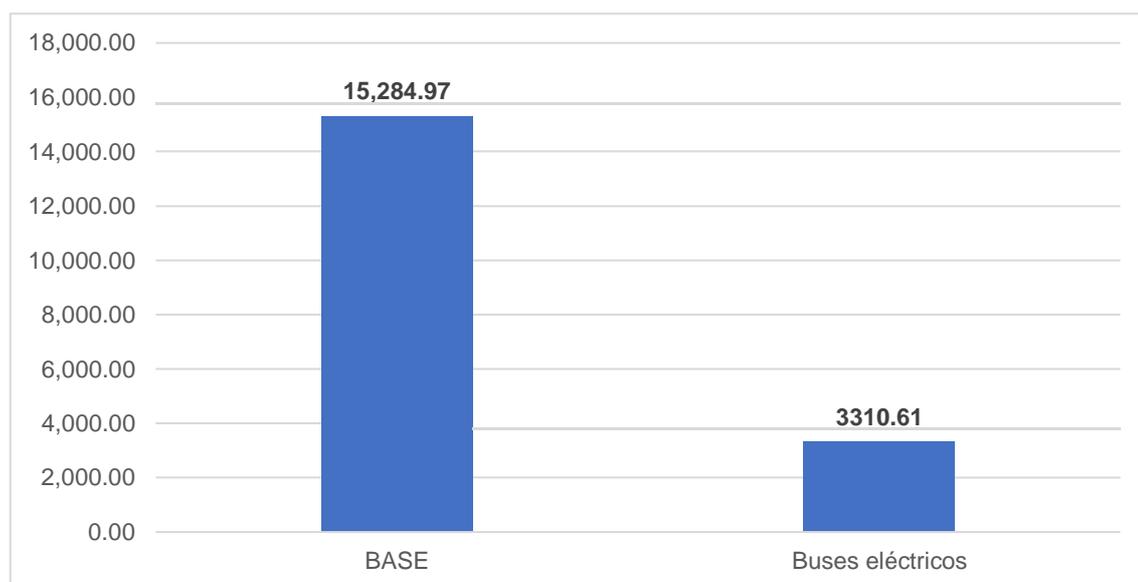
Placa	Recorrido [km]	Consumo [kW.h]	Emisiones tCO ₂
C3U777	66,09	67,44	1,35E-02
C3X748	66,09	67,44	1,35E-02
C3X790	66,09	67,44	1,35E-02
C3Y761	66,09	67,44	1,35E-02
C3Z716	66,09	67,44	1,35E-02
C3Z735	66,09	67,44	1,35E-02
C4A715	66,09	67,44	1,35E-02
C4B743	66,09	67,44	1,35E-02

Placa	Recorrido [km]	Consumo [kW.h]	Emisiones tCO ₂
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
TOTAL	16 230,40	16 561,63	3,31

Finalmente se presenta la relación obtenida en kilogramos de CO₂, en base a las estimaciones realizadas de la quema de combustible (diésel y GNV) que generó 15 284,97 kg de CO₂ (tabla 8 = 15,28 tCO₂), mientras que buses eléctricos se generaría 3 310,61 kg de CO₂ (tabla 9 = 3,31 tCO₂), tal como se presenta en el siguiente gráfico.

Figura 7.

Emisiones de kilogramos de CO₂



Con este comparativo, se presenta una reducción de un 78,3% de las emisiones de CO₂, de las emisiones que generan la línea Base (buses a diésel y GNV) con respecto a buses eléctricos; **por lo tanto: existe una relación significativa entre las emisiones de dióxido de carbono y la movilidad eléctrica en el Corredor Javier Prado, Lima.**

5.3.2. ¿Cuál es la relación que existe entre las emisiones de metano y la movilidad eléctrica en el Corredor Javier Prado, Lima?

Para ello, primero se estima las emisiones de CH₄ que generan los buses por los hidrocarburos, del escenario de línea base y comparar la relación con las emisiones por consumo de electricidad que generarían los buses eléctricos.

A. Estimaciones de las emisiones de CH₄ del escenario de línea base

Para la estimación de las emisiones GEI, se requiere sólo (Directrices IPCC, 2006), según esta metodología es posible estimar las emisiones a partir la distancia recorrida por los vehículos.

Emisiones de CH₄: El uso de las Directrices del IPCC 2006, es la mejor forma de calcular las emisiones de CH₄ es sobre la base a la distancia recorrida, para ello se aplica la Ecuación 2, presentada en el capítulo 4,2

Por lo tanto, se empleará los factores de emisión para el metano de la tabla 2, (mgCH₄/km) para multiplicar con las distancias recorridas por los buses:

$$\text{Emisiones CH}_4 = \text{km recorridos} \times \text{F.E (mg CH}_4 \text{ /km)}$$

Así tenemos por ejemplo para el bus a GNV de la ruta 201, de placa C3U777 recorrido 66,09 km, se estima de la siguiente manera:

$$\text{Emisiones CH}_4 = 66,09 \text{ km} \times 5400 \text{ mg CH}_4/\text{km} = \mathbf{356870.34 \text{ mgCH}_4}$$

$$\text{Emisiones de CH}_4 = 356870.34 \text{ mg CH}_4/10^9$$

$$\text{Emisiones de CH}_4 = \mathbf{3,57E-04tCH}_4.$$

Así de esta forma como se presenta en el ejemplo se estima para los 257 buses. Según la lista de buses registrados por (PROTRANSPORTE, 2019), se estimaron las emisiones de CH₄, que se presenta a continuación en la tabla 10 a manera de resumen (ver tabla completa en Anexo: Línea base: emisiones de CO₂, CH₄, N₂O y CO₂eq generados por realizar una ruta).

Cabe mencionar que para los buses que usan diésel el factor de emisión (F.E) cambia) tal como se presenta en la tabla 2.

Tabla 10.

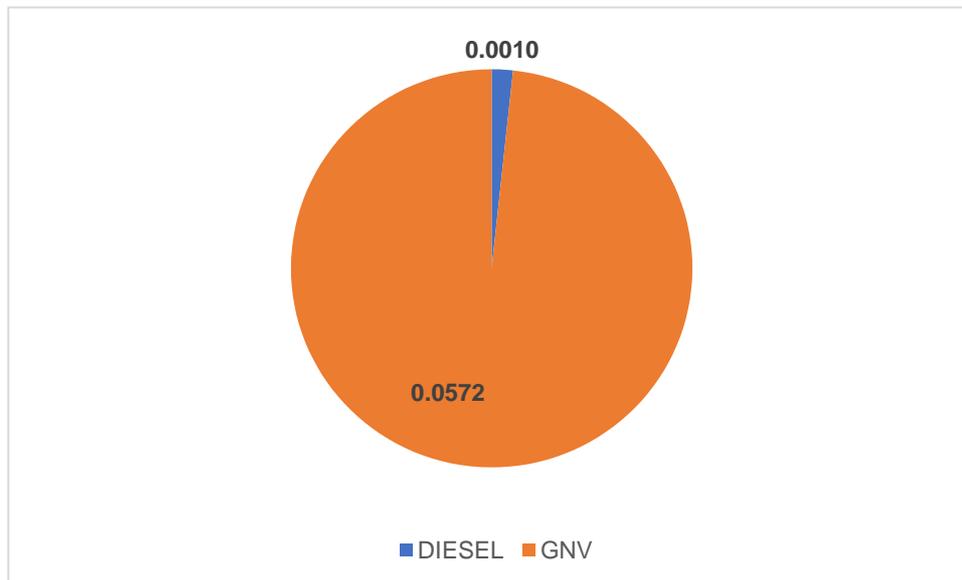
Emisiones de CH₄, estimadas como línea base

Ruta	Placa	Combustible	Recorrido [km]	Emisiones tCH ₄
201	C3U777	GNV	66,09	3,57E-04
201	C3X748	GNV	66,09	3,57E-04
201	C3X790	GNV	66,09	3,57E-04
201	C3Y761	GNV	66,09	3,57E-04
201	C3Z716	GNV	66,09	3,57E-04
201	C3Z735	GNV	66,09	3,57E-04
201	C4A715	GNV	66,09	3,57E-04
201	C4B743	GNV	66,09	3,57E-04
.
.
.
TOTAL				5,82E-02

Se obtiene, las emisiones de 0,058 tCH₄, donde 0,001 tCH₄ generadas por la quema de combustible de diésel y 0,006 tCH₄ de GNV.

Figura 8.

Emisiones de toneladas de CH₄, del escenario base



B. Estimaciones de las emisiones de CH₄ del escenario de mitigación

Los buses eléctricos, requerirán recargar sus baterías a partir de la electricidad generada por el SEIN (Sistema Eléctrico Interconectado Nacional), y esta es una combinación de diferentes tecnologías (centrales térmicas y renovables); por lo tanto, el Ministerio del Ambiente ha estimado en un factor de emisión presentado en el capítulo 4.2.

Por lo tanto, multiplicando el factor de emisión de 0,000010250 tCH₄/MW.h con el consumo de energía eléctrica, se obtiene las emisiones de CH₄ generadas por el consumo de energía eléctrica (ver tabla completa en anexo Línea mitigación: emisiones de CO₂, CH₄, N₂O y CO₂eq generados por realizar una ruta)

Así tenemos por ejemplo para el bus de la ruta 201, de placa C3U777 que consumió 67,44 kW.h, se estima de la siguiente manera:

$$\text{Emisiones CH}_4 = 67,44 \text{ kW.h} \times 0,000010250 \text{ kgCH}_4/\text{kW.h} = \mathbf{0,0007 \text{ kgCH}_4}$$

$$\text{Emisiones de CH}_4 = 0,0007 \text{ kgCH}_4/1000$$

$$\mathbf{\text{Emisiones de CH}_4 = 6.91\text{E-}07 \text{ tCH}_4}$$

Así de esta forma como se presenta en el ejemplo se estima para los 257 buses. Según la lista de buses registrados por (PROTRANSPORTE, 2019), se estimaron las emisiones de CH₄, que se presenta a continuación en la tabla 11 a manera de resumen (ver tabla completa en Anexo: Línea mitigación: emisiones de CO₂, CH₄, N₂O y CO₂eq generados por realizar una ruta).

Tabla 11.

Emisiones de CH₄ buses eléctricos

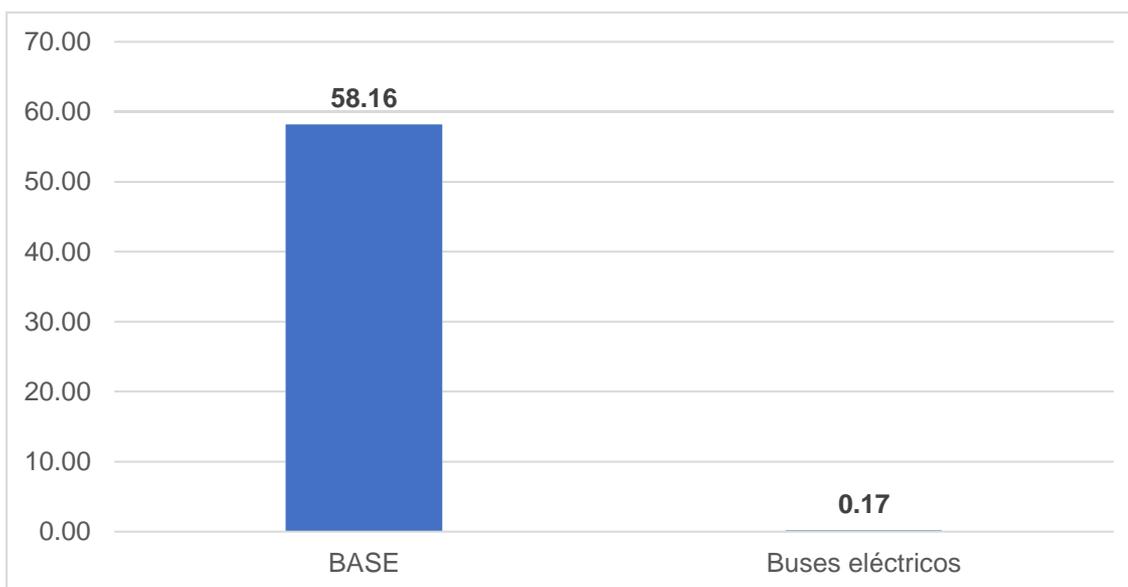
Ruta	Placa	Recorrido [km]	Consumo [kW.h]	Emisiones tCH₄
201	C3U777	66,09	67,44	6,91E-07
201	C3X748	66,09	67,44	6,91E-07
201	C3X790	66,09	67,44	6,91E-07
201	C3Y761	66,09	67,44	6,91E-07

Ruta	Placa	Recorrido [km]	Consumo [kW.h]	Emisiones tCH ₄
201	C3Z716	66,09	67,44	6,91E-07
.
.
.
TOTAL				1,70E-04

Finalmente se presenta la relación obtenida en kilogramos de CH₄, en base a las estimaciones realizadas de la quema de combustible (diésel y GNV) se genera 58,16 kg de CH₄ (tabla 10 = 5,82E-02 tCH₄), mientras que buses eléctricos se generaría 0,17 kg de CH₄ (tabla 11 = 1,70E-04 tCH₄), tal como se presenta en el siguiente gráfico.

Figura 9.

Emisiones de kilogramos de CH₄



Se ha identificado la reducción en un 99,7% de las emisiones de CH₄, de las emisiones base (buses a Diésel y GNV) en relación con las emisiones de los buses eléctricos; **por lo tanto: existe una relación significativa entre las emisiones de metano y la movilidad eléctrica en el Corredor Javier Prado, Lima.**

5.3.3. ¿Cuál es la relación que existe entre las emisiones de óxido nitroso y la movilidad eléctrica en el Corredor Javier Prado, Lima?

Para ello, primero se estima las emisiones de N₂O que generan los buses por los hidrocarburos, del escenario de línea base y comparar la relación con las emisiones por consumo de electricidad que generarían los buses eléctricos.

A. Estimaciones de las emisiones de N₂O del escenario de línea base

Para la estimación de las emisiones GEI, se requiere sólo (Directrices IPCC, 2006), según esta metodología es posible estimar las emisiones a partir la distancia recorrida por los vehículos.

Emisiones de N₂O: El uso de las Directrices del IPCC 2006, es la mejor forma de calcular las emisiones de N₂O es sobre la base a la distancia recorrida, para ello se aplica la Ecuación 2, presentada en el capítulo 4.2

Por lo tanto, se empleará los factores de emisión para el óxido nitroso de la tabla 2, (mgN₂O/km) para multiplicar con la data de las distancias; para cada uno los buses a Diesel se obtuvo las emisiones de N₂O (ver tabla completa en Anexo)

Así tenemos por ejemplo para el bus de la ruta 201, de placa AXE816 recorrido 56,27 km, se estima de la siguiente manera:

$$\text{Emisiones CH}_4 = 56,27 \text{ km} \times 30 \text{ mg N}_2\text{O/km} = 1687.95 \text{ mg N}_2\text{O}$$

$$\text{Emisiones de N}_2\text{O} = 1687.95 \text{ mg N}_2\text{O}/10^9$$

$$\text{Emisiones de N}_2\text{O} = 1.69\text{E-}06 \text{ tN}_2\text{O}.$$

Así de esta forma como se presenta en el ejemplo se estima para los 257 buses. Según la lista de buses registrados por (PROTRANSPORTE, 2019), se estimaron las emisiones de N₂O, que se presenta a continuación en la tabla 12 a manera de resumen (ver tabla completa en Anexo: Línea base: emisiones de CO₂, CH₄, N₂O y CO₂eq generados por realizar una ruta).

Tabla 12.

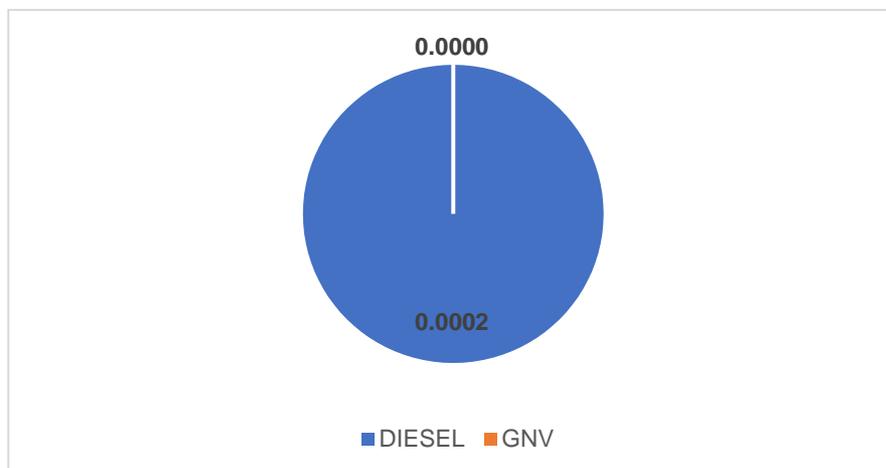
Emisiones de N₂O, estimadas como línea base

Ruta	Placa	Combustible	Recorrido [km]	Emisiones tN ₂ O
201	AXE816	DIESEL	56,27	1,69E-06
201	AXE818	DIESEL	56,27	1,69E-06
204	AXE821	DIESEL	56,27	1,69E-06
204	AXF823	DIESEL	56,27	1,69E-06
204	AXE835	DIESEL	56,27	1,69E-06
204	AXF751	DIESEL	56,27	1,69E-06
204	AXE823	DIESEL	56,27	1,69E-06
.
.
.
TOTAL				1,69E-04

Se obtiene, las emisiones de 0,0002 tN₂O, generadas por la quema de combustible de diésel ya que para el GNV no aplica un factor de emisión para el N₂O.

Figura 10.

Emisiones de toneladas de N₂O, del escenario base



B. Estimaciones de las emisiones de N₂O del escenario de mitigación

Los buses eléctricos, requerirán recargar sus baterías a partir de la electricidad generada por el SEIN (Sistema Eléctrico Interconectado Nacional), y esta es una combinación de diferentes tecnologías (centrales térmicas y

renovables); por lo tanto, el Ministerio del Ambiente ha estimado en un factor de emisión presentado en el capítulo 4.2.

Por lo tanto, multiplicando el factor de emisión de 0,000001280 tN₂O/MW.h con el nivel de actividad de los kilómetros recorridos, se obtiene las emisiones de N₂O, como se presenta en la siguiente tabla (ver en Anexo 4 tabla completa).

Así tenemos por ejemplo para el bus de la ruta 201, de placa C3U777 que consumió 66,09 kW.h, se estima de la siguiente manera:

$$\text{Emisiones N}_2\text{O} = 67,44 \text{ kW.h} \times 0,000001280 \text{ kgN}_2\text{O/kW.h} = \mathbf{8.63E-05 \text{ kgN}_2\text{O}}$$

$$\text{Emisiones de N}_2\text{O} = 8.63E-05 \text{ N}_2\text{O}/1000$$

$$\mathbf{\text{Emisiones de N}_2\text{O} = 8.63E-08 \text{ tN}_2\text{O}}$$

Así de esta forma como se presenta en el ejemplo se estima para los 257 buses. Según la lista de buses registrados por (PROTRANSPORTE, 2019), se estimaron las emisiones de N₂O, que se presenta a continuación en la tabla 13 a manera de resumen (ver tabla completa en Anexo: Línea mitigación: emisiones de CO₂, CH₄, N₂O y CO₂eq generados por realizar una ruta).

Tabla 13.

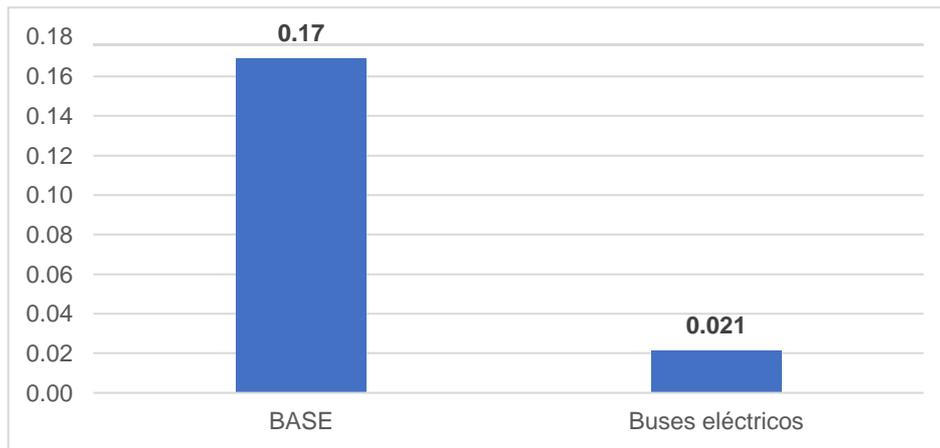
Emisiones de N₂O, buses eléctricos

Ruta	Placa	Recorrido [km]	Consumo [kW.h]	Emisiones tN₂O
201	C3U777	66,09	67,44	6,91E-07
201	C3X748	66,09	67,44	6,91E-07
201	C3X790	66,09	67,44	6,91E-07
201	C3Y761	66,09	67,44	6,91E-07
201	C3Z716	66,09	67,44	6,91E-07
.
.
.
TOTAL				2,12E-05

Finalmente se presenta la relación obtenida en kilogramos de N₂O, en base a las estimaciones realizadas de la quema de combustible (diésel) se genera 0,17 kg de N₂O (tabla 12 = 1,69E-04 tN₂O), mientras que buses eléctricos se generaría 0,021 kg de N₂O (tabla 13 = 2,12E-05 tN₂O), tal como se presenta en el siguiente gráfico.

Figura 11.

Emisiones de kilogramos de N₂O



Se ha identificado la reducción en un 87,5% de las emisiones de N₂O, de las emisiones base (buses a diésel) en relación con las emisiones de los buses eléctricos; **por lo tanto: existe una relación significativa entre las emisiones de óxido nitroso y la movilidad eléctrica en el Corredor Javier Prado, Lima.**

5.3.4. ¿Cuál es la relación que existe entre las emisiones de gases de efecto invernadero y los buses eléctricos en el Corredor Javier Prado, Lima?

Como se ha estimado las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O, estos se pueden llevar a dióxido de carbono equivalente (CO₂eq); para ellos se requiere los potenciales de calentamiento global (GWP) para cada gas, así tenemos según en la tabla 5.

- CO₂ x GWP (1) = CO₂eq
- CH₄ x GWP (27) = CO₂eq
- N₂O x GWP (273) = CO₂eq

Por lo tanto, las emisiones de gases de efecto invernadero se presentan en dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) es la suma de todos los gases llevados a CO₂eq.

Así tenemos las emisiones de CO₂eq para el escenario de **línea base** es:

$$\text{Emisiones de CO}_2 = 15,284.97 \text{ kg CO}_2 \times \text{GWP (1)} = 15\,284.97 \text{ kg CO}_2\text{eq}$$

$$\text{Emisiones de CH}_4 = 58.16 \text{ kg CH}_4 \times \text{GWP (27)} = 1\,570.317605 \text{ kg CO}_2\text{eq}$$

$$\text{Emisiones de CH}_4 = 0.17 \text{ kg N}_2\text{O} \times \text{GWP (273)} = 46.2155189 \text{ kg CO}_2\text{eq}$$

$$\text{Emisiones de CO}_2\text{eq} = \underline{\underline{= 16\,901.50 \text{ kg CO}_2\text{eq}}}$$

Así tenemos las emisiones de CO₂eq para el escenario de **línea escenario mitigación**:

$$\text{Emisiones de CO}_2 = 3310.61 \text{ kg CO}_2 \times \text{GWP (1)} = 3\,310.61 \text{ kg CO}_2\text{eq}$$

$$\text{Emisiones de CH}_4 = 0.17 \text{ kg CH}_4 \times \text{GWP (27)} = 4.583432407 \text{ kg CO}_2\text{eq}$$

$$\text{Emisiones de CH}_4 = 0.021 \text{ kg N}_2\text{O} \times \text{GWP (273)} = 5.787297635 \text{ kg CO}_2\text{eq}$$

$$\text{Emisiones de CO}_2\text{eq} = \underline{\underline{= 3\,320.98 \text{ kg CO}_2\text{eq}}}$$

Por lo tanto, las estimaciones de las emisiones de CO₂eq del escenario de **línea base y escenario de mitigación**, son estimadas según lo presentado en los puntos 5.2.1 al 5.2.3 que se presentaron las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O las cuales se llevaron a CO₂eq, tal como se ha presentado y se resume los resultados en la siguiente tabla.

Tabla 14.

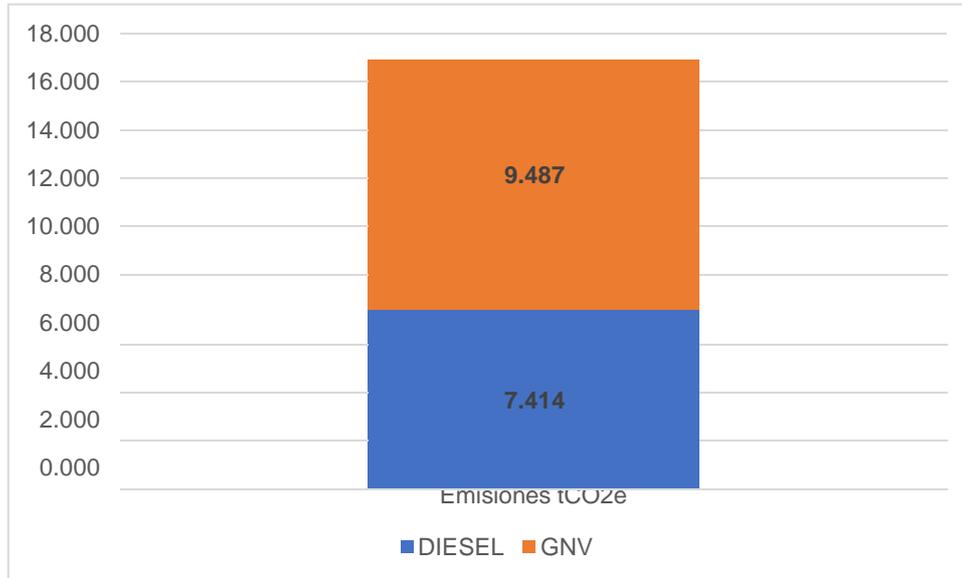
Emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O

Relación	Emisiones kgCO₂	Emisiones kgCH₄	Emisiones kg N₂O	Emisiones kgCO₂eq
BASE	15 284.97	58,16	0,17	16 901,50
Buses eléctricos	3 310,61	0,17	0,021	3 320,98

Por lo tanto, las emisiones de dióxido de carbono están conformada por las emisiones que generaron los buses de GNV y diésel, en la línea base son:

Figura 12.

Emisiones de toneladas de CO₂eq en línea base



Así se tiene que los buses de GNV generaron 7,414 tCO₂eq y los buses a diésel generaron 9,487 tCO₂eq, los cuales suman 16,9 tCO₂eq o 16 901,50 kgCO₂eq; mientras que los buses eléctricos generaron 3 320,98 kgCO₂eq, tal como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 15.

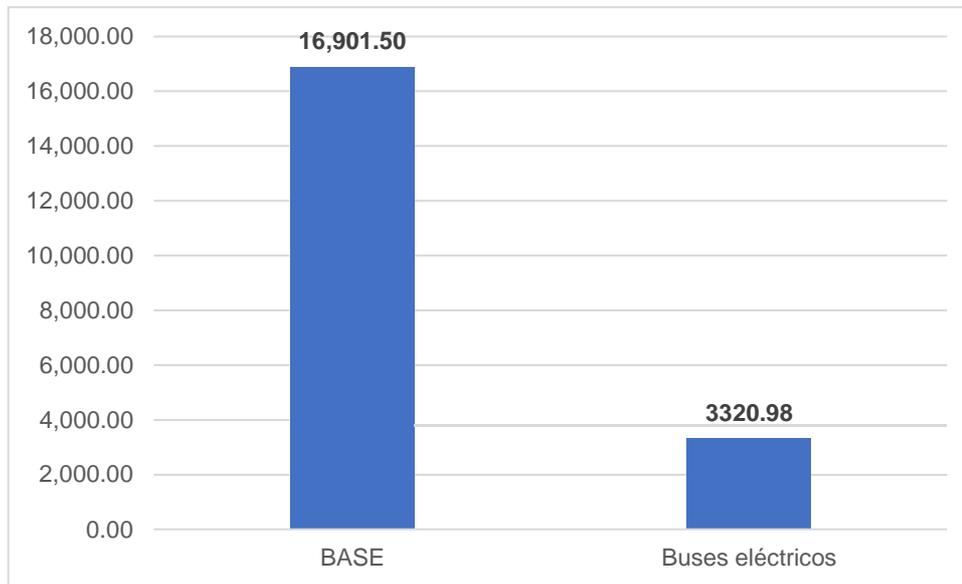
Emisiones de CO₂eq

Relación	Emisiones	Emisiones kg CO ₂ eq	Variación %
Línea base	15 284,97 (1) + 58,16 (27) + 0,17 (273) =	16 901,50	-80,4%
Línea de mitigación	3 310,61 (1) + 0,17 (27) + 0,021 (273) =	3 320,98	

Finalmente, en la siguiente gráfica se presenta las emisiones de CO₂eq, para línea base (buses con hidrocarburos) versus línea de mitigación (buses eléctricos).

Figura 13.

Emisiones de kilogramos de CO₂eq



Se ha identificado la reducción en un 80,4% de las emisiones de CO₂eq, de las emisiones base (buses con hidrocarburos) en relación con las emisiones de los buses eléctricos; **por lo tanto: existe una relación significativa entre las emisiones de gases de efecto invernadero y los buses eléctricos en el Corredor Javier Prado, Lima.**

5.3.5. ¿Cuál es la relación que existe entre la eficiencia energética y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima?

La mayor cantidad de emisiones se presenta en el dióxido de carbono, tal como se presentó en la tabla 14; por lo tanto, se tomará como referencia estas emisiones para llevar a TJ (como indicador de energía) y poder realizar el comparativo; para ello se hizo uso de los factores de emisión presentada en la tabla 2.

- El F.E del combustible GNV = 56 293 [kgCO₂/TJ]
- El F.E del combustible diésel = 74100 [kgCO₂/TJ]

Mientras que para el consumo de energía eléctrica para los buses es de 16 561,63 kW.h presentada en la tabla 9; se empleó una conversión de 0,0000036 TJ/kW.h para obtener los TJ.

Para la línea base, se obtiene que los 15 284,968 kg CO₂ que es igual 0,238TJ, tal como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 16.

Emisiones de CO₂ expresado en energía (TJ)

Energía	Emisiones kg CO₂	F.E [kgCO₂/TJ]	TJ
GNV	7 341,22 /	56 293 =	0,130
Diésel	7 943,75 /	74 100 =	0,107
BASE	15 284,96		0,238

Mientras que los buses eléctricos generarían 0,06 TJ, tal como se presenta a continuación.

Tabla 17.

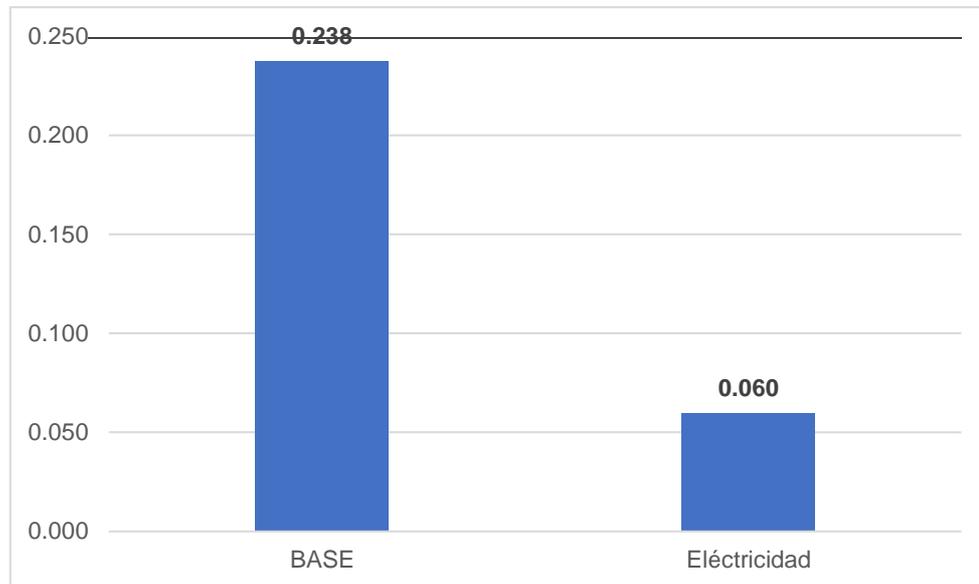
Energía eléctrica expresado en energía (TJ)

Energía	Consumo kW.h	KW.h a TJ	TJ
Electricidad	16 561,63 x	0,0000036 =	0,060

Por lo tanto, los buses que emplean GNV y diésel genera 0,238 TJ, mientras que los buses eléctricos generarían 0,06 TJ, tal como se aprecia en el siguiente gráfico.

Figura 14.

Energía (Tera Julius)



Se ha identificado la reducción en un 74,9% de consumo de energía, de la base (buses con hidrocarburos) en relación con la energía que se requiere los buses eléctricos; mientras que el mismo comparativo presentado en el capítulo anterior la reducción es de 80,4%; presentando una diferencia de 5,4% entre ambos comparativos; por lo tanto, existe una relación significativa entre las emisiones de gases de efecto invernadero y la eficiencia energética en el Corredor Javier Prado, Lima.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

6.1.1. Hipótesis general

La hipótesis general propuesta en este trabajo de investigación pretendió demostrar que existe una relación significativa entre la movilidad eléctrica y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, motivo por el cual se realizaron estimaciones de gases de efecto invernadero de acuerdo con la metodología descrita en las guías de cálculo (Directrices IPCC, 2006).

En este sentido, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del escenario de línea base es 80,4% mayor a las emisiones del escenario de mitigación (16 901,50 tCO₂eq y 3 320,98 kgCO₂eq respectivamente). Es preciso indicar que el escenario de línea base se refiere a las emisiones de GEI (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso) generadas por la quema de combustible fósil (diésel B5 y gas natural) de los buses del parque actual del Corredor Javier Prado; a diferencia del escenario de mitigación, que propone un cambio progresivo en la composición de la flota vehicular de transporte urbano, sustituyendo las unidades actuales por buses eléctricos.

Por lo tanto, de acuerdo con los resultados obtenidos, existe una relación significativa entre la movilidad eléctrica y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado de la ciudad Lima, aceptándose la hipótesis general del presente trabajo de investigación.

6.1.2. Hipótesis específicas

i. Hipótesis específica 1

De igual manera, considerando la metodología descrita en las guías de cálculo (Directrices IPCC, 2006), se calcularon las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), las cuales son mayores en 78,3% en el escenario de línea base; en comparación con el escenario de mitigación (15 284,97 kgCO₂eq y 3 310,61 kgCO₂ respectivamente).

Por tal motivo, de acuerdo con los resultados obtenidos, existe una relación significativa entre la movilidad eléctrica y las emisiones de dióxido de carbono en el Corredor Javier Prado de la ciudad Lima. Por lo tanto, se acepta la hipótesis específica N°1 de la presente tesis de investigación.

ii. Hipótesis específica 2

Para esta hipótesis específica, de igual manera, se consideró la metodología descrita en las guías de cálculo (Directrices IPCC, 2006), calculando las emisiones de metano (CH₄), las cuales son mayores en 99,7% en el escenario de línea base; en comparación con el escenario de mitigación (58,16 kgCH₄ y 0,17 kgCH₄ respectivamente).

Por tal motivo, de acuerdo con los resultados obtenidos, existe una relación significativa entre la movilidad eléctrica y las emisiones de metano en el Corredor Javier Prado de la ciudad Lima. Por lo tanto, se acepta la hipótesis específica N°2 de la presente tesis de investigación.

iii. Hipótesis específica 3

De igual manera, considerando la metodología descrita en las guías de cálculo (Directrices IPCC, 2006), se calcularon las emisiones de óxido nitroso (NO₂), las cuales son mayores en 87,5% en el escenario de línea base; en comparación con el escenario de mitigación (0,17 kgNO₂ y 0,021 kgNO₂ respectivamente).

Por tal motivo, de acuerdo con los resultados obtenidos, existe una relación significativa entre la movilidad eléctrica y las emisiones de óxido nitroso en el Corredor Javier Prado de la ciudad Lima. Por lo tanto, se acepta la hipótesis específica N°3 de la presente tesis de investigación.

iv. Hipótesis específica 4

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del escenario de línea base es 80,4% mayor a las emisiones del escenario de mitigación (16 901,50 kgCO₂eq y 3 320,98 kgCO₂eq respectivamente).

De acuerdo con los resultados obtenidos, existe una relación significativa entre los buses eléctricos y las emisiones de gases de efecto invernadero en el

Corredor Javier Prado de la ciudad Lima. Por lo tanto, se acepta la hipótesis específica N°4 de la presente tesis de investigación.

v. Hipótesis específica 5

Se ha identificado la reducción en un 74,9% consumo de energía, del escenario de línea base (buses que consumen diésel y GNV) en relación con la energía consumida por los buses eléctricos (energía eléctrica).

De acuerdo con los resultados obtenidos, existe una relación significativa entre la eficiencia energética y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado de la ciudad Lima. Por lo tanto, se acepta la hipótesis específica N°5 de la presente tesis de investigación.

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares

La presente investigación coincide con los autores Rodríguez Álvarez, Ceballos Delgado, Oemick Jerez y estudios del Banco Interamericano de Desarrollo, Ministerio de Energía y Minas, Ministerio de Transporte y Comunicaciones; y la Municipalidad Metropolitana de Lima.

En los resultados obtenidos de (Rodríguez Álvarez, 2016) se concluye que la mejor opción para reducir las emisiones de CO₂eq en España es la sustitución de todos los vehículos (diésel y de gasolina) por vehículos eléctricos. De igual modo en la investigación realizada en la presente tesis, se obtuvo que un cambio de la flota de ómnibus del Corredor Javier Prado (de diésel y GNV a vehículos eléctricos), disminuiría hasta en un 80% las emisiones de gases de efecto invernadero en el mencionado sistema de transporte.

También (Oemick Jerez, 2019) en su investigación estimó que para el 2030, el efecto de incluir buses eléctricos de forma progresiva con un total del 25% de la flota, podrían reducir hasta un 8% de las emisiones totales anuales de CO₂eq; mejorando además la calidad de aire en la ciudad. Por lo tanto, coincide con esta investigación realizada, debido a que se muestra una clara reducción de emisiones de GEI por el uso de esta tecnología.

Además, a partir de los resultados obtenidos por (Ceballos Delgado, 2016) concluyó que es de suma importancia que el uso de vehículos eléctricos deberá detallar una serie de etapas, pasos, actividades, salidas y responsables, asociados con modelos eléctricos, que permiten determinar de una manera ordenada el impacto de los diferentes modos de transporte eléctrico, tanto en la en la calidad de la energía en cualquier punto de la red y las emisiones de GEI generadas por su recarga. De igual manera, en esta tesis se ha determinado que el uso de electricidad para la recarga de baterías en los buses eléctricos deberá ser considerada en la estimación de emisiones de GEI, debido a que se utiliza un factor de emisión del Sistema Interconectado Nacional (SEIN).

Asimismo, los estudios realizados por el (Banco Interamericano de Desarrollo, 2020), (Ministerio de Energía y Minas del Perú, 2020), (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018) y (Municipalidad de Lima, 2021) reafirman estos resultados en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

La técnica utilizada en las investigaciones de los autores mencionados ha sido cuantitativa y estudios de caso, con estimaciones a partir de las Directrices del IPCC.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes

La presente investigación “Movilidad Eléctrica y las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima”, los tesisistas señalan que su responsabilidad, autenticidad y confiabilidad con respecto a la autoría de otros estudios, con el código de ética de investigación aprobado por RDU N°260-2019-CU, así como con la directiva N° 004-2002-R, ambas establecidas por la Universidad Nacional del Callao.

VII. CONCLUSIONES

i. Se concluye que existe una relación significativa entre la movilidad eléctrica y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado de la ciudad de Lima. De acuerdo con las estimaciones realizadas en el estudio de caso, las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O obtenidas bajo la metodología de las Directrices IPCC 2006 para los buses de GNV - Diésel son 80,4% mayores en comparación a los buses eléctricos.

ii. Se estimaron las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) generadas por la quema de combustibles en los buses que emplean GNV y Diésel, obteniéndose un total de 15 284,97 kgCO₂, mientras que si los mismos buses utilizaran energía eléctrica generarían 3 310,61 kgCO₂; presentándose una reducción del 78,3%; por lo tanto, se concluye que existe una relación significativa entre las emisiones de dióxido de carbono y la movilidad eléctrica en el Corredor Javier Prado, Lima.

iii. De forma similar se estimó las emisiones de metano (CH₄), bajo la metodología de las Directrices del IPCC 2006, para los buses que emplean GNV y Diésel, obteniéndose el total de 58,16 kgCH₄, mientras que los buses que utilizan energía eléctrica generarían 0,17 kgCH₄; presentándose una reducción del 99,7%; por lo tanto, se concluye que existe una relación significativa entre las emisiones de metano y la movilidad eléctrica en el Corredor Javier Prado, Lima.

iv. Las emisiones de óxido nitroso (N₂O), los buses que emplean GNV y Diésel, obtuvo el total de 0,17 kg N₂O, mientras que los buses que utilizan energía eléctrica sólo 0,021 kg N₂O; presentándose una reducción del 87,5%; por lo tanto, se concluye que existe una relación significativa entre las emisiones de óxido nitroso y la movilidad eléctrica en el Corredor Javier Prado, Lima.

v. Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) se presentan en dióxido de carbono equivalente (CO₂eq), por ello se estimó que los buses de GNV generaron 9,487 kgCO₂eq y los buses a diésel generaron 7,414 kgCO₂eq, los cuales suman 16 901,50 kgCO₂eq; mientras que los buses eléctricos generaron 3 320,98 kgCO₂eq, obteniéndose una reducción de un 80,4%; por lo

tanto, concluimos que existe una relación significativa entre las emisiones de gases de efecto invernadero y los buses eléctricos en el Corredor Javier Prado, Lima.

vi. Finalmente, los buses que emplean GNV y diésel genera 0,238 TJ, mientras que los buses eléctricos generarían 0,060 TJ, que presentan una reducción de 74,9% de consumo de energía; y la variación en emisiones GEI es de 80,4%; por lo tanto, se concluye que existe una relación significativa entre las emisiones de gases de efecto invernadero y la eficiencia energética en el Corredor Javier Prado, Lima.

VIII. RECOMENDACIONES

i. Si bien, se ha demostrado que existe una relación significativa entre la movilidad eléctrica y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado de la ciudad Lima, este estudio no ha considerado el impacto económico asociado con su implementación. Por lo tanto, las entidades gubernamentales competentes (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Ministerio de Energía y Minas y Ministerio del Ambiente) podrían incluir estos resultados dentro del análisis económico realizado en otros estudios, asociando las emisiones de GEI reducidas con el precio social del carbono calculado por el Ministerio de Economía y Finanzas del Perú.

ii. Las Contribuciones Nacionales Determinadas del Perú (NDC) incluyen la medida de mitigación de “Implementación de los Corredores Complementarios del Sistema Integrado de Transporte de Lima”, sin embargo, esta medida está asociada con el cambio de buses que consumen diésel a GNV, sin considerar buses de mayor eficiencia energética como son los buses eléctricos. Por lo tanto, se recomienda actualizar esta medida incluyendo al bus eléctrico como la opción energética más eficiente y de mayor reducción de emisiones de GEI.

iii. El Ministerio de Energía y Minas, mediante Decreto Supremo N° 022-2020-EM, aprobó disposiciones sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica; sin embargo, a la fecha no ha publicado el “Reglamento para la instalación y operación de la infraestructura de carga de la movilidad eléctrica” mencionado en la primera disposición complementaria final de este dispositivo legal. Por lo tanto, se recomienda que esta entidad considere dentro de la exposición de motivos de la citada norma, los beneficios ambientales por la utilización de este tipo de vehículos de transporte, siendo los resultados obtenidos en este trabajo de investigación; un estudio de caso adecuado para la justificación del uso de vehículos de mayor eficiencia energética.

iv. El análisis de los beneficios ambientales y sociales asociados al cambio de vehículos que utilizan diésel y GNV por vehículos eléctricos podría

expandirse a otros sistemas de transporte de la ciudad o del país. Es de importancia de todas las instituciones e investigadores uniformizar la metodología para la estimación de los GEI, con la finalidad de obtener resultados comparables; por lo tanto, se recomienda utilizar las Directrices del IPCC y factores de emisión nacionales para otros estudios similares.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACTU. 2023. Corredor Rojo. [En línea] 2023. <https://corredorrojo.pe/quienes-somos/>.

Arias Davalos, Luis Diego y Huayaney Marcelo, Henry. 2021. *Propuesta de implementación del cuarto carril destinado al uso exclusivo del transporte público en la Av. Javier Prado Oeste, para mejorar la operación del corredor complementario Javier Prado empleando el software Vissim 9.0.* s.l. : UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, 2021.

Banco Interamericano de Desarrollo. 2020. *Análisis y diseño de modelos de negocio y mecanismos de financiación para buses eléctricos en Lima, Perú.* 2020.

Bunge, Mario Augusto. 1978. *La ciencia: su método y su filosofía. Siglo veinte.* Universidad de Texas, Estados Unidos : s.n., 1978.

CAF-Banco de Desarrollo de América Latina. 2020. *Huella de Ciudades.* 2020.

Ceballos Delgado, J. E., Caicedo Bravo, E. F., & Ospina Arango, S. 2016. Una Propuesta Metodológica para Dimensionar el Impacto de los Vehículos Eléctricos sobre la Red Eléctrica. *Ingeniería*, 21(2), 154-175. [En línea] 2016. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.reving.2016.2.a03>.

CECONT, Instituto de Meteorología. 2019. Gases de Efecto Invernadero: Conceptos básicos. [En línea] 2019. <http://www.insmet.cu/emisiones/pdf/Conceptos%20b%C3%A1sicos.pdf>.

Congreso de la República. 2018. *Ley Marco sobre Cambio Climático.* 2018.

Diario la República. Abril 2023. Olas de calor, 22 de abril del 2023. abril de Abril 2023, págs. <https://larepublica.pe/mundo/asia/2023/04/22/ola-extrema-de-calor-en-asia-temperaturas-record-de-mas-de-45-grados-causan-13-muertos-china-tailandia-2142734>.

Díaz Cordero, G. 2012. *El Cambio Climático. En Ciencia y Sociedad: Vol. XXXVII (Número 2).* 2012.

Directrices IPCC. 2006. Directrices para Inventario Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. [aut. libro] IPCC. 2006, pág. Volumen 2.

Epistemología aplicada: Metodología y técnica de la producción científica.
Maletta, Héctor. 2009. 2009, Consorcio de Investigación Económica y Social. Lima.

Gobierno del Perú. 2018. *Informe final del Grupo de Trabajo Multisectorial de naturaleza temporal encargado de generar información técnica para orientar la implementación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (GTM-NDC).* 2018.

González, Wilmer López. 2013. El estudio de casos: una vertiente para la investigación educativa. *Sistema de Información Científica Redalyc.* [En línea] 2013. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35630150004>.

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC. 2006. Directrices del IPCC 2006 para inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. *Instituto para las Estrategias Ambientales Globales.* [En línea] 2006. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/>.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. 2010. *Metodología de la Investigación.* Mexico, México DF. : Quinta edición ed.).(J. Mares Chacón, Ed., 2010.

Ihobe. 2013. Metodologías para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (S. P. de G. A. D. de M. A. y P. T. G. V. Ihobe (ed.)). [En línea] 2013. <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>.

IPCC, Panel Intergubernamental de Cambio Climático. 2007. ¿Qué es el efecto invernadero? [En línea] 2007. https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/faq-1-3.html.

ISO 14064-1. 2018. *Especificación con orientación, a nivel de organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero.* 2018.

Kreuzer, F. M., & Wilmsmeier, G. 2014. *Eficiencia energética y movilidad en América Latina y el Caribe.* 2014.

Mardones, C., & Fuentes, J. 2017. Regulaciones para reducir emisiones de MP2.5 y externalidades sobre sus precursores cuando existe disponibilidad de un combustible limpio. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 33(3), 505-520. [En línea] 2017. <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.03.13>.

Martínez, Piedad Cristina. 2006. *El método de estudio de caso.* Colombia : Pensamiento y gestión, 2006.

Ministerio de Energía y Minas del Perú. 2020. Decreto Supremo que aprueba disposiciones sobre la infraestructura de carga y abastecimiento de energía eléctrica para la movilidad eléctrica. 2020.

—. **2019.** *Estimación de los rendimientos de una flota representativa de automóviles usados como taxi en el ámbito de Lima Metropolitana a través de la aplicación de encuestas y proceso de determinación de parámetros en combustibles (diesel y gasolina).* 2019.

—. **2017.** *Estudio de Diagnóstico, Evaluación, Análisis y Propuesta para Apoyar la NAMA de Preparación del Sector Energético para la Transformación hacia una Matriz Energética Limpia a Través del uso de Transporte Limpio en el Perú. En Proyecto NAMA, Dirección Gener.* 2017.

Ministerio de Energía y Minas. 2021. *Medición del rendimiento energético de buses que operan en el ámbito de Lima Metropolitana y su impacto en el cambio climático y la calidad del aire.* Perú : s.n., 2021.

Ministerio de Relaciones Exteriores. 2016. *Decreto Supremo No 058-2016-RE, Decreto Supremo que Ratifica el Acuerdo de París.* 2016.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2018. *Programación Tentativa Sectorial – Mitigación.* 2018.

Ministerio del Ambiente del Perú. 2019. *Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 30754, Ley Marco sobre Cambio Climático.* 2019.

—. **2019.** *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del año 2014 y actualización de las estimaciones de los años 2000, 2005, 2010 Y 2012.* 2019.

—. **2023.** *RAGEI 2019: Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero del sector energía.* Lima : <https://infocarbono.minam.gob.pe/reportes-sectoriales/energia-2019/>, 2023.

Miralles-Guascb, C. 2012. *Las encuestas de movilidad y los referentes ambientales de los transportes.* [En línea] 2012. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612012000300002>.

Municipalidad de Lima. 2021. *Plan Local de Cambio Climático de la Provincia de Lima - PLCC 2021-2030.* 2021.

- Naciones Unidas. 1992.** *Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC)*. 1992.
- . **2015.** *Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015*. 2015.
- Ocampo González, D. 2019.** *Determinación de los costos de operación de vehículos eléctricos en el transporte como estrategia de movilidad sostenible. Caso de estudio Manizales*. 2019.
- Oemick Jerez, P. 2019.** Evaluación Económica y Social de la Incorporación de Buses Eléctricos al Transporte Público Urbano de Santiago [Universidad de Chile]. [En línea] 2019.
<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/171777/Evaluacion-economica-y-social.-de-la-incorporacion-de-buses-electricos-al-transporte.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- PROTRANSPORTE. 2019.** *Respuesta de carta de solicitud de información*. Perú : s.n., 2019.
- Rodríguez Álvarez, A., Belén, M., Díaz, F., Izquierdo López, J., Alumno,], & Tutor,]. 2016.** *Estudio de la Descarbonización Parcial del Parque Automovilístico Español mediante la sustitución de éste por Vehículos Eléctricos y de Gas Natural*. 2016.
- Ruiz, Héctor Martínez. 2012.** *Metodología de la investigación*. Cengage Learning. México D.F. : s.n., 2012.
- Samper-Villarreal, J., Vincent, A., Álvarez, C., & Gutiérrez-Espeleta, G. 2019.** I Simposio sobre Cambio Climático y Biodiversidad: Hacia el fortalecimiento de la resiliencia y acciones requeridas ante el Cambio Climático en Latinoamérica. Cuadernos de Investigación UNED, 11(1). [En línea] 2019.
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-42662019000100007&script=sci_arttext.
- Villarreal, O., & Landeta, J. 2010.** *El estudio de casos como metodología de investigación científica en dirección y economía de la empresa. Una aplicación a la internacionalización*. Universidad del País Vasco : Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa, 2010.

ANEXOS

- Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general				
¿Cómo se relacionan la movilidad eléctrica con las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima?	Determinar la relación que existe entre la movilidad eléctrica y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima.	Existe una relación significativa entre la movilidad eléctrica y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima.	EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	D1. Emisiones de dióxido de carbono (CO ₂)	Toneladas de dióxido de carbono (CO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo: Aplicada - Nivel de investigación: Correlacional - Enfoque/Metodología: Cuantitativa - Población y Muestra: Flota de ómnibus del Corredor Javier Prado, 252 ómnibus
				D2. Emisiones de metano (CH ₄)	Toneladas de metano (CH ₄)	
				D3. Emisiones de óxido nitroso (N ₂ O).	Toneladas de óxido nitroso (N ₂ O).	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS				
¿Cuál es la relación que existe entre la movilidad eléctrica y las emisiones de dióxido de carbono en el Corredor Javier Prado, Lima?	Determinar la relación que existe entre la movilidad eléctrica y las emisiones de dióxido de carbono en el Corredor Javier Prado, Lima.	Existe una relación significativa entre la movilidad eléctrica y las emisiones de dióxido de carbono en el Corredor Javier Prado, Lima.	MOVILIDAD ELÉCTRICA	D1. Bus eléctrico	Energía eléctrica utilizada en la recarga de batería (kW.h).	
¿Cuál es la relación que existe entre la movilidad eléctrica y las emisiones de metano en el Corredor Javier Prado, Lima?	Determinar la relación que existe entre la movilidad eléctrica y las emisiones de metano en el Corredor Javier Prado, Lima.	Existe una relación significativa entre la movilidad eléctrica y las emisiones de metano en el Corredor Javier Prado, Lima.			Emisiones de CO ₂ eq	

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general				
¿Cuál es la relación que existe entre la movilidad eléctrica y las emisiones de óxido nitroso en el Corredor Javier Prado, Lima?	Determinar la relación que existe entre la movilidad eléctrica y las emisiones de óxido nitroso en el Corredor Javier Prado, Lima.	Existe una relación significativa entre la movilidad eléctrica y las emisiones de óxido nitroso en el Corredor Javier Prado, Lima.				
¿Cuál es la relación que existe entre los buses eléctricos y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima?	Determinar la relación que existe entre los buses eléctricos y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima.	Existe una relación significativa entre los buses eléctricos y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima.		D2. Eficiencia energética	Autonomía de vehículo (km)	- Técnica e Instrumentos: Estimación, Estudio documentario (Informe final GTM 2018). Registro de datos de emisiones de GEI (obtenido de la Programación Tentativa sectorial MTC 2018)
¿Cuál es la relación que existe entre la eficiencia energética y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima?	Determinar la relación que existe entre la eficiencia energética y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima.	Existe una relación significativa entre la eficiencia energética y las emisiones de gases de efecto invernadero en el Corredor Javier Prado, Lima.				

- Instrumento

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	INDICE	AÑO 2015	AÑO 2016	...	AÑO 2030
Emisiones de Gases de Efecto Invernadero	D1. Emisiones de dióxido de carbono (CO ₂)	Toneladas de dióxido de carbono (CO ₂)	\sum Emisiones GEI = Veh(t.e.a) x [KRV(a)] x [F.E] Donde: Veh.t.e.a : es el número de vehículos por tipo y por combustible KRVA: es la cantidad de kilómetros recorridos al año por cada tipo de vehículo F.E : es el factor de emisión por kilómetro para las emisiones de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O.				
	D2. Emisiones de metano (CH ₄)	Toneladas de metano (CH ₄)					
	D3. Emisiones de óxido nitroso (N ₂ O).	Toneladas de óxido nitroso (N ₂ O).					
Movilidad eléctrica	D1. Bus eléctrico	Energía eléctrica utilizada en la recarga de batería (kWh).	Emisiones Reducidas (RE) = BAU – EOM Donde: BAU: Emisiones de Línea Base (BAU) EOM: Emisiones de la medida de mitigación				
		Emisiones de CO ₂ eq					
	D2. Eficiencia energética	Autonomía de vehículo (km)					

- Línea base: emisiones de CO2, CH4, N2O y CO2eq generados por realizar una ruta

Ruta	Placa	Combustible	Combustible (cantidad)	Unidad	Recorrido [km]	Emisiones tCO ₂	Emisiones tCH ₄	Emisiones tN ₂ O	Emisiones tCO ₂ eq
201	C3U777	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	C3X748	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	C3X790	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	C3Y761	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	C3Z716	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	C3Z735	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	C4A715	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	C4B743	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	C4C796	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	C4L799	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	C4M718	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	C4N780	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	C7P762	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	AXD850	DIESEL	30.25	gal	56.27	0.308	9.85E-06	1.69E-06	0.31
201	AXD872	DIESEL	30.25	gal	56.27	0.308	9.85E-06	1.69E-06	0.31
201	AXP735	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	AXP736	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	AXP737	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	C9Q139	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	B3N740	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	B3N743	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	B3N744	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	ALX938	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	AMT741	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02

Ruta	Placa	Combustible	Combustible (cantidad)	Unidad	Recorrido [km]	Emisiones tCO ₂	Emisiones tCH ₄	Emisiones tN ₂ O	Emisiones tCO ₂ eq
201	ANA905	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	ANF895	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	AMY775	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	AMV761	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	AMW872	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	AND865	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	ANH718	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	ANA904	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	ASI803	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	ASI802	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	ASI801	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	ASI800	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	ATV816	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	ATV817	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	ATV818	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	ATV819	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	ATV820	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	ATV821	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	ATV822	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	ATV823	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	C0S782	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	C8N736	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	C9B786	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	C9H706	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	C9N715	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	C9N766	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02

Ruta	Placa	Combustible	Combustible (cantidad)	Unidad	Recorrido [km]	Emisiones tCO ₂	Emisiones tCH ₄	Emisiones tN ₂ O	Emisiones tCO ₂ eq
201	C9P773	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	C9T739	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	D8J776	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	AWP860	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	AWI782	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	AWI904	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	AWI780	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	B3N738	DIESEL	30.25	gal	56.27	0.308	9.85E-06	1.69E-06	0.31
201	B3N739	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	B3N741	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	B3N742	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	C1O743	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	AXD866	DIESEL	30.25	gal	56.27	0.308	9.85E-06	1.69E-06	0.31
201	AWY801	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	AXD873	DIESEL	30.25	gal	56.27	0.308	9.85E-06	1.69E-06	0.31
201	AXD938	GNV	6.41	m3	66.09	0.013	3.57E-04	0.00E+00	0.02
201	AXE816	DIESEL	30.25	gal	56.27	0.308	9.85E-06	1.69E-06	0.31
201	AXE818	DIESEL	30.25	gal	56.27	0.308	9.85E-06	1.69E-06	0.31
204	AXE821	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	AXF823	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	AXE835	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	AXF751	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	AXE823	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	AXF931	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	AXF946	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	AXF825	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08

Ruta	Placa	Combustible	Combustible (cantidad)	Unidad	Recorrido [km]	Emisiones tCO ₂	Emisiones tCH ₄	Emisiones tN ₂ O	Emisiones tCO ₂ eq
204	D6A787	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	D6P791	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	A0Z774	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	D4Y746	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	D5X779	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	ANE896	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	AMT760	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	AMU926	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	ANC926	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	ANJ779	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	AMW948	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	APB753	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	APD867	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	APB754	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	APB794	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	ASI796	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	ASI795	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	ASI793	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	ATV824	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	ATV825	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	ATV826	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	ATV827	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	ATV828	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	ATV830	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	ATV831	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	AXF837	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08

Ruta	Placa	Combustible	Combustible (cantidad)	Unidad	Recorrido [km]	Emisiones tCO ₂	Emisiones tCH ₄	Emisiones tN ₂ O	Emisiones tCO ₂ eq
204	AXF888	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	AXD919	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	AWI781	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	AWL854	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	AWH728	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	AWI903	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	AXD937	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	AXD940	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	D4Y745	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	D4Y747	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	D5H722	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	AXE729	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	AXF826	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	AXF827	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	AXF886	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	AXF932	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	AXF947	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	AXG763	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	DSX794	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	AXE704	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	AXD864	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	AXD865	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	AXD723	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	D4Y748	DIESEL	7.31	gal	75.37	0.074	1.32E-05	2.26E-06	0.08
204	AWY802	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08
204	AWY803	GNV	34.99	m3	65.09	0.071	3.51E-04	0.00E+00	0.08

Ruta	Placa	Combustible	Combustible (cantidad)	Unidad	Recorrido [km]	Emisiones tCO ₂	Emisiones tCH ₄	Emisiones tN ₂ O	Emisiones tCO ₂ eq
206	0	GNV	28.74	m3	53.46	0.058	2.89E-04	0.00E+00	0.07
206	0	GNV	28.74	m3	53.46	0.058	2.89E-04	0.00E+00	0.07
206	0	DIESEL	6.01	gal	61.91	0.061	1.08E-05	1.86E-06	0.06
206	0	GNV	28.74	m3	53.46	0.058	2.89E-04	0.00E+00	0.07
206	0	GNV	28.74	m3	53.46	0.058	2.89E-04	0.00E+00	0.07
206	0	DIESEL	6.01	gal	61.91	0.061	1.08E-05	1.86E-06	0.06
206	0	DIESEL	6.01	gal	61.91	0.061	1.08E-05	1.86E-06	0.06
206	0	DIESEL	6.01	gal	61.91	0.061	1.08E-05	1.86E-06	0.06
206	0	GNV	28.74	m3	53.46	0.058	2.89E-04	0.00E+00	0.07
206	0	GNV	28.74	m3	53.46	0.058	2.89E-04	0.00E+00	0.07
206	0	GNV	28.74	m3	53.46	0.058	2.89E-04	0.00E+00	0.07
206	0	GNV	28.74	m3	53.46	0.058	2.89E-04	0.00E+00	0.07
206	0	GNV	28.74	m3	53.46	0.058	2.89E-04	0.00E+00	0.07
206	0	GNV	28.74	m3	53.46	0.058	2.89E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	DIESEL	6.45	gal	66.54	0.066	1.16E-05	2.00E-06	0.07
209	0	DIESEL	6.45	gal	66.54	0.066	1.16E-05	2.00E-06	0.07
209	0	DIESEL	6.45	gal	66.54	0.066	1.16E-05	2.00E-06	0.07
209	0	DIESEL	6.45	gal	66.54	0.066	1.16E-05	2.00E-06	0.07
209	0	DIESEL	6.45	gal	66.54	0.066	1.16E-05	2.00E-06	0.07
209	0	DIESEL	6.45	gal	66.54	0.066	1.16E-05	2.00E-06	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07

Ruta	Placa	Combustible	Combustible (cantidad)	Unidad	Recorrido [km]	Emisiones tCO ₂	Emisiones tCH ₄	Emisiones tN ₂ O	Emisiones tCO ₂ eq
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	DIESEL	6.45	gal	66.54	0.066	1.16E-05	2.00E-06	0.07
209	0	DIESEL	6.45	gal	66.54	0.066	1.16E-05	2.00E-06	0.07
209	0	DIESEL	6.45	gal	66.54	0.066	1.16E-05	2.00E-06	0.07
209	0	DIESEL	6.45	gal	66.54	0.066	1.16E-05	2.00E-06	0.07
209	0	DIESEL	6.45	gal	66.54	0.066	1.16E-05	2.00E-06	0.07
209	0	DIESEL	6.45	gal	66.54	0.066	1.16E-05	2.00E-06	0.07
209	0	DIESEL	6.45	gal	66.54	0.066	1.16E-05	2.00E-06	0.07
209	0	GNV	30.89	m3	57.46	0.063	3.10E-04	0.00E+00	0.07
209	0	DIESEL	6.45	gal	66.54	0.066	1.16E-05	2.00E-06	0.07
209	0	DIESEL	6.45	gal	66.54	0.066	1.16E-05	2.00E-06	0.07
209	0	DIESEL	6.45	gal	66.54	0.066	1.16E-05	2.00E-06	0.07

- Línea mitigación: emisiones de CO₂, CH₄, N₂O y CO₂eq generados por realizar una ruta

Ruta	Placa	Recorrido [km]	Consumo [kW.h]	Emisiones tCO ₂	Emisiones tCH ₄	Emisiones tN ₂ O	Emisiones tCO ₂ eq
201	C3U777	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C3X748	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C3X790	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C3Y761	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C3Z716	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C3Z735	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C4A715	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C4B743	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C4C796	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C4L799	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C4M718	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C4N780	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C7P762	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	AXD850	56.27	57.41	1.15E-02	5.88E-07	7.35E-08	0.01
201	AXD872	56.27	57.41	1.15E-02	5.88E-07	7.35E-08	0.01
201	AXP735	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	AXP736	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	AXP737	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C9Q139	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	B3N740	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	B3N743	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	B3N744	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	ALX938	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	AMT741	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	ANA905	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	ANF895	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	AMY775	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	AMV761	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	AMW872	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	AND865	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	ANH718	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	ANA904	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	ASI803	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	ASI802	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	ASI801	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	ASI800	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	ATV816	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	ATV817	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	ATV818	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	ATV819	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01

Ruta	Placa	Recorrido [km]	Consumo [kW.h]	Emisiones tCO ₂	Emisiones tCH ₄	Emisiones tN ₂ O	Emisiones tCO ₂ eq
201	ATV820	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	ATV821	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	ATV822	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	ATV823	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C0S782	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C8N736	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C9B786	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C9H706	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C9N715	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C9N766	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C9P773	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C9T739	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	D8J776	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	AWP860	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	AWI782	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	AWI904	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	AWI780	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	B3N738	56.27	57.41	1.15E-02	5.88E-07	7.35E-08	0.01
201	B3N739	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	B3N741	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	B3N742	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	C1O743	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	AXD866	56.27	57.41	1.15E-02	5.88E-07	7.35E-08	0.01
201	AWY801	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	AXD873	56.27	57.41	1.15E-02	5.88E-07	7.35E-08	0.01
201	AXD938	66.09	67.44	1.35E-02	6.91E-07	8.63E-08	0.01
201	AXE816	56.27	57.41	1.15E-02	5.88E-07	7.35E-08	0.01
201	AXE818	56.27	57.41	1.15E-02	5.88E-07	7.35E-08	0.01
204	AXE821	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	AXF823	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	AXE835	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	AXF751	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	AXE823	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	AXF931	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	AXF946	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	AXF825	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	D6A787	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	D6P791	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	A0Z774	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	D4Y746	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	D5X779	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	ANE896	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	AMT760	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	AMU926	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01

Ruta	Placa	Recorrido [km]	Consumo [kW.h]	Emisiones tCO ₂	Emisiones tCH ₄	Emisiones tN ₂ O	Emisiones tCO ₂ eq
204	ANC926	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	ANJ779	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	AMW948	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	APB753	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	APD867	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	APB754	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	APB794	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	ASI796	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	ASI795	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	ASI793	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	ATV824	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	ATV825	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	ATV826	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	ATV827	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	ATV828	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	ATV830	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	ATV831	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	AXF837	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	AXF888	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	AXD919	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	AWI781	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	AWL854	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	AWH728	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	AWI903	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	AXD937	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	AXD940	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	D4Y745	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	D4Y747	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	D5H722	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	AXE729	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	AXF826	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	AXF827	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	AXF886	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	AXF932	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	AXF947	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	AXG763	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	0	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	0	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	0	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	0	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	0	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	0	75.37	76.91	1.54E-02	7.88E-07	9.84E-08	0.02
204	0	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01
204	0	65.09	66.41	1.33E-02	6.81E-07	8.50E-08	0.01

- Instrumento Validado



Medida 1: Implementación de los Corredores Complementarios del Sistema Integrado de Transporte de Lima

La medida de mitigación, propuesta por la MML como contribución al sector transportes, consiste en la implementación de los sistemas de rutas tronco-alimentadoras de gran capacidad para el transporte público con la finalidad de que puedan circular en vías segregadas o mixtas dentro de la ciudad de Lima Metropolitana y la Provincia del Callao. Asimismo, la medida contempla la renovación de las unidades de transporte público en un plazo no mayor a 5 años y la ejecución de un Plan de Chatarreo de Vehículos Obsoletos en los primeros cinco años de la operación de cada paquete de licitación principalmente con los recursos de las empresas de transporte público adjudicadas (Operadoras).

Esta medida forma parte del Sistema Integrado de Transporte (SIT), el cual fue creado por la MML a través de la Ordenanza Municipal N° 1613. Actualmente, se han aprobado cinco Corredores Complementarios (CC), los cuales involucran la licitación de 49 paquetes de rutas para un total de 5,200 unidades de flotas licitadas. Asimismo, la medida propone reducir la sobreoferta de los servicios de transporte urbano en Lima Metropolitana a través de la implementación de servicios de transporte urbano estructurados a lo largo de la ciudad, sobre las principales rutas metropolitanas, promoviendo así su integración física, modal y tarifaria.

Entre los principales beneficios de esta medida están los impactos positivos en la población a causa de ahorros en tiempos de viaje, una mayor seguridad vial, un menor número de accidentes de tránsito, entre otros. Asimismo, esta medida permitirá una mejora en la calidad del aire gracias a la incorporación de buses con tecnología menos contaminante (EURO IV al 2018) y por la penetración al mercado local de buses con tecnología GNV; este cambio impactará directamente en la mejora en la salud de la población. Por otro lado, se generarán puestos de empleo durante la operación del proyecto, tanto en mano de obra calificada, semicalificada y profesional; considerando que es un proyecto que requerirá de mantenimiento, chóferes, personal de limpieza, entre otros.

El alcance de la medida es de nivel local correspondiente a las Provincias de Lima Metropolitana y el Callao, en las cuales se implementarán los 5 Corredores Complementarios: i) Corredor Panamericana, ii) CC Javier Prado, iii) CC Tacna – Garcilazo – Arequipa, iv) CC San Juan de Lurigancho y v) CC Carretera Central. La medida inició su implementación el año 2014 con la puesta en marcha, en fase de prueba, del corredor complementario Tacna – Garcilazo – Arequipa (CC TGA).

Por otro lado, con respecto a las reducciones de emisiones de GEI, estas se producirán debido a los efectos en el reemplazo de unidades de transporte público con otro tipo de combustible que genera menos emisiones como el GNV y mediante la optimización del consumo de hidrocarburos (DB5 principalmente) debido al modo de transporte masivo. El potencial de reducción de emisiones de GEI en el año 2030 ha sido estimado en 0.172 MtCO₂eq.

Este potencial ha sido estimado en base al número de unidades nuevas (5,200 buses), que estarán en operación en los 5 Corredores Complementarios en Lima y Callao, en comparación con las unidades de transporte tradicionales que estarían en operación hasta el año 2030, de no implementarse la medida. Asimismo, se ha utilizado las directrices del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PCC 2005) bajo un enfoque metodológico nivel 3 (Tier 3) en base a la cantidad de vehículos por la distancia recorrida y los factores de emisión en base al contenido de carbono por defecto.

1.7 Potencial de mitigación

1.7.1 Título y referencia de la metodología para el monitoreo de las reducciones/remociones de GEI

La metodología de estimación de las reducciones de emisiones de GEI utilizada se enmarca en las directrices del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC 2006) bajo un enfoque metodológico nivel 3 (Tier 3) en base a la cantidad de vehículos por la distancia recorrida y los factores de emisión en base al contenido de carbono por defecto.

$$\sum_{m} \text{Emisiones GEI} = \text{Veh}_{t,c,b} \times \text{KRV}_e \times \text{F.E}$$

Donde:

Veh tea : es el número de vehículos por tipo y por combustible

KRV : es la cantidad de kilómetros recorridos al año por cada tipo de vehículo

FE : es el factor de emisión por kilómetro para las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O.

El cálculo de la línea base también considera puntos de revisión contrastando las metodologías upstream de la línea base elaborada para la NAMA¹ de transporte urbano para Lima y Callao.

Tabla 1.8. Fuentes de emisión y tipo de GEI

Fuentes de Emisión		GEI	Incluido (si/no)?	Justificación/ Explicación
Escenario Base	Fuentes móviles de emisión de diferentes modos de transporte de pasajeros (microbús, buses y buses urbanos)	CO ₂	Si	Fuente más importante de emisión, que se mide sobre la base del tipo de combustible que usan las unidades de transporte, el total de consumo de combustible y la distancia recorrida.
		CH ₄	Si	Incluido sólo si se utilizan combustibles gaseosos las emisiones y excluidos para los combustibles líquidos. Las emisiones de CH ₄ son una fuente de emisión menor de las emisiones totales de CO ₂ e en vehículos diésel / gasolina. Despreciando estas emisiones en la línea de base, así como las emisiones del proyecto es conservador como el consumo de combustible y por lo tanto también las

¹ <http://transferproject.org/projects/transfer-partner-countries/peru/>

Fuentes de Emisión		GEI	Incluido (si/no)?	Justificación/ Explicación
				emisiones de CH ₄ se reducen a través del proyecto.
		N ₂ O	Si	Las emisiones de N ₂ O son una fuente menor de las emisiones totales de CO ₂ equivalente en los vehículos diésel / gasolina.
Escenario con Proyecto	Corredores Complementarios emisiones (Rutas alimentadoras y troncales)	CO ₂	Si	Importante fuente de emisión
		CH ₄	Si	Incluido. <u>Ver explicación arriba</u>
		N ₂ O	Si	<u>Ver explicación arriba</u>

1.7.2 Descripción del escenario de línea de base de la medida de mitigación (escenario Business as Usual – BaU)

Como se evidencia en las secciones precedentes de este documento, el escenario base es la continuación del uso de modos de transporte actuales, basados en Microbuses o Camionetas Rurales (Combis), buses, y ómnibus urbanos; los cuales operan bajo una autorización municipal, teniendo como principal fuente de energía el uso de Diésel, manteniendo constante la intensidad de uso de las unidades (kilómetros recorridos), así como los ciclos de conducción considerando la sobreoferta disponible de servicios de transporte.

Finalmente, se propone la siguiente metodología, para estimar tanto las emisiones GEI en el BAU, así como la reducción de las emisiones GEI generadas para la Lima Metropolitana y Callao:

Para las emisiones de CO₂eq:

$$\sum_x \text{Emisiones GEI} = \text{Veh}_{t,BAU} \times KRV_x \times F.E$$

Entre los supuestos principales para el desarrollo del escenario tendencial o BAU es preciso indicar que se considera un crecimiento vegetativo de la flota vehicular de transporte urbano de personas, conservando sus características principales sobre distancia recorrida y factores de emisión, considerando la sobreoferta de servicios de transporte y la extensión de la vigencia de las autorizaciones de circulación.

1.7.3 Descripción del escenario de mitigación

El escenario de mitigación por otro lado propone un cambio en la composición de la flota vehicular de transporte urbano considerando la flota de vehículos de los Corredores Complementarios en sustitución de las unidades con menor capacidad, principalmente combis y coasters hasta proveer un sistema de transporte interconectado a lo largo de Lima Metropolitana, para lo cual se requiere

de implementar tanto rutas troncales como alimentadores de Corredores Complementarios de forma progresiva.

En ese sentido, se está tomando como supuesto que el número de unidades nuevas que entran en operación en los Corredores Complementarios, reemplazarían a unidad de transporte urbano de personas que vienen circulando (escenario BAU) y que se retiran de circulación por su obsolescencia y antigüedad (EURO I, EURO II y convencionales); lo que tendría un efecto directo en la disminución de emisiones de GEI por efecto de menor número de unidades.

En el escenario de mitigación, se adicionan las emisiones de GEI generadas por las nuevas unidades de transporte que ingresan a operar en los Corredores Complementarios. Sin embargo, dada la tecnología moderna de estas unidades (EURO III y superiores) y el tipo de combustible de menor emisión (tipo GNV), el efecto en generar GEI es menor que las unidades que vienen operando en el escenario BAU y que se retiran de circulación.

La metodología de cálculo utilizada es la misma que para el escenario de línea base, considerando el ingreso de la nueva flota de buses correspondientes a los Corredores Complementarios.

1.7.4 Potencial de reducción/remoción de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

A continuación, se muestra la reducción de GEI como consecuencia de la ejecución de la medida de mitigación.

Tabla 1.9. Estimación de las reducciones/remociones de GEI por año

Año	Emisiones de Línea Base (ELB)	Emisiones de la medida de mitigación (EOM)	Reducción de emisiones
			RE= ELB – EOM
	(t CO ₂ eq)	(t CO ₂ eq)	(t CO ₂ eq)
2020	586,410	534,244	52,166
2021	625,809	525,054	100,754
2022	646,493	515,506	130,985
2023	667,863	532,272	135,591
2024	689,642	549,532	140,350
2025	712,762	567,487	145,266
2026	736,320	585,975	150,345
2027	760,668	605,075	155,592
2028	785,824	624,810	161,014
2029	811,813	645,198	166,615
2030	838,665	666,262	172,403
Total al 2030	7,862,569	6,351,477	1,511,082

- Flota de vehículos



Despacho:

JOSE GUILLERMO TUESTA RUIZ

Gerente de Operaciones de Corredores Complementarios (e)

H.R: 5773

Para: Mariana Lopez

C.C.: _____

Fecha: 24 ABR. 2019

- | | |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Preparar respuesta | <input type="checkbox"/> Atención y acciones informando |
| <input checked="" type="checkbox"/> Atención | <input type="checkbox"/> Su consideración y fines que determine su despacho |
| <input type="checkbox"/> Informe | <input type="checkbox"/> Seguimiento |
| <input type="checkbox"/> Cumplimiento | <input type="checkbox"/> Devolver con comentarios |
| <input type="checkbox"/> Trámite | <input type="checkbox"/> Agregar a los antecedentes |
| <input type="checkbox"/> Coordinar | <input type="checkbox"/> Conocimiento |
| <input type="checkbox"/> Archivo | |

URGENTE

MUY URGENTE

PLAZO

Observaciones: _____



José Guillermo Tuesta Ruiz

CORREDOR COMPLEMENTARIO N° 2			CONSORCIO ALLIN GROUP - JAVIER PRADO		
ITEM	PLACA	MARCA	MODELO	TIPO DE COMBUSTIBLE	LONGITUD
1	C3U777	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
2	C3X748	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
3	C3X790	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
4	C3Y761	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
5	C3Z716	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
6	C3Z735	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
7	C4A715	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
8	C4B743	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
9	C4C796	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
10	C4L799	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
11	C4M718	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
12	C4N780	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
13	C7P762	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
14	AXD850	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12
15	AXD872	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12
16	AXP735	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12
17	AXP736	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12
18	AXP737	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12
19	C9Q139	VOLKSWAGEN	17.210 FEB	GNV	12.17
20	B3N740	VOLKSWAGEN	17.210 FEB	GNV	12.17
21	B3N743	VOLKSWAGEN	17.210 FEB	GNV	12.17
22	B3N744	VOLKSWAGEN	17.210 FEB	GNV	12.17
23	ALX938	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.05
24	AMT741	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.05
25	ANA905	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.05
26	ANF895	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.05
27	AMY775	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.05
28	AMV761	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.05
29	AMW872	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.05
30	AND865	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.06
31	ANH718	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.06
32	ANA904	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.05
33	ASI803	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
34	ASI802	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
35	ASI801	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
36	ASI800	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
37	ATV816	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
38	ATV817	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
39	ATV818	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
40	ATV819	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
41	ATV820	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
42	ATV821	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
43	ATV822	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
44	ATV823	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
45	C05782	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
46	C8N736	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
47	C9B786	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
48	C9H706	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
49	C9N715	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
50	C9N766	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
51	C9P773	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
52	C9T739	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
53	D8J776	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
54	AWP860	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
55	AWI782	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
56	AWI904	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
57	AWI780	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
58	B3N738	VOLKSWAGEN	17.210FEB	DIESEL	12.17
59	B3N739	VOLKSWAGEN	17.210 FB	GNV	12.00
60	B3N741	VOLKSWAGEN	17.210 FEB	GNV	12.17
61	B3N742	VOLKSWAGEN	17.210 FB	GNV	12.00
62	C1O743	VOLKSWAGEN	17.210 FEB	GNV	12.17
63	AXD866	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12
64	AWY801	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12

65	AXD873	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12
66	AXD938	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12
67	AXE816	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12
68	AXE818	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12
69	AXE821	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12
70	AXF823	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12
71	AXE835	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12.00
72	AXF751	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12.00
73	AXE823	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12.00
74	AXF931	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
75	AXF946	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12
76	AXF825	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12
77	D6A787	VOLKSWAGEN	17.210 OD	DIESEL	12.02
78	D6P791	VOLKSWAGEN	17.210 FEB	GNV	12.17
79	A0Z774	VOLKSWAGEN	17.210 FEB	GNV	12.17
80	D4Y746	VOLKSWAGEN	17.210 FEB	GNV	12.17
81	D5X779	VOLKSWAGEN	17.210 FEB	DIESEL	12.17
82	ANE896	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.09
83	AMT760	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.28
84	AMU926	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.06
85	ANC926	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.09
86	ANJ779	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.06
87	AMW948	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
88	APB753	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
89	APD867	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
90	APB754	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
91	APB794	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
92	ASI796	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
93	ASI795	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
94	ASI793	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
95	ATV824	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
96	ATV825	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
97	ATV826	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
98	ATV827	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
99	ATV828	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
100	ATV830	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
101	ATV831	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
102	AXF837	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12
103	AXF888	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12.00
104	AXD919	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12
105	AWI781	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
106	AWL854	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
107	AWH728	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
108	AWI903	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
109	AXD937	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12.00
110	AXD940	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12.00
111	D4Y745	VOLKSWAGEN	17.210 OD	DIESEL	12.02
112	D4Y747	VOLKSWAGEN	17.210 FEB	GNV	12.17
113	D5H722	VOLKSWAGEN	17.210 OD	DIESEL	12.02
114	AXE729	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12.00
115	AXF826	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12.00
116	AXF827	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12.00
117	AXF886	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12.00
118	AXF932	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
119	AXF947	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12.00
120	AXG763	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
121	D5X794	VOLKSWAGEN	17.210 FEB	DIESEL	12.17
122	AXE704	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12
123	AXD864	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12
124	AXD865	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12
125	AXD723	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12
126	D4Y748	VOLKSWAGEN	17.210 FEB	DIESEL	12.17
127	AWY802	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12
128	AWY803	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12
129	AWY804	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12
130	AWY805	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12
131	AXF948	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12
132	AXF750	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12.00
133	AXF838	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12.00
134	AXF945	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12.00
135	AXH809	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12.00
136	AXF949	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12
137	AXH730	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12
138	AXH732	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12

139	AXF747	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12
140	AXH733	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12
141	AAN921	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	11.78
142	F0E758	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
143	F9C828	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
144	F9C860	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
145	F9C884	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
146	F9D710	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
147	F9D726	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
148	F9D827	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
149	F9E713	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
150	F0E815	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
151	F0K816	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
152	ANT754	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
153	ANG795	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
154	AMT809	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
155	AMY866	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.06
156	ANF892	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.06
157	APB757	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.06
158	APB882	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.06
159	APB756	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.06
160	APA909	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.06
161	APA835	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.06
162	APE902	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.06
163	ASI797	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
164	ASI799	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
165	ASI798	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
166	ATV832	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
167	ATV833	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
168	ATW763	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
169	ATW764	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
170	ATY736	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
171	AXD751	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12
172	AXE833	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12
173	AXD939	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12
174	AXD820	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
175	AXC942	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
176	AXD821	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
177	AXC938	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12
178	AXG764	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12
179	AWI905	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
180	AWI779	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
181	AWG915	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
182	AWM797	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
183	AXH807	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12.00
184	AXP741	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
185	AXP742	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
186	AXC916	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12.00
187	AXD752	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12.00
188	AXC929	VOLKSWAGEN	17.230 OD	DIESEL	12.00
189	AXC939	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
190	AXP743	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.00
191	AWY806	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12
192	AWY807	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12
193	AWY808	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12
194	AWY809	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12
195	AWY810	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12
196	A0V715	VOLKSWAGEN	17.210 OD	DIESEL	12.02
197	A0W704	VOLKSWAGEN	17.210 OD	DIESEL	12.02
198	A0X738	VOLKSWAGEN	17.210 OD	DIESEL	12.02
199	A0Y707	VOLKSWAGEN	17.210 OD	DIESEL	12.02
200	A0W703	VOLKSWAGEN	17.210 OD	DIESEL	12.02
201	A0Y709	VOLKSWAGEN	17.210 OD	DIESEL	12.02
202	D8S864	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
203	A0W706	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
204	A0Y708	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.02
205	D6K247	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.17
206	C9N797	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	GNV	12.28
207	C9M771	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	GNV	12.28
208	C9M769	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	GNV	12.28
209	C9P781	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	GNV	12.28
210	C9Q789	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	GNV	12.28
211	C9Q738	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	GNV	12.28
212	C9N732	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	GNV	12.28

213	C9N793	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	GNV	12.28
214	C0A780	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	GNV	12.28
215	CSU712	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	GNV	12.32
216	CSX765	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	GNV	12.32
217	CSW737	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	GNV	12.32
218	CSX756	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	GNV	12.32
219	CSU789	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	GNV	12.32
220	CSW711	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	GNV	12.32
221	C6H754	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	GNV	12.32
222	CSX764	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	GNV	12.32
223	CSW719	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	DIESEL	12.32
224	B3E720	DAEWOO	BF-120	DIESEL	12.00
225	B3F726	DAEWOO	BF-120	DIESEL	12.32
226	A0P756	DAEWOO	BF-120	DIESEL	12.00
227	A0P757	DAEWOO	BF-120	DIESEL	12.00
228	A0X737	VOLKSWAGEN	17.210 OD	DIESEL	12.02
229	A0W705	VOLKSWAGEN	17.210 OD	GNV	12.92
230	DSH729	VOLKSWAGEN	17.210 OD	DIESEL	12.02
231	DSH738	VOLKSWAGEN	17.210 OD	DIESEL	12.02
232	DSH739	VOLKSWAGEN	17.210 OD	DIESEL	12.02
233	DSJ734	VOLKSWAGEN	17.210 FEB	DIESEL	12.02
234	D6V913	VOLKSWAGEN	17.210 OD	DIESEL	12.02
235	B3G728	DAEWOO	BF120	DIESEL	12.00
236	B2O776	DAEWOO	BF120	DIESEL	12.00
237	B3F767	DAEWOO	BF120	DIESEL	12.00
238	B3E772	DAEWOO	BF120	DIESEL	12.00
239	B2T737	DAEWOO	BF120	DIESEL	12.26
240	DSH728	VOLKSWAGEN	17.210.OD	DIESEL	12.02
241	DSY708	VOLKSWAGEN	17.210OD	DIESEL	12.02
242	DSJ714	VOLKSWAGEN	17.210 OD	DIESEL	12.02
243	DSH727	VOLKSWAGEN	17.210 OD	DIESEL	12.02
244	A0P753	DAEWOO	BF120	DIESEL	12.00
245	A0P754	DAEWOO	BF120	DIESEL	12.00
246	A0P755	DAEWOO	BF120	DIESEL	12.00
247	A0P752	DAEWOO	BF120	DIESEL	12.00
248	B2T738	DAEWOO	BF120	DIESEL	12.26
249	B3F727	DAEWOO	BF106	DIESEL	10.69
250	B4O792	DAEWOO	BF106	DIESEL	10.69
251	B4P757	DAEWOO	BF106	DIESEL	10.69
252	B3P790	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	GNV	12.28
253	B3Q727	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	GNV	12.28
254	B4S747	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	GNV	12.28
255	B3P792	GOLDEN DRAGON	XML6125J13CN	GNV	12.28
256	A0H759	DAEWOO	BF120	DIESEL	12.00
257	B4N789	DAEWOO	BF106	DIESEL	10.69

- Rendimiento de vehículos



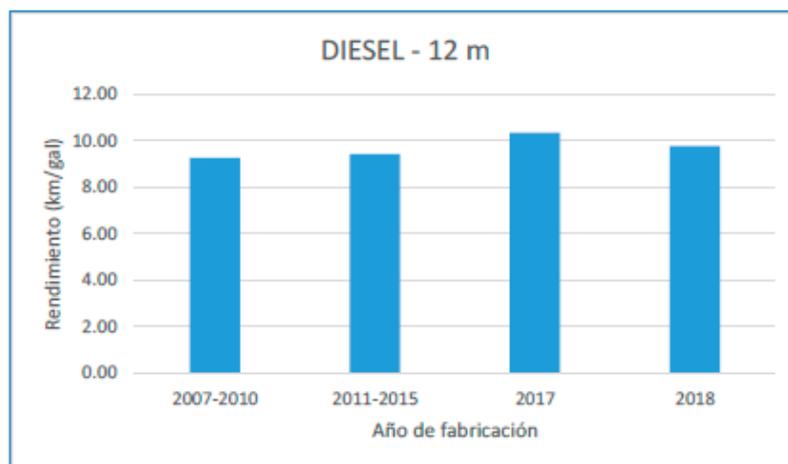
Servicio de consultoría para la "Estimación de los rendimientos de una flota representativa de buses en el ámbito de Lima Metropolitana a través de la aplicación de encuestas y proceso de determinación mediante pruebas de laboratorio del contenido de carbono en combustibles (diésel y gasolina)".

Gráfico n° 8. Rendimiento de los buses a GNV (Corredores Complementarios)



Fuente: Elaboración propia

Gráfico n° 9. Rendimiento de los buses a Diésel (Corredores Complementarios)



Fuente: Elaboración propia

Aplicando los factores de conversión anteriores, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla n° 56. Factores de emisión. Buses de los Corredores Complementarios

Combustible	Tipo de vehículo	Año de fabricación	TJ/m ³ o TJ/gal	Kg CO ₂ e / km
GNV	12 m	2007-2010	0.0000272	1.531
GNV	12 m	2011-2015	0.0000193	1.088
GNV	12 m	2016	0.0000216	1.216
GNV	12 m	2017	0.0000229	1.289

Combustible	Tipo de vehículo	Año de fabricación	TJ/m ³ o TJ/gal	Kg CO _{2e} / km
GNV	12 m	2018	0.0000217	1.221
GNV	18 m	2017	0.0000342	1.922
DIESEL	12 m	2007-2010	0.0000145	1.081
DIESEL	12 m	2011-2015	0.0000143	1.062
DIESEL	12 m	2017	0.000013	0.968
DIESEL	12 m	2018	0.0000138	1.025

Fuente: Elaboración propia

Los gráficos a continuación muestran los factores de emisión por tipo de combustible y año de fabricación.

Gráfico n° 10. Factores de emisión. Buses a GNV (Corredores Complementarios)



Fuente: Elaboración propia

Gráfico n° 11. Factores de emisión. Buses a Diésel (Corredores Complementarios)



Fuente: Elaboración propia