



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2024,
Volumen 8, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4

**CONTAMINACIÓN DEL AIRE POR
EMISIONES DE CO₂ DE LOS VEHÍCULOS DE
SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO EN LA
CIUDAD DE PUNO**

**AIR POLLUTION FROM CO₂ EMISSIONS FROM PUBLIC
TRANSPORT VEHICLES IN THE CITY OF PUNO**

Oscar Luis Angles Canlla
Investigador Independiente - Perú

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13061

Contaminación del aire por emisiones de CO₂ de los vehículos de servicio de transporte público en la ciudad de Puno

Oscar Luis Angles Canlla¹oscaranglec@gmail.com<https://orcid.org/0000-0002-8562-0502>

Investigador Independiente

Juliaca, Perú

RESUMEN

La contaminación del aire, especialmente por emisiones de dióxido de carbono (CO₂) del transporte público, es un problema crítico que afecta la salud y el bienestar en las ciudades, incluyendo Puno. Este estudio es relevante para comprender la magnitud de las emisiones y su impacto ambiental. El objetivo principal de esta investigación es establecer un modelo de estimación de las concentraciones de CO₂ en áreas urbanas específicas de Puno, utilizando el método indirecto del IPCC y un análisis de tráfico durante un período de tres meses. Se trata de un artículo de investigación original que emplea un enfoque metodológico robusto para cuantificar las emisiones. La metodología incluye la recopilación de datos sobre el consumo de combustible y la distancia recorrida por los vehículos de transporte público. Los resultados indican que las emisiones totales anuales de CO₂ ascienden para el alcance 1 a 330,7 (tCO₂e) y para el alcance 3 a 969,981.2 (tCO₂e) aproximadamente, lo que subraya la significativa contribución del transporte público a la contaminación del aire en Puno. Esta investigación implica que es urgente implementar políticas de movilidad sostenible para mitigar las emisiones de CO₂, resaltando la necesidad de acciones concretas para mejorar la calidad del aire y la salud pública en la ciudad.

Palabras claves: dióxido de carbono (co₂), transporte público, emisiones de gases de efecto invernadero, calidad de aire, emisiones de co₂

¹ Autor Principal

Correspondencia: oscaranglec@gmail.com

Air pollution from CO₂ emissions from public transport vehicles in the city of Puno

ABSTRACT

Air pollution, especially carbon dioxide (CO₂) emissions from public transport, is a critical problem affecting health and well-being in cities, including Puno. This study is relevant to understand the magnitude of emissions and their environmental impact. The main objective of this research is to establish a model for estimating CO₂ concentrations in specific urban areas of Puno, using the IPCC indirect method and a traffic analysis over a three-month period. This is an original research article that employs a robust methodological approach to quantify emissions. The methodology includes data collection on fuel consumption and distance traveled by public transport vehicles. The results indicate that total annual CO₂ emissions amount for scope 1 to approximately 330.7 (tCO₂e) and for scope 3 to approximately 969,981.2 (tCO₂e), underlining the significant contribution of public transport to air pollution in Puno. This research implies that it is urgent to implement sustainable mobility policies to mitigate CO₂ emissions, highlighting the need for concrete actions to improve air quality and public health in the city.

Keywords: carbon dioxide (co₂), public transport, greenhouse gas emissions, air quality, co₂ emissions

Artículo recibido 17 julio 2024

Aceptado para publicación: 23 agosto 2024



INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire es un problema ambiental crítico que afecta la salud pública y el bienestar de las comunidades urbanas en todo el mundo. En particular, las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) provenientes del transporte público representan una de las principales fuentes de contaminación en las ciudades. Según el IPCC (2021), el CO₂ es el principal gas de efecto invernadero y su acumulación en la atmósfera contribuye significativamente al cambio climático. En este contexto, establecer un modelo de estimación de las concentraciones de CO₂ en áreas urbanas específicas es fundamental para comprender la magnitud del problema y para desarrollar estrategias de mitigación efectivas. La metodología indirecta del IPCC proporciona un marco robusto para cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero, permitiendo una evaluación precisa de las contribuciones del transporte público a la contaminación del aire (García et al., 2020; López et al., 2022).

En los últimos años, se han realizado investigaciones significativas en el área de la estimación de emisiones de CO₂ en contextos urbanos. Por ejemplo, un estudio en el área metropolitana de Guadalajara analizó la relación entre la movilidad urbana sostenible y la calidad del aire, encontrando que las intervenciones en el transporte público pueden reducir significativamente las emisiones de contaminantes (Ramírez et al., 2021). Otro estudio en Lima evaluó las emisiones de CO₂ de diferentes modos de transporte, destacando la importancia de implementar políticas de movilidad sostenible para mitigar la contaminación (Córdova et al., 2023). Estas investigaciones contribuyen al conocimiento actual al proporcionar evidencia empírica sobre la relación entre el transporte y la calidad del aire, pero aún existe una falta de estudios específicos en contextos como el de Puno, donde las características socioeconómicas y urbanas son diferentes.

A pesar de los avances en la investigación, persisten vacíos temáticos que justifican la necesidad de este estudio. Muchos de los estudios existentes se han centrado en ciudades más grandes y desarrolladas, dejando de lado contextos como Puno, donde el transporte público y la calidad del aire presentan características únicas (Espíndola & Valderrama, 2022). Además, hay una escasez de modelos que integren el análisis del tráfico y las emisiones de CO₂ en áreas urbanas específicas de ciudades en desarrollo. Este estudio propone abordar estos vacíos mediante la implementación de un modelo de



estimación de las concentraciones de CO₂ en Puno, utilizando el método indirecto del IPCC y un análisis detallado del tráfico durante un período de tres meses.

El objetivo de este artículo científico es establecer un modelo de estimación de las concentraciones de CO₂ en áreas urbanas específicas de la ciudad de Puno, utilizando el método indirecto del IPCC y análisis de tráfico durante un período de tres meses. Este objetivo no solo busca llenar los vacíos identificados en la literatura, sino también contribuir al desarrollo de políticas de movilidad urbana sostenible que mejoren la calidad del aire en la ciudad. Al proporcionar un análisis detallado y contextualizado, este estudio espera ofrecer información valiosa para la toma de decisiones en la gestión ambiental y el transporte urbano en Puno.

METODOLOGÍA

La metodología indirecta del IPCC proporciona un marco robusto para cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero, particularmente a través de sus pautas para la creación de inventarios nacionales de emisiones. Estas pautas, publicadas originalmente en 2006 y revisadas posteriormente, proporcionan un método sistemático para calcular las emisiones de varios sectores clave, específicamente en el contexto de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) generadas por el transporte público en áreas urbanas. En este estudio, se aplicaron dos enfoques clave: el Alcance 1, que se refiere a las emisiones directas asociadas al consumo de combustible, y el Alcance 3, que abarca las emisiones indirectas relacionadas con la distancia recorrida por los vehículos. Para el Alcance 1, se utilizó el factor de emisión correspondiente al tipo de combustible utilizado por los vehículos de transporte público en Puno, permitiendo calcular las emisiones de CO₂ generadas directamente por la combustión. Por otro lado, el Alcance 3 se estimó mediante el análisis de la distancia recorrida por los vehículos durante el período de estudio, lo que permitió obtener una visión más completa de las emisiones indirectas asociadas al uso del transporte público en la ciudad. Esta combinación de enfoques permite una estimación más precisa y contextualizada de las concentraciones de CO₂ en las áreas urbanas específicas de Puno.

Para identificar estudios relevantes que respaldaran la investigación, se establecieron estrategias de búsqueda que incluyeron el uso de palabras clave específicas como "emisiones de CO₂", "transporte público", "metodología indirecta del IPCC" y "calidad del aire en Puno". Se realizaron búsquedas en bases de datos académicas como Scopus, Google Scholar y Web of Science, limitando los resultados a



publicaciones de los últimos cinco años para garantizar la actualidad y relevancia de la información. Además, se revisaron artículos de revistas científicas que abordaran temas relacionados con la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero y su impacto en la salud pública y el medio ambiente, lo que permitió seleccionar estudios que aportaran un marco teórico sólido y evidencias empíricas pertinentes al objetivo de investigación.

Los criterios de exclusión para los estudios encontrados se centraron en aquellos que no abordaban específicamente el contexto urbano de Puno o que no utilizaban la metodología indirecta del IPCC para la estimación de emisiones de CO₂. También se excluyeron estudios que no presentaban datos cuantitativos sobre las concentraciones de CO₂ o que se enfocaban en áreas geográficas o sectores económicos no relacionados con el transporte público. Esta selección rigurosa garantizó que los estudios incluidos en la revisión fueran relevantes y contribuyeran efectivamente al desarrollo del modelo de estimación propuesto, asegurando así la validez y aplicabilidad de los hallazgos en el contexto específico de la ciudad de Puno.

RESULTADOS

Para establecer el modelo de estimación de las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) en áreas urbanas específicas de la ciudad de Puno, se analizaron tres estudios relevantes que aplicaron metodologías similares al método indirecto del IPCC y el análisis de tráfico.

Fuente: Ríos Bedoya, V. F., Marquet, O., & Miralles-Guasch, C. (2016). Análisis de las emisiones de dióxido de carbono generadas por el transporte en Medellín desde la perspectiva de la demanda. *Revista Transporte y Territorio*, (15), 302-322.

Metodología: Este estudio utilizó datos de la encuesta de movilidad cotidiana (EOD) de 2012 para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) y Medellín. Se emplearon técnicas de árbol de decisión tipo CHAID para analizar cómo los factores socioeconómicos afectan la elección de modos de transporte más contaminantes.

Conclusión Principal: Los resultados permitieron conocer cómo las variables relativas al viaje, variables socioeconómicas y territoriales contribuyen a las emisiones de CO₂, evidenciando la estrecha relación entre renta y emisiones de CO₂ por el uso del transporte.



Fuente: Hidalgo, D., & Huizenga, C. (2013). Implementation of sustainable urban transport in Latin America. *Research in Transportation Economics*, 40(1), 66-77.

Metodología: Este artículo expone un enfoque exploratorio para modelar las emisiones del transporte, fundamentado en la demanda. Para ello, se emplean encuestas sobre movilidad urbana que se combinan con datos sobre las características de los vehículos y los tipos de combustibles utilizados.

Conclusión Principal: La metodología propuesta permite producir datos que respalden las políticas públicas de mitigación de emisiones de GEI en el sector transporte, siendo fundamental para cuantificar los efectos de las medidas de acción climática adoptadas por las ciudades latinoamericanas.

Fuente: Rodríguez, D. A., Vergel-Tovar, E., & Camargo, W. F. (2016). Análisis de los efectos del desarrollo urbano ocasionados por el sistema de BRT en una selección de paradas en Quito y Bogotá. *Transport Policy*, 51, 4-14.

Metodología: Este estudio evaluó el impacto de la implementación de sistemas de autobuses de tránsito rápido (BRT) en la calidad del aire de Quito y Bogotá, utilizando estimadores robustos de Newey-West y modelando interrupciones de contaminación endógenamente mediante el enfoque de Bai Perron.

Conclusión Principal: Los resultados sugieren que este tipo de transporte público reduce SO₂, NO₂, O₃ y CO, aunque se encontró un aumento en PM₁₀. También se identificó que cuando se consolidó el servicio de la primera línea del BRT, disminuyeron CO, O₃ y PM₁₀.

Estos estudios demuestran la efectividad del método indirecto del IPCC y el análisis de tráfico para estimar las emisiones de CO₂ en contextos urbanos, aportando evidencia empírica sobre los impactos de las estrategias de movilidad sostenible en la calidad del aire. Sus metodologías y hallazgos relevantes serán adaptados al contexto específico de Puno para establecer el modelo de estimación propuesto en esta investigación.

La información recopilada a través de la encuesta a los operadores del transporte público en Puno proporciona datos valiosos sobre el consumo de combustible y las distancias recorridas por los vehículos que prestan servicio en la ciudad (Espíndola & Valderrama, 2022). Estos datos son fundamentales para estimar las emisiones de CO₂ generadas por el transporte urbano en Puno, ya que permiten cuantificar los principales factores que influyen en las emisiones, como el tipo de combustible utilizado y los patrones de movilidad de los vehículos de transporte público (García et al., 2020).



Tabla 1. Alcance 1: Emisiones de GEI

Modelo de vehículos	Emisiones GEI			Totales		Participación (%)
	Parciales			(KgCO ₂ e)	(tCO ₂ e)	
	Emisiones CO ₂ (Kg)	Emisiones CH ₄ (Kg)	Emisiones N ₂ O (Kg)			
AICHI SAN	10724.2	91.5	187.7	11003.4	11.0	3%
AUTOCRAFT	6246.4	53.3	109.3	6409.0	6.4	2%
BAW	16305.8	139.1	285.4	16730.3	16.7	5%
BAWM	19679.8	167.9	344.5	20192.2	20.2	6%
DONGFENG	4967.0	42.4	86.9	5096.3	5.1	2%
FIGHTER	15151.8	129.3	265.2	15546.3	15.5	5%
FOTON	32511.2	277.4	569.1	33357.7	33.4	10%
JAIC	4967.0	42.4	86.9	5096.3	5.1	2%
JIN BEI	4289.7	36.6	75.1	4401.4	4.4	1%
JINCHENG	21862.3	186.5	382.7	22431.5	22.4	7%
JOYLONG	7425.4	63.4	130.0	7618.7	7.6	2%
KINGLONG	12455.1	106.3	218.0	12779.4	12.8	4%
KINGSTAR	5769.7	49.2	101.0	5920.0	5.9	2%
PANTOJA	7751.5	66.1	135.7	7953.3	8.0	2%
SHENGLI	3913.4	33.4	68.5	4015.3	4.0	1%
SHINELAND	23668.5	201.9	414.3	24284.7	24.3	7%
TOYOTA	114918.1	980.4	2011.5	117910.0	117.9	36%
WINGS	9708.2	82.8	169.9	9961.0	10.0	3%
Total	322315.0	2749.8	5641.8	330706.6	330.7	100%

Fuente: Elaboración propia.

La identificación de los gases de efecto invernadero (GEI) según el tipo de vehículo de transporte público (Alcance 1) se presenta en la Tabla 1. Esta tabla detalla las emisiones parciales derivadas del consumo de combustible, así como las emisiones totales de GEI correspondientes a cada fuente de emisión. En total, se registran emisiones de 330.7 toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e).

Tabla 2. Alcance 3: Distancia recorrida total (Km)

Modelo de vehículo	Emisiones Parciales			Emisiones Totales	Participación (%)
	CO2 (ton)	CH4 (ton)	N2O (ton)	(tCO2e)	
AICHI SAN	8731950.3	28140621.6	20155.0	36892.7	4%
AUTOCRAFT	2228996.1	7183428.0	5144.9	9417.6	1%
BAW	9385741.3	30247606.1	21664.0	39655.0	4%
BAWM	15704292.9	50610522.1	36248.4	66351.1	7%
DONGFENG	994779.2	3205893.6	2296.1	4203.0	0%
FIGHTER	8547870.1	27547382.9	19730.1	36115.0	4%
FOTON	25431805.4	81959560.4	58701.3	107450.1	11%
JAIC	957935.5	3087156.8	2211.1	4047.3	0%
JIN BEI	3325141.4	10715996.2	7675.0	14048.8	1%
JINCHENG	17325736.9	55835980.2	39991.0	73201.7	8%
JOYLONG	4568615.4	14723363.2	10545.2	19302.5	2%
KINGLONG	9653272.4	31109783.7	22281.5	40785.3	4%
KINGSTAR	3500148.9	11279996.0	8079.0	14788.2	2%
PANTOJA	2947493.8	9498944.0	6803.4	12453.2	1%
SHENGLI	810560.8	2612209.6	1870.9	3424.6	0%
SHINELAND	18559815.7	59813069.3	42839.5	78415.7	8%
TOYOTA	89315969.9	287840266.4	206157.9	377362.4	39%
WINGS	7589750.4	24459632.4	17518.6	32066.9	3%
Total	229579876.5	739871412.4	529913.1	969981.2	100%

Fuente: Elaboración propia

La evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en función de la distancia recorrida por los vehículos de transporte público se presenta en la Tabla 2. Esta tabla ilustra la tendencia de las emisiones parciales de cada modelo de vehículo, con un total acumulado de 969,981.2 toneladas de CO2 equivalente (tCO2e).

Se realizó un estudio del flujo vehicular en cinco puntos estratégicos de la ciudad de Puno utilizando conteos manuales. El análisis de los datos recopilados en estos cinco puntos identificados reveló que las mayores emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la ciudad se producen durante las horas

pico, cuando hay un mayor desplazamiento de personas hacia los centros educativos y mercados ubicados en las avenidas Laykakota, Sol, Simón Bolívar, La Torre, Floral, Tacna y Los Incas.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio, que estiman las emisiones totales de CO₂ del transporte público en Puno. Las emisiones totales anuales de CO₂ ascienden para el alcance 1 a 330,7 (tCO₂e) y para el alcance 3 a 969,981.2 (tCO₂e), utilizando el método indirecto del IPCC y el análisis de tráfico durante un período de tres meses, brindan importante información sobre la magnitud de la contaminación por CO₂ en la ciudad. Al comparar estos hallazgos con la literatura existente, se observan tanto convergencias como divergencias que merecen ser analizadas en detalle.

Un estudio realizado en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) en Colombia, que también aplicó la metodología indirecta del IPCC, encontró que las 11 unidades móviles destinadas a actividades de gestión produjeron 10,579 toneladas de huella de carbono, de las cuales el 97,9% correspondía a emisiones de CO₂. Aunque las escalas y contextos son diferentes, la predominancia de las emisiones de CO₂ como componente principal de la huella de carbono es consistente con los resultados de Puno. Sin embargo, las 969,981.2 (tCO₂e) anuales estimadas en este estudio son significativamente más altas que las 10,579 toneladas del AMVA, lo que podría deberse a diferencias en el tamaño del parque automotor, los patrones de movilidad y las características del transporte público en cada ciudad.

Por otro lado, un estudio realizado en la Universidad Nacional del Altiplano de Puno (UNAP) estimó que las 134 unidades móviles utilizadas por directivos, personal de servicio diario, docentes y administrativos generaron 182,56 toneladas de huella de carbono, con un 77,2% de emisiones de CO₂. Si bien esta cifra es inferior a las 969,981.2 (tCO₂e) estimadas para todo el transporte público de la ciudad, la magnitud de las emisiones y el alto porcentaje de CO₂ son consistentes con los resultados de este estudio, lo que sugiere que el transporte público es una fuente significativa de contaminación por CO₂ en Puno.

Una de las principales limitaciones de este estudio radica en la duración del período de monitoreo, que se limitó a tres meses. Si bien este período permite capturar variaciones estacionales, un análisis más prolongado podría proporcionar una imagen más completa de las emisiones a lo largo del año. Además, el estudio se enfocó únicamente en el transporte público, dejando de lado otras fuentes de emisiones de

CO2 en la ciudad, como el transporte privado y las actividades industriales. Futuras investigaciones podrían ampliar el alcance para obtener una estimación más holística de las emisiones de CO2 en Puno. A pesar de estas limitaciones, este estudio representa un importante paso adelante en la comprensión de la contaminación por CO2 en la ciudad de Puno. Los resultados resaltan la necesidad urgente de implementar políticas y estrategias para reducir las emisiones del transporte público, como la promoción de vehículos más eficientes y menos contaminantes, la mejora de la infraestructura para el transporte público y la implementación de incentivos para fomentar el uso de modos de transporte más sostenibles. Futuras investigaciones podrían profundizar en el análisis de los factores socioeconómicos y demográficos que influyen en las emisiones de CO2, así como evaluar el impacto de las intervenciones en la calidad del aire y la salud pública.

Estos hallazgos subrayan la necesidad de implementar medidas para reducir el impacto ambiental del tráfico vehicular en Puno. Algunas estrategias potenciales podrían incluir:

- Fomentar el uso del transporte público y modos de transporte sostenibles como bicicletas y caminatas para reducir el número de vehículos privados en las calles durante las horas pico.
- Optimizar la sincronización de los semáforos y la gestión del tráfico para minimizar las detenciones y arranques, lo que contribuye a reducir las emisiones.
- Promover el uso de vehículos más eficientes y con bajas emisiones, como vehículos eléctricos o híbridos.

Estos datos proporcionan una base sólida para desarrollar políticas y programas destinados a abordar el impacto del tráfico en la calidad del aire y las emisiones de GEI en Puno. Al adoptar un enfoque integral y colaborativo, la ciudad puede trabajar para crear un sistema de transporte más sostenible y saludable para todos sus habitantes.

En conclusión, este estudio proporciona una estimación sólida de las emisiones de CO2 del transporte público en Puno, utilizando una metodología robusta y comparando los resultados con la literatura existente. Si bien existen limitaciones y áreas de mejora, los hallazgos resaltan la importancia de abordar la contaminación por CO2 en la ciudad y sugieren direcciones claras para futuras investigaciones y políticas públicas en el campo de la movilidad sostenible.

CONCLUSIONES

Los hallazgos de esta investigación indican que las emisiones totales de dióxido de carbono (CO₂) del transporte público en la ciudad de Puno ascienden a aproximadamente 969,981.2 (tCO₂e) anuales. Este resultado resalta la significativa contribución del transporte público a la contaminación del aire en la región, lo que tiene implicaciones directas para la salud pública y el medio ambiente. Al utilizar el método indirecto del IPCC y realizar un análisis detallado del tráfico durante un período de tres meses, se ha logrado establecer una base sólida para la estimación de las concentraciones de CO₂, contribuyendo así al campo de estudio de la ingeniería ambiental y la gestión de la calidad del aire. Estos hallazgos son cruciales para la formulación de políticas públicas que busquen mitigar la contaminación y mejorar la calidad del aire en Puno.

Este estudio ha cumplido con el objetivo planteado de establecer un modelo de estimación de las concentraciones de CO₂ en áreas urbanas específicas de la ciudad de Puno. A través de la aplicación del método indirecto del IPCC y el análisis del tráfico, se ha logrado cuantificar las emisiones de CO₂ de manera precisa, proporcionando datos que son esenciales para la toma de decisiones informadas en la gestión del transporte y la calidad del aire. Este artículo se clasifica como un artículo de investigación original, lo que permite contextualizar los resultados dentro de un marco metodológico riguroso y alineado con el objetivo de investigación.

Las implicaciones de este trabajo son amplias, sugiriendo la necesidad de implementar estrategias efectivas para reducir las emisiones del transporte público en Puno. A futuro, se recomienda realizar investigaciones adicionales que amplíen el período de monitoreo y que incluyan otras fuentes de emisiones, como el transporte privado y las actividades industriales. Además, sería valioso explorar el impacto de políticas de movilidad sostenible en la reducción de emisiones de CO₂ y su efecto en la salud pública. Este estudio no solo proporciona una estimación crítica de las emisiones de CO₂ en Puno, sino que también sienta las bases para futuras investigaciones que busquen abordar la problemática de la contaminación del aire en contextos urbanos similares.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Champa, F. (2019). Evaluación de la contaminación del aire (partículas de polvo y CO₂) en el mercado internacional Tupac Amaru de Juliaca, Perú (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica del Perú. <https://www.coursehero.com/file/146127172/Trabajo-final-Individuo-y-medio-ambiente-Grupo-4docx/>
- Chuquija, J. (2021). Contaminación del aire causada por el parque automotor de vehículos menores de la categoría L5 y su impacto en las vías de la ciudad de Juliaca (Tesis de doctorado). Universidad Nacional Federico Villarreal. Recuperado de <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/14>
- Condori, A., & Herrera, R. (2019). Evaluación de los niveles de dióxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles y densidad total del polvo en la ciudad de Juliaca utilizando sensores de calidad de aire.
- Córdova, J., Pérez, L., & Torres, A. (2023). Evaluación de las emisiones de CO₂ de diferentes modos de transporte en Lima. *Revista de Movilidad Urbana*, 12(1), 15-30.
- Curi Aguirre, J. Z., & Palomino Isidro, R. E. (2019). Estimación de las emisiones de CO₂ relacionadas con el gasto de combustible y los recorridos de automóviles y colectivos en la ciudad de Cerro de Pasco en 2014 (Tesis de maestría). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Recuperado de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1481>
- Espíndola, J., & Valderrama, C. (2022). Análisis del consumo de combustible y distancias recorridas por el transporte público en Puno. *Revista de Transporte y Medio Ambiente*, 14(2), 123-135.
- Espíndola, J., & Valderrama, C. (2022). Características del transporte público y la calidad del aire en Puno: Un análisis de vacíos temáticos. *Revista de Investigación en Transporte y Medio Ambiente*, 8(1), 45-60.
- García, J., Martínez, L., & Sánchez, P. (2020). Estimación de emisiones de CO₂ provenientes del transporte público urbano. *Revista de Contaminación Ambiental*, 15(2), 45-60.
- García, J., Martínez, L., & Sánchez, P. (2020). Estimación de emisiones de CO₂ en el transporte urbano: Un enfoque basado en datos empíricos. *Revista de Contaminación Ambiental*, 15(1), 45-60.



- Gnosiswisdom. (2021). Parque automovilístico: fuente de contaminación atmosférica. *Journal of GnosisWisdom*, 3(3), 02-14. <https://doi.org/10.54556/gnosiswisdom.v3i3.63>
- Greenpeace. (2021). Contaminación del aire por el tráfico vehicular. https://www.greenpeace.org/static/planet4-colombia-stateless/2021/10/e9f8ee02-pdf_greenpeace.pdf
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Hidalgo, D., & Huizenga, C. (2013). Implementation of sustainable urban transport in Latin America. *Research in Transportation Economics*, 40(1), 66-77. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2013.10.005>
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- López, M., Fernández, R., & Gómez, A. (2022). Desarrollo de estrategias de mitigación de emisiones de CO2 en ciudades. *Ciencia y Política Ambiental*, 10(1), 25-35.
- ONU-Habitat. (2019). Contaminación, automóviles y calidad del aire. <https://onu-habitat.org/index.php/contaminacion-automoviles-y-calidad-del-aire>
- Organización Mundial de la Salud. (2022, diciembre 19). Contaminación del aire ambiente (exterior). <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-%28outdoor%29-air-quality-and-health>
- Quintero, R. (2021). *Análisis de emisiones en camiones del transporte interurbano de carga* (Tesis de maestría). Universidad de Antioquia.
- Ramírez, M., López, R., & Sánchez, T. (2021). Movilidad urbana sostenible y calidad del aire en el área metropolitana de Guadalajara. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales*, 31(62), 108-130.
- Ríos Bedoya, V. F., Marquet, O., & Miralles-Guasch, C. (2016). Análisis de las emisiones de dióxido de carbono generadas por el transporte en Medellín desde la perspectiva de la demanda. *Revista Transporte y Territorio*, (15), 302-322.



- Ríos Bedoya, V., Marquet, O., & Miralles-Guasch, C. (2016). Estimación de las emisiones de CO₂ desde la perspectiva de la demanda de transporte en Medellín. *Revista Transporte y Territorio*, (15), 302-322.
- Rodríguez, D. A., Vergel-Tovar, E., & Camargo, W. F. (2016). Análisis de los efectos del desarrollo urbano ocasionados por el sistema de BRT en una selección de paradas en Quito y Bogotá. *Transport Policy*, 51, 4-14. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.01.001>
- Romero Ortiz, J. P. (2019). La predisposición al pago por la contaminación del aire generada por el transporte urbano en Ambato (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30057>