

Huella de carbono en instituciones de educación en Colombia: Una revisión sistemática

Sergio Alejandro Martínez-Díaz¹, Juan Manuel Trujillo-González² 

Recibido: 16 de julio de 2024 Aceptado: 21 de octubre de 2024 Actualizado: 19 de marzo de 2025

DOI: 10.17151/luaz.2024.58.7

Resumen

Introducción: actualmente, la preocupación de las partes interesadas por el cambio climático ha aumentado significativamente. La huella de carbono, como herramienta de medición, permite evaluar las emisiones de dióxido de carbono directas e indirectas liberadas a la atmósfera como resultado de diversas actividades, cuyo valor depende del alcance metodológico aplicado. En este trabajo se tiene como objetivo recopilar estimaciones de la huella de carbono en instituciones educativas de Colombia, destacando las metodologías empleadas para su cálculo y reporte, la definición de límites organizacionales, temporales y operativos, y los aportes de cada alcance. **Materiales y métodos:** para la obtención de información, se emplearon motores de búsqueda como Google Scholar y bases de datos como Scopus. **Resultados:** en este proceso, se definieron términos específicos y palabras clave que cubrieran los conceptos principales de la huella de carbono y las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el ámbito educativo. Uno de los hallazgos más destacados es el creciente interés, en los últimos años, por parte de las instituciones educativas en estimar voluntariamente su huella de carbono. Las diferencias en los métodos de cálculo y en los alcances considerados reflejan la variabilidad en las estimaciones de la huella de carbono entre las instituciones educativas, lo cual subraya la necesidad de metodologías uniformes que permitan una comparación más precisa. **Conclusiones:** esta tendencia ha impulsado la implementación de estrategias de mitigación y control, orientadas a reducir los riesgos e impactos socioeconómicos asociados con la variabilidad y el cambio climático.

Palabras clave: huella de carbono, gases de efecto invernadero, institución de educación, carbono neutro.

Carbon Footprint in Educational Institutions in Colombia: A Systematic Review

Abstract

Introduction: currently, stakeholder concern about climate change has significantly increased. The carbon footprint, as a measurement tool, allows for the evaluation of both direct and indirect carbon dioxide emissions released into the atmosphere as a result of various activities, with its value depending on the methodological scope applied. This study aims to compile carbon footprint estimates from educational institutions in Colombia, highlighting the methodologies used for calculation and reporting, the definition of organizational, temporal, and operational boundaries, and the contributions from each scope. **Materials and methods:** for information gathering, search engines like Google Scholar and databases such as Scopus were used. **Results:** in this process, specific terms and keywords covering the main concepts of carbon footprint and greenhouse gas emissions in the educational field were defined. One of the most notable findings is the growing interest, in recent years, from educational institutions in voluntarily estimating their carbon footprint. Differences in calculation methods and considered scopes reflect the variability in carbon

footprint estimates among educational institutions, underscoring the need for uniform methodologies that allow for more precise comparison. Conclusions: this trend has driven the implementation of mitigation and control strategies aimed at reducing the socioeconomic risks and impacts associated with climate variability and change.

Keywords: carbon footprint, greenhouse gasses, education institutions, carbon neutral.

Introducción

El cambio climático se refiere al cambio en el clima observado o a los patrones climáticos, que puede ser atribuido a la actividad humana —alterando la composición de la atmósfera mundial— o a la variabilidad natural del clima (United Nations, s.f.). Esta transformación es inducida por el aumento progresivo y gradual de la temperatura promedio en la superficie terrestre (González Elizondo *et al.*, 2003). Desde 1990, ha persistido el incremento en las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI), que son resultado de actividades como la quema de combustibles fósiles, procesos industriales, uso de la tierra, cambios en el uso de la tierra y prácticas de silvicultura (The Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2022). Estas emisiones varían de manera amplia entre distintas regiones y a lo largo del tiempo, así como en diferentes etapas de desarrollo (Ley 164, 1994, art 3; IPCC, 2022).

La preocupación actual radica en el aumento de los seis principales GEI: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆) (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2012.). El cambio climático afecta mucho a varios sectores importantes (Fernández-Reyes *et al.*, 2015). Provoca una rápida disminución de especies y cambia de manera significativa los lugares donde viven, obligando a los animales a cambiar, moverse o desaparecer (Upadhyay, 2020). En la agricultura, la productividad se ve reducida, especialmente en cultivos importantes como el trigo, lo que pone en peligro la seguridad alimentaria a nivel global (Petronaitis *et al.*, 2021; Abbass *et al.*, 2022). La salud de las personas también está en peligro, con estimaciones que predicen hasta 250 000 muertes más cada año entre 2030 y 2050, debido al aumento de eventos climáticos extremos y la propagación de enfermedades transmitidas por insectos (Fadda, 2020). En Colombia, Munar *et al.*, (2023) han demostrado efectos del cambio climático sobre la dinámica hidrológica del río Magdalena.

A partir de la implementación del Acuerdo de París, Colombia ha emprendido un camino hacia la construcción de un futuro resiliente al cambio climático, reflejado en la estrategia climática E2050. Esta estrategia, considerada como una política de Estado, tiene como objetivo alcanzar la neutralidad de carbono e involucra a todos los sectores y territorios del país, siendo liderada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Departamento Nacional de Planeación y la Cancillería (Gobierno de Colombia, 2012). En línea con esto, la Política Nacional de Cambio Climático promueve un crecimiento sostenible e integra la gestión del cambio climático en las decisiones tanto públicas como privadas (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2017).

La Ley de Acción Climática surge como respuesta a la necesidad de establecer metas y medidas mínimas en relación a la carbono neutralidad y la resiliencia climática a nivel nacional (Ley 2169, 2021, art, 4), alineándose con el objetivo 13 de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Este objetivo busca la implementación de medidas prioritarias que permitan enfrentar los efectos adversos del cambio climático (Naciones Unidas, 2015).

En el ámbito de las instituciones educativas, el ranking GreenMetric, liderado por la Universidad de Indonesia y lanzado en 2010, tiene como objetivo promover campus verdes y la sostenibilidad ambiental para combatir el cambio climático mediante la reducción de la huella de carbono (HC) (GreenMetric, 2021). Para este propósito, se ha desarrollado un conjunto de criterios destinados a fomentar el compromiso con prácticas de manejo ambiental sostenible y la construcción de campus sustentables (Abu Qdais *et al.*, 2019). Donde las instituciones educativas deben liderar los modelos ambientales y de sostenibilidad (Gómez *et al.*, 2016), lo que incluye la iniciativa voluntaria de calcular y reportar su propia huella de carbono.

El objetivo en este trabajo estuvo orientado a recopilar estudios relacionados con la huella de carbono en instituciones educativas de Colombia, de modo que se pueda establecer una línea base de directrices y estrategias de sostenibilidad generadas por las instituciones educativas en el país.

Materiales y Métodos

La revisión sistemática se enfocó en profundizar el conocimiento y las habilidades necesarias para comprender los conceptos fundamentales asociados a la huella de carbono. Además, se realizó una exploración exhaustiva de diversas normativas y metodologías aplicables para cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en instituciones educativas de Colombia. Con este objetivo, se recopiló material bibliográfico que incluyó artículos científicos, trabajos de grado e informes obtenidos de fuentes como la base de datos Scopus, motores de búsqueda académica como Google Académico y plataformas web institucionales.

Para asegurar la relevancia y precisión en la recolección de datos, se aplicaron diversas estrategias de búsqueda de información científica. Inicialmente, se definieron términos específicos y palabras clave que abarcaran los principales conceptos de la huella de carbono y las emisiones de GEI en el contexto educativo. Estas palabras clave incluyeron combinaciones como “huella de carbono”, “emisiones de gases de efecto invernadero”, “instituciones educativas” y “Colombia”, permitiendo una búsqueda más precisa y orientada hacia los resultados más pertinentes.

Una vez recopilada la información, se realizó un análisis crítico exhaustivo. Este análisis no solo facilitó una comprensión detallada de los datos obtenidos, sino que también permitió la elaboración de un inventario de emisiones de GEI, la identificación de estrategias de mitigación y la planificación de futuras aplicaciones en el sector educativo. Siguiendo las directrices de las principales metodologías como ISO 14064 y GHG Protocol, se identificaron los objetivos y metas del inventario de GEI, los límites de la organización y los métodos de consolidación de información. En la [Figura 1](#) se presentan los alcances de medición y sus respectivos ejemplos.

Figura 1. Principales alcances y fuentes de emisión

	<p>Alcance 1 Emisión directa: Fuentes que pertenecen o son controladas por la organización.</p>	<p>Ejemplo: Transporte terrestre, consumo de combustible, aire acondicionado, recarga extintor, equipo de refrigeración, entre otros.</p>
	<p>Alcance 2 Emisión indirecta: Energía comprada por la institución.</p>	<p>Ejemplo: Consumo de energía eléctrica.</p>
	<p>Alcance 3 Emisión indirecta: Fuentes que pertenecen o son controladas por otras organizaciones.</p>	<p>Ejemplo: Actividad agrícola y pecuaria, agua residual, compostaje, consumo de papel, generación de residuos, consumo de agua, transporte aéreo, entre otros.</p>

Resultados y Discusión

Las instituciones de educación han implementado diversos métodos asociados a la determinación del inventario de GEI (Espíndola y Valderrama, 2012). Principalmente, con el indicador ambiental que cuantifica las emisiones directas e indirectas de GEI en términos de CO₂ equivalente, denominado la Huella de carbono (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC], 2020; Blanquer Rodríguez *et al*, 2012; Rodríguez y Mora, 2021; World Business Council for Sustainable Development, World Resources Institute y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT] , 2001). La huella de carbono se ha convertido en una herramienta para informar y comunicar el desempeño ambiental a todas sus partes interesadas (Toro Jordano *et al.*, 2014).

En Colombia la huella de carbono ha sido implementada en instituciones de educación durante los últimos años. Dichas instituciones han comenzado a realizar esta contabilidad para afrontar la problemática del cambio climático. Los alcances y su contribución a la huella de carbono provienen del Protocolo GHG (Greenhouse Gas Protocol), que es un estándar internacional ampliamente utilizado para medir y gestionar las emisiones de gases de efecto invernadero. Este protocolo establece tres alcances principales para categorizar las fuentes de emisiones, lo cual ayuda a las organizaciones a identificar dónde se originan sus emisiones y cómo pueden reducirlas (Tabla 1).

Alcance 1: Emisiones directas, generadas por fuentes que la institución controla directamente (combustión en vehículos propios, equipos de calefacción).

Alcance 2: Emisiones indirectas provenientes del consumo de energía comprada (electricidad).

Alcance 3: Emisiones indirectas que no son controladas directamente, pero están relacionadas con la actividad de la institución (viajes, transporte de productos, actividades de la cadena de suministro).

Tabla 1. Huella de carbono y su participación porcentual en los alcances incluidos en la medición en instituciones de educación en Colombia

Institución	Método	Alcance de estudio	Año	Contribución por Alcance (%)			Ton CO2-eq	Fuente
				1	2	3		
Universidad Industrial Santander	de Calculadora	Sede Principal	2010	99,58	0,42	--	4112,23	Rojas y Chacón, 2011
Universidad Tolima	del IPCC	Centro Universitario Regional del Norte	2015-2016	56,07	43,93	--	333	Suárez Santos y Patiño Forero, 2018
Universidad Surcolombiana	GHG Protocolo	Sede Principal y Subsede	y 2016	14,51	85,49	--	801,3	Rodríguez Flórez, 2018
Universidad EAN	ISO 14064	Multicampus	2019	22,68	77,32	--	205,62	Osorio <i>et al.</i> , 2022
Universidad Distrital Francisco José de Caldas	GHG Protocolo	Multicampus	2020	2,00	98,00	--	567,64	Uran y Carmona, 2016
Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales - UDCA	ISO 14064 GHG Protocolo	Campus Norte y Sur	2015	71,35	25,52	3,13	511,58	Aponte Quiñones, 2017
Instituto Tecnológico Metropolitano	ISO 14064	Sede principal	2016	72,57	27,42	0,010	912,3	Aristizábal-Alzate y González-Manosalva, 2021
Universidad Cooperativa Colombia	GHG Protocolo Guía Corporativa	Sede Santa Marta	2019	99	1	--	28757,15	Carrillo Rivadeneira, 2020
Universidad Sergio Arboleda	GHG Protocolo	Sede principal	2020	3,12	82,98	13,90	29,84	Universidad Sergio Arboleda, 2020
Universidad Pontificia Bolivariana	GHG Protocolo	Multicampus	2019-2020	12,5	50,9	36,6	4461,06	Osorio <i>et al.</i> , 2022

Universidad Magdalena	del ISO 14064	Sede principal y Sede Taganga	2020	41	59	--	1066,64	Zabaleta Ramos, 2021
Universidad Libre	ISO 14064 GHG Protocolo	Sede Bosque Popular y Candelaria	2016	0,80	0,54	98,66	46700,27	Rodríguez, y Martínez, 2018
Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano	ISO 14064	Sede principal	2015	8,18	37,25	54,57	1688,36	Manso Piñeros <i>et al.</i> , 2017
Universidad Santo Tomás	ISO 14064 GHG Protocolo	Multicampus	2018	18,00	34,00	48,00	2415,83	Farfán Parra, 2019
Universidad de la Costa	GHG Protocolo IPCC	Sede principal	2020	0,06	0,06	99,88	72039,061	Larios Rico <i>et al.</i> , 2022
Universidad Católica Manizales	de Guía Universidad	Sede principal	2020	21,43	29,33	49,24	165,6	Universidad Católica de Manizales [UCM], 2022
Universidad EAFIT	ISO 14064 GHG Protocolo	Multicampus	2020	5,69	36,29	58,02	2648	Universidad EAFIT, 2019; s.f.
Universidad Santander	de ISO 14064 GHG Protocolo	Sede Principal	2020	25,79	--	74,21	106,07	Plata Delgado, 2021
Universidad Tecnológica Pereira	de GHG Protocolo	Sede principal	2017	0,80	2,50	96,70	8969	Varón-Hoyos <i>et al.</i> , 2021
Universidad Militar Nueva Granada	ISO 14064 IPCC	Facultad de Ingeniería Sede Cajicá	2019	0,29	38,82	60,89	4946,95	Becerra Sánchez y Urrego Dávila, 2021
Universidad Nacional Bogotá	Sede Guía Universidad	Sede Bogotá	2021	14,74	78,24	7,02	1525,9	Universidad Nacional de Colombia y Oficina de Gestión Ambiental Vicerrectoría de Sede-Sede Bogotá, 2020
Universidad Nacional Colombia	de ISO 14064 Sede GHG	Campus Urbanos	2018-2019	2,84	14,03	83,13	7250,52	Cano <i>et al.</i> , 2023

Medellín		Protocolo									
Universidad Nacional Manizales	Sede	Guía Universidad	Campus Palogrande, El Cable, y La Nubia	2019	45,7	49,2	5,1	386,2		Universidad Nacional Sede Manizales, 2021	
Universidad de La Salle	Sede Norte	ISO 14064	Sede Norte	2018	2,8	0,6	96,6	11319,4		Cabezas Parraga y Chavarro Molina, 2020	
Universidad de La Salle Chapinero	Sede	GHG Protocolo	Sede Chapinero	2018	1,00	2,00	97,00	22221,17		Sáenz Ramírez y Novoa Ocampo, 2019	
Universidad de La Salle Candelaria	Sede	ISO 14064 GHG Protocolo	Sede Candelaria	2018-2019	42,00	4,00	54,00	3976,06		Reyes Salazar y Panche Cano, 2019	
Colegio Buckingham	Bilingüe	ISO 14064 GHG Protocolo	Sede principal	2019	9,15	2,30	88,55	866,67		Rodríguez y Mora, 2021	
Institución Educativa El Retiro		Guía metodológica	(1) Sede Colegio, (2) Sedes Escuelas	1 año	--	--	100	0,695		Valencia Toro y Vargas Londoño, 2013	

La comparación de la huella de carbono (HC) en varias instituciones educativas, muestra una gran diversidad en sus resultados debido a la aplicación de diferentes metodologías y alcances (Figura 2). La Universidad Industrial de Santander (UIS) reportó en 2010 unas emisiones de 4112,23 toneladas de CO₂ equivalente (Ton CO₂-eq), con el alcance 1 representando el 99,58 % y el alcance 2 el 0,42 %. Por otro lado, la Universidad del Tolima cuantificó 333 Ton CO₂-eq con una distribución de 56,07 % para el alcance 1 y 43,93 % para el alcance 2.

La Universidad Surcolombiana y la Universidad EAN también excluyeron el alcance 3, con emisiones de 801,3 Ton CO₂-eq y 205,62 Ton CO₂-eq, respectivamente, mostrando diferentes proporciones entre los alcances 1 y 2. La Universidad Cooperativa de Colombia, en su sede de Santa Marta, registró una HC de 28757,15 Ton CO₂-eq, con un 98,90 % del alcance 1, 0,95 % del alcance 2, y 0,14 % del alcance 3. La Universidad Sergio Arboleda, en 2020, mostró 29,84 Ton CO₂-eq, con el alcance 2 predominando con el 82,98 %.

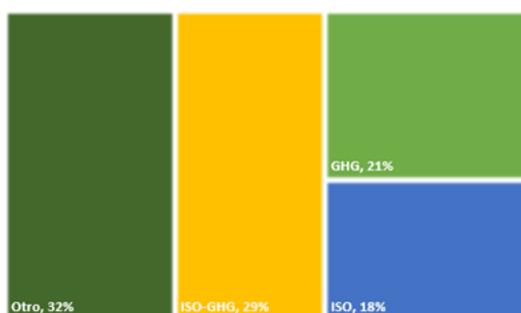
Instituciones como la Universidad Pontificia Bolivariana y la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA) consideraron todos los alcances en su análisis. La primera reportó 4461,06 Ton CO₂-eq, con mayor contribución del alcance 2 (50,89 %), mientras que la UDCA registró 511,58 Ton CO₂-eq, siendo el alcance 1 el más significativo (71,35 %).

La Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano y la Universidad Santo Tomás también presentaron diferencias en sus resultados, con el alcance 3 representando una mayor parte de sus emisiones. La

primera registró 1688,36 Ton CO₂-eq con un 54,57 % del alcance 3, mientras que la segunda reportó 2415,83 Ton CO₂-eq, con un 48 % del alcance 3.

La Universidad de la Costa mostró una HC en comparación alta de 72039,06 Ton CO₂^{-eq}, dominada casi completamente por el alcance 3 (99,88 %). La Universidad Nacional evaluó sus diferentes sedes, con variaciones significativas en las contribuciones de cada alcance, como en Medellín (7250,52 Ton CO₂-eq) y Bogotá (1525,9 Ton CO₂-eq). Y la Universidad de La Salle y otras instituciones educativas también destacaron por una fuerte contribución del alcance 3.

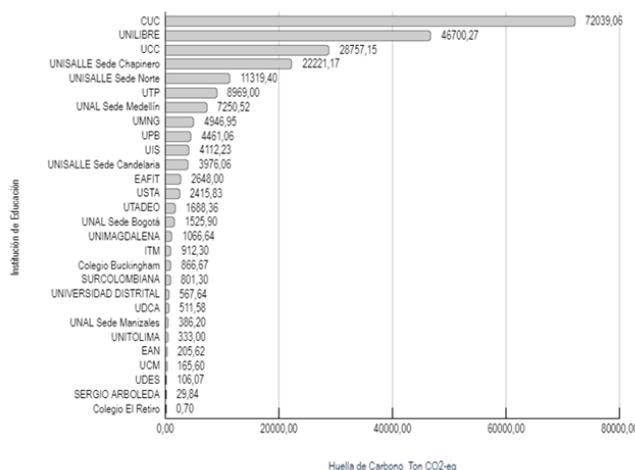
Figura 2. Distribución porcentual de las metodologías aplicadas en instituciones de educación para la medición de la huella de carbono



De acuerdo con esto, entre las 28 instituciones de educación que han decidido calcular y reportar su huella de carbono, seis utilizaron la metodología Greenhouse Gas Protocol GGP (21 %), cinco aplicaron la Norma ISO 14064 (18 %), ocho emplearon las dos metodologías anteriores de manera combinada (29 %), y nueve aplicaron otras metodologías como guías institucionales propias o software en línea, entre otras (32 %).

En la [Figura 3](#) se evidencia la contribución de emisiones directas e indirectas de GEI en términos de CO₂ equivalente como resultado de actividades de las instituciones educativas.

Figura 3. Emisiones de CO₂^{-eq} en toneladas para las diferentes instituciones de educación en Colombia



Institución	Transporte terrestre	Combustible	Refrigeración	Aire acondicionado	Extintor	Energía eléctrica	Agua	Papel	Residuos	Transporte aéreo	Agua residual	Compostaje	Act. agrícola	Act. pecuaria	Transporte tercerizado	Otros	Fuente
Universidad Industrial de Santander	●					●											Rojas y Chacón, 2011
Universidad del Tolima	●	●				●							●	●			Suárez Santos y Patiño Forero, 2018
Universidad Surcolombiana	●					●											Rodríguez, 2018
Universidad EAN	●	●	●	●	●	●											Osorio <i>et al.</i> , 2022
Universidad Distrital Francisco José de Caldas	●	●				●											Uran y Carmona, 2016
Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – UDCA	●	●	●		●	●			●			●	●				Aponte Quiñones, 2017
Instituto Tecnológico Metropolitano	●	●	●	●	●	●	●	●	●								Aristizábal-Alzate y González-Manosalva, 2021
Universidad Cooperativa de Colombia		●	●		●	●			●								Carrillo Rivadeneira, 2020
Universidad Sergio Arboleda		●				●	●	●		●							Universidad Sergio Arboleda, 2020
Universidad Pontificia Bolivariana		●	●	●		●			●	●	●	●	●				Osorio <i>et al.</i> , 2022
Universidad del Magdalena	●	●	●	●	●	●		●	●	●		●	●				Zabaleta Ramos, 2021
Universidad Libre	●	●	●		●	●			●		●	●					Rodríguez y Martínez, 2018
Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano		●				●	●	●	●	●							Manso Piñeros <i>et al.</i> , 2017
Universidad Santo Tomás	●	●	●	●	●	●		●	●	●			●				Farfán Parra, 2019
Universidad de la Costa		●	●		●	●			●	●	●	●				●	Larios Rico <i>et al.</i> , 2022

La evaluación de la huella de carbono en instituciones educativas desempeña un papel fundamental para la visibilización de su impacto ambiental, la sensibilización de la comunidad y el establecimiento de una base sólida para implementar políticas y medidas técnicas orientadas a reducir el consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero. Es notable el crecimiento progresivo en el número de instituciones educativas que están calculando su huella de carbono. Dado su perfil complejo y la variedad de fuentes de emisiones de GEI, las instituciones educativas tienen la responsabilidad de implementar programas específicos de mitigación y adaptación al cambio climático. Esto se puede lograr mediante la adopción de protocolos que se formalicen en políticas institucionales, lo que las diferencia en el ámbito educativo y facilita la creación de alianzas estratégicas en áreas académicas, de investigación y de proyección social.

La medición de la huella de carbono en diversas instituciones educativas proporciona una referencia valiosa que puede incentivar a otras instituciones a adoptar prácticas similares en sus iniciativas de sostenibilidad. Sin embargo, es esencial reconocer las diferencias en el alcance y tamaño de cada institución antes de realizar comparaciones directas, debido a sus características particulares. Esta revisión resalta la necesidad de generar criterios estandarizados para el reporte de emisiones de GEI en el ámbito educativo, y de esta manera facilitar la comparación de los inventarios y las oportunidades de mitigación. Ante esta situación, se hace evidente la necesidad de desarrollar metodologías y herramientas simplificadas para el cálculo de la huella de carbono en instituciones educativas, y la creación de una guía unificada facilitaría la medición y presentación coherente de las emisiones, promoviendo así una comprensión más profunda y eficaz de las estrategias de mitigación en el contexto educativo.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Maestría en Gestión Ambiental Sostenible de la Universidad de los Llanos por su apoyo y facilidades brindadas para la realización de este trabajo.

Referencias

- Abbass, K., Qasim, M. Z., Song, H., Murshed, M., Mahmood, H. y Younis, I. (2022). A Review of the Global Climate Change Impacts, Adaptation, and Sustainable Mitigation Measures. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 42539-42559. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19718-6>
- Abu Qdais, H., Saadeh, O., Al-Widyan, M. I., Al-tal, R. y Abu-Dalo, M. (2019). Environmental Sustainability Features in Large University Campuses: Jordan University of Science and Technology (JUST) as a Model of Green University. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 20(2), 214-228.
- Aponte Quiñones, H. A. (2017). *Propuesta de estrategias de mitigación a partir del cálculo de la huella de carbono de los Campus Norte y Sur de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA en los años 2014* [Trabado de pregrado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/714>

- Aristizábal-Alzate, C. E. y González-Manosalva, J. L. (2021). Application of NTC-ISO 14064 Standard to Calculate the Greenhouse Gas Emissions and Carbon Footprint of ITM's Robledo Campus. *Dyna*, 28(218), 88-94. <https://doi.org/10.7440/res64.2018.03>
- Becerra Sánchez, L. N. y Urrego Dávila, P. V. (2021). *Cálculo de la huella de carbono e hídrica para la Facultad de Ingeniería de la Universidad Militar Nueva Granada sede campus, Cajicá, Colombia* [Trabajo de grado, Universidad Militar Nueva Granada]. <http://hdl.handle.net/10654/38524>
- Cabezas Parraga, J. D. y Chavarro Molina, M. A. (2020). *Cálculo de huella de carbono en la Universidad de La Salle sede Norte para la formulación de propuestas de prevención y mitigación de gases de efecto invernadero*. [Trabajo de pregrado, Universidad de La Salle]. <https://ciencia.lasalle.edu.co/items/00b474a7-f8fb-403d-8162-3fbf064c3c7b>
- Cano, N., Berrio, L., Carvajal, E. y Arango, S. (2023). Assessing the Carbon Footprint of a Colombian University Campus Using the UNE-ISO 14064–1 and WRI/WBCSD GHG Protocol Corporate Standard. *Environmental Science and Pollution Research International*, 30(2), 3980-3996.
- Carrillo Rivadeneira, J. P. (2020). Informe de prácticas y propuesta “Cálculo de la huella de carbono de la universidad Cooperativa de Colombia Sede Santa Marta [Trabajo de grado, Universidad del Magdalena]. <http://repositorio.unimagdalena.edu.co/handle/123456789/5497>
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2012). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático – PNACC. <https://n9.cl/4jsbd>
- Espíndola, C. y Valderrama, J. O. (2012). Huella del carbono. Parte 1: conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas. *Información Tecnológica*, 23(1), 163-176.
- Fadda, J. (2020). Climate change: An Overview of Potential Health Impacts Associated with Climate Change Environmental Driving Forces. En A. Sayigh (Ed.), *Renewable Energy and Sustainable Buildings* (pp. 77-119). Springer.
- Farfán Parra, J. S. (2019). *Informe cálculo de la huella de carbono de la Universidad Santo Tomás 2018* [Proyecto de grado, Universidad Santo Tomás]. <http://hdl.handle.net/11634/21869>
- Fernández-Reyes, R., Piñuel-Raigada, J. L. y Vicente-Mariño, M. (2015). La cobertura periodística del cambio climático y del calentamiento global en El País, El Mundo y La Vanguardia. *Revista Latina de Comunicación Social*, (70), 122-140. <https://doi.org/10.4185/RLCS-2015-1038>
- Gobierno de Colombia. (2021). *Estrategia climática de largo plazo de Colombia E2050 para cumplir con el Acuerdo de París*. MinAmbiente, DNP, Cancillería, AFD, Expertise France.
- Gómez, N., Cadarso, M. A. y Monsalve, F. (2016). Carbon Footprint of a University in a Multiregional Model: The Case of the University of Castilla-La Mancha. *Journal of Cleaner Production*, 138, 119-130.
- González Elizondo, M., Jurado Ybarra, E., González Elizondo, S., Aguirre Calderón, Ó. A., Jiménez Pérez, J. y Návar Cháidez, J. D. J. (2003). Cambio climático mundial: origen y consecuencias. *Ciencia UANL*, 6(3), 377-385.

- GreenMetric World University Rankings [GreenMetric]. (2021). Universidad Sostenibles. <https://greenmetric.ui.ac.id/>
- Hermosilla Alcaraz, A. (2015). *Cálculo de la huella de carbono en la Universidad Politécnica de Cartagena: en busca de la ecoeficiencia* [Trabajo de maestría, Universidad Politécnica de Cartagena]. <http://hdl.handle.net/10317/5043>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2012). Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero con corte a 2012. <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/cambio-climatico>
- The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). Full Report Climate Change 2022. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2020). *Gases de efecto invernadero. Parte 1: especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero*. <https://n9.cl/603zw>
- Larios Rico, M. F., Ariza Orozco, V. E. y Zuleta Mejía, M. J. (2022). *Huella de carbono institucional como indicador de sostenibilidad en la Universidad de la Costa-CUC* [Trabajo de grado, Universidad de la Costa]. <https://hdl.handle.net/11323/9132>
- Ley 164 de 1994. Por medio de la cual se aprueba la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecha en Nueva York el 9 de mayo de 1992. Octubre 27 de 1994. DO. 41.575. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=21970&dt=S>
- Ley 2169 de 2021. Por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones. Diciembre 22 de 2021. DO 51.896 <https://acmineria.com.co/acm/wp-content/uploads/2022/01/Ley-N0002169-de-2021-1.pdf>
- Manso Piñeros, D, Parrado Moreno. C. A y Aristizábal, A. J. (2017). Inventario de gases efecto invernadero en la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (Utadeo). *Revista Mutis*, 7(2), 44-58. <https://doi.org/10.21789/22561498.1252>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Política nacional de cambio climático*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/9.-Politica-Nacional-de-Cambio-Climatico.pdf>
- Munar, A. M., Mendez, N., Narvaez, G., Campo Zambrano, F., Motta-Marques, D., Lyra Fialho Brêda, J. P., Santos Fleischmann, A. y Angarita, H. (2023). Modelling the Climate Change Impacts on River Discharge and Inundation Extent in the Magdalena River Basin–Colombia. *Hydrological Sciences Journal*, 68(9), 1286-1300. <https://doi.org/10.1080/02626667.2023.2215932>
- Osorio, A. M., Úsuga, L. F., Vásquez, R. E., Nieto-Londoño, C., Rinaudo, M. E., Martínez, J. A. y Leal Filho, W. (2022). Towards Carbon Neutrality in Higher Education Institutions: Case of Two Private Universities in Colombia. *Sustainability*, 14(3), 1774.

- Petronaitis, T., Simpfendorfer, S. y Hüberli, D. (2021). Importance of Fusarium spp. in Wheat to Food Security: A Global Perspective. *Plant Diseases and Food Security in the 21st Century*, 127-159.
- Reyes Salazar, D. S. y Panche Cano, L. T. (2019). *Determinación de la huella de carbono de la Universidad de La Salle sede Candelaria* [Trabajo de pregrado, Universidad de La Salle]. <https://hdl.handle.net/20.500.14625/21622>
- Blanquer Rodríguez, M., Álvarez Gallego, S. y Rubio Sánchez, A. (2012). Aproximación metodológica a la estimación de la huella de carbono: el caso de la ETSI de Montes de Madrid. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 35, 175-180.
- Rodríguez Flórez, C. P. (2018). Estimación de emisiones de CO2 generadas en la Universidad Surcolombiana en Neiva - Huila y su esquema de compensación.
- Rodríguez Bernate, M. M., & Martínez Cortes, C. D. (2018). Inventario De Emisiones De Gases De Efecto Invernadero De La Universidad Libre-Sede Principal. (Tesis de grado, Universidad Libre). Biblioteca de la Universidad Libre.
- Rodríguez, C. P. (2018). Estimación de emisiones de CO2 generadas en la Universidad Surcolombiana en Neiva - Huila y su esquema de compensación (Tesis de grado, Universidad Surcolombiana). Biblioteca de la Universidad Surcolombiana.
- Rodríguez Rojas, E., & Mora Cruz, J. J. (2021). *Diseño de guía técnica para la estimación de la huella de carbono en instituciones educativas, a partir de su implementación en el colegio Buckingham* (Tesis de grado, Universidad de La Salle). Repositorio institucional de la Universidad de La Salle. <https://ciencia.lasalle.edu.co/items/b9a034e8-919f-49a1-ac38-058f4c97f829>
- Rojas, M., & Chacón, Y. (2011). *Cuantificación general de emisiones de dióxido de carbono generadas por la actividad en la Universidad Industrial de Santander y propuestas de mitigación* (Tesis de grado, Universidad Industrial de Santander). Repositorio institucional de la Universidad Industrial de Santander. <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2011/139024.pdf>
- Sáenz Ramírez, A. C. y Novoa Ocampo, J. N. (2019). *Determinación de la huella de carbono en la Universidad de La Salle – sede Chapinero como herramienta de gestión ambiental para la formulación de estrategias de reducción y mitigación de impactos ambientales asociados a la producción de gases de efecto invernadero* [Trabajo de grado, Universidad de La Salle]. <https://ciencia.lasalle.edu.co/items/88480aae-bd3e-4290-bfcd-bfd20dc39768>
- World Business Council for Sustainable Development, World Resources Institute y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2001). *Protocolo de gases de efecto invernadero*. https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo_spanish.pdf
- Suárez Santos, L. N. y Patiño Forero, S. (2018). *Huella de carbono de los sistemas de producción del centro universitario regional del norte (CURDN) de la Universidad del Tolima, Armero-Guayabal, Tolima, Colombia* [Trabajo de pregrado, Universidad del Tolima]. <https://repository.ut.edu.co/entities/publication/43773e44-8964-4a7a-847d-0f2365e3b461>

- Toro Jordano, A., Aguilar Moreno, J. E., Guijarro Jiménez, C., Vaquero Abellán, M., Gomera Martínez, A. y Antúnez López, M. (2014). *La huella de carbono de la Universidad de Córdoba*. 2013. Universidad de Córdoba y Servicio de Protección Ambiental. <http://hdl.handle.net/10396/12494>
- United Nations. (s.f.). *What Is Climate Change?* <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change>
- Naciones Unidas. (2015). *Acuerdo de París* [Archivo PDF]. https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf
- Universidad Católica de Manizales. (18 de octubre de 2022). *Medición de huella de carbono UCM, insumo para lograr la carbono neutralidad*. <https://www.ucm.edu.co/medicion-de-huella-de-carbono-ucm-insumo-para-lograr-la-carbono-neutralidad/>
- Universidad Católica de Manizales. (18 de octubre de 2022). *Medición de huella de carbono UCM, insumo para lograr la carbono neutralidad*. <https://www.ucm.edu.co/medicion-de-huella-de-carbono-ucm-insumo-para-lograr-la-carbono-neutralidad/>
- Plata Delgado, P. (2021). Reporte de Sostenibilidad 2021. Gestión Ambiental Campus Bucaramanga. Universidad de Santander.
- Uran, J. A. y Carmona, M. A. (2016). *Cálculo de la huella de carbono para la Universidad Distrital Francisco José de Caldas*. <http://hdl.handle.net/11349/6532>
- Universidad EAFIT. (2019). *Certificado de huella de carbono*. <https://www.eafit.edu.co/institucional/calidad-eafit/Paginas/huella-de-carbono.aspx>
- Universidad EAFIT. (s.f.). *Huella de carbono*. <https://www.eafit.edu.co/institucional/sostenibilidad-ambiental/indicadores/Paginas/huella-de-carbono-herramienta.aspx>
- Universidad Nacional de Colombia y Oficina de Gestión Ambiental Vicerrectoría de Sede-Sede Bogotá. (2020). *"Multicampus sostenible". Plan de manejo ambiental sustentable sede Bogotá. Guía metodológica para el cálculo de la huella de carbono de la Universidad Nacional de Colombia*.
- Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá. (2021). Generación de CO2 por alcance 2019-2021. <https://ogabogota.unal.edu.co/huella-de-carbono/marco-metodologico/>
- Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. (2021). Boletín Ambiental del Instituto de Estudios Ambientales - IDEA Sede Manizales.
- Universidad de los Llanos [UNILLANOS]. (2022). Plan de Desarrollo Institucional Universidad de los Llanos. <https://web.unillanos.edu.co/docus/PDI%202022-2030.pdf>
- Universidad Sergio Arboleda. (2020). *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)*.
- Upadhyay, R. K. (2020). Markers for Global Climate Change and its Impact on Social, Biological and Ecological Systems: A review. *American Journal of Climate Change*, 9(3), 159. 10.4236/ajcc.2020.93012

Valencia Toro, Y. A. y Vargas Londoño, P. A. (2013). *La institución educativa El Retiro evalúa su huella de carbono en el corregimiento de Morelia, una apuesta desde la educación ambiental para la sostenibilidad* [Trabajo de pregrado, Universidad Tecnológica de Pereira].

Varón-Hoyos, M., Osorio-Tejada, J. y Morales-Pinzón, T. (2021). Carbon Footprint of a University Campus from Colombia. *Carbon Management*, 12(1), 93-107. <https://doi.org/10.1080/17583004.2021.1876531>

Zabaleta Ramos, M. C. (2021). *Cálculo y análisis comparativo de la huella de carbono y de la calidad del aire en la Universidad del Magdalena antes y durante la pandemia por COVID-19* [Tesis de Maestría, Universidad del Norte]. <http://hdl.handle.net/10584/10005>

1 Magister en Gestión Ambiental Sostenible. Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana ICAOC, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos. Villavicencio, Colombia. sergio.martínez@unillanos.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5727-4453>.

2 Doctor en Química Agrícola. Instituto de Ciencias Ambientales de la Orinoquia Colombiana ICAOC, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos. Villavicencio, Colombia. jtrujillo@unillanos.edu.co ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9612-4080> Scholar: <https://scholar.google.es/citations?user=JA7UUKwAAAAJ&hl=es&authuser=1>

Para citar este artículo: Martínez-Díaz, S. A., & Trujillo-González, J. M. (2024). Huella de Carbono en Instituciones De Educación en Colombia: Una Revisión Sistemática. *Revista Luna Azul*, 58, 102-118. <https://doi.org/10.17151/luaz.2024.58.7>

Esta obra está bajo una [Licencia de Creative Commons Reconocimiento CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Código QR del artículo

