

PLAN DE ACCIÓN POR EL CLIMA

Universidad Autónoma de Bucaramanga





Plan de acción por el clima: Producto 1. Proyecto N°. 2021/00003/001/001/057/ Yohana Castro Hernández, Gerly Carolina Ariza Zabala, Nadia Jimena Pérez Guevara y Alexander Meneses Jácome.
Bucaramanga (Colombia): Universidad Autónoma de Bucaramanga UNAB, 2024. XX páginas.
eISBN: XXXX

1. Cambios climáticos, 2. Acción climática en Instituciones de Educación Superior, 3. Efecto invernadero, 4. Carbono-neutralidad; 5. Campus sostenibles

I. Castro Hernández, Yohana (Autor), II. Ariza Zabala, Gerly (Autor), III. Jimena Pérez, Nadia (Autor) IV. Meneses Jácome, Alexander (Autor). V. Plan de acción por el Clima UNAB.

551 SDD 23. Fuente: Sistema de Bibliotecas UNAB. Área de Publicaciones

Cómo citar el documento:

Castro Hernandez, Y.; Ariza Zabala, G.; Pérez Guevara, N.; Meneses-Jácome, A. (2024). *Plan de acción por el clima: Producto 1. Proyecto N°. 2021/00003/001/001/057*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12749/XXXXX>

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA UNAB

Plan de acción por el clima UNAB. Proyecto N°. 2021/00003/001/001/057

ISBN: XXXX (En línea)

Bucaramanga, 2023

Directivos

Juan Camilo Montoya Bozzi, Rector

Franz Dieter Hensel Riveros, Vicerrector Académico

Javier Ricardo Vásquez Herrera, Vicerrector administrativo y financiero

Autores

Yohana Castro Hernández

Centro de Investigación en Bio-Economía Circular (ε-Bio)

Grupo de Investigaciones en Biotecnología y Ambiente

Gerly Carolina Ariza Zabala

Grupo de Investigación Pensamiento Sistémico - GPS

Nadia Jimena Pérez

Instituto de Estudios Políticos

Grupo de Investigación en Ciencia Política (hasta dic. 2023)

Alexander Meneses Jácome

Centro de Investigación en Bio-Economía Circular (ε-Bio)

Grupo de Biotecnología y Ambiente

Agradecimientos

A Tatiana Constanza Guarín Corredor,
Centro de Investigación en Bio-Economía Circular (ε-Bio)
Grupo de Investigaciones en Biotecnología y Ambiente
Por su asistencia en aspectos metodológicos y de revisión de la literatura.

A Natalia Rivero Arenas,
Centro de Investigación en Bio-Economía Circular (ε-Bio)
Grupo de Investigaciones en Biotecnología y Ambiente
Por su asistencia en aspectos metodológicos y de revisión de la literatura.

Grupo de Investigación Recursos, Energía, Sostenibilidad – GIRES
Por la elaboración de la estrategia de “Ahorro, eficiencia y diversificación energética”

Cesar Giovanni Acevedo Arenas
Coordinador del Programa de Ingeniería en energía

Mario Jonathan Acero
Docente del programa, Investigador GIRES

Karol Melissa Herrera Zabala
Egresada Programa de Ingeniería en Energía, por su aporte al levantamiento de inventario de huella de carbono

Libeth Andrea Hernández Franco
Egresada Programa de Ingeniería en Energía, por su aporte al levantamiento de inventario de huella de carbono

Diseño gráfico

Emanuel Botia Duque
Estudiante de Ingeniería en Energía y del Semillero de investigación Buiatá del Centro ε-Bio

Editorial

Sistema de Bibliotecas UNAB
Universidad Autónoma de Bucaramanga. Publicaciones UNAB
Avenida 42 No. 48 -11. Bucaramanga, Colombia. www.UNAB.edu.co

Las opiniones contenidas en esta obra no vinculan la Institución, son exclusiva responsabilidad de los autores, dentro de los principios democráticos de la cátedra libre y la libertad de expresión consagrados en el artículo 39 del Estatuto General de la Corporación Universidad.

Tabla de Contenido

-Pág.

1.	RESUMEN.....	5
2.	INTRODUCCIÓN	14
2.1	Contexto general y objeto del documento	14
2.2	Estado del Arte - Acción por el clima en IES: de la carbono-neutralidad a los planes de acción climática y de sostenibilidad	15
2.3	Carbono-neutralidad, CAP y SAP: similitudes y diferencias.....	19
2.4	Síntesis: Enfoque CAP para la UNAB.....	21
3.	PLAN DE ACCIÓN CLIMÁTICA: ASPECTOS METODOLÓGICOS	25
3.1	Fase I – Caracterización de la línea base de huella de Carbono	25
3.2	Fase II – Dinámica del sistema socio-climático universitario: análisis de causalidad	26
3.3	Fase III – Formulación del CAP	27
3.3.1	Definición del Objeto, Misión y Visión del CAP.....	27
3.3.2	Elementos constitutivos.....	28
3.4	Fase IV – Concepción del Portafolio de Servicios Ambientales	29
3.5	Órgano de operación y administración: Mesa CAP o de sostenibilidad.....	30
4.	HUELLA DE CARBONO UNAB: FUENTES Y LÍNEA BASE	32
4.1.	Enunciado del enfoque metodológico.....	32
4.2.	Función y unidad funcional	32
4.3.	Límites organizacionales y temporales.....	32
4.4.	Identificación de fuentes de emisión.....	33
4.5.	Identificación de sumideros de carbono de la UNAB	35
4.5.1.	Finca “La Orozco”.....	35
4.5.2.	Áreas verdes de los campus de la UNAB	36
4.5.3.	Energía fotovoltaica.....	36
4.6.	Reglas de Exclusión y limitaciones de inventario	37
4.6.1.	Procesos Excluidos.....	37
4.6.2.	Procesos con manejo especial: Caso de la Movilidad	37
4.7.	Cálculo de las emisiones de GEI.....	39
4.8.	Algunas precisiones sobre fuentes, calidad e incertidumbre de datos.....	39
4.9.	Plataforma HC _{TOOLS}	40
4.10.	Interfases de resultados de huella de carbono UNAB en HC _{TOOLS}	40
4.10.1.	Evolución de la huella de carbono UNAB (2018-2022)	40

4.10.2.	Huella de carbono en el periodo de Pandemia por Covid-19.....	41
4.10.3.	Huella de carbono por Unidad funcional	43
4.10.4.	Huella de carbono por alcances	44
4.11.	Magnitud de las fuentes de emisión: componentes críticos y síntesis.....	46
4.12.	Benchmarking de huella de carbono de IES colombianas.....	47
5.	ANÁLISIS DINÁMICO DEL SISTEMA DE EDUCACIÓN UNAB CON IMPACTO CLIMÁTICO	50
5.1	Diagramas de bucle causal de cambio climático	50
5.2	Análisis estructural y prospectivo de conductas de impacto climático	52
5.2.1	Definición del sistema, subsistemas y variables	53
5.2.2	Resultados del software Mic Mac.....	54
6.	FORMULACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN POR EL CLIMA - CAP UNAB	58
6.1.	Lineamientos para las estrategias de acción climática.....	59
6.2.	Objetivo y Meta de carbono neutralidad	60
6.3.	Vinculación del sistema de gestión ambiental al “CAP UNAB”	60
6.4.	Mesa de trabajo del CAP.....	62
6.5.	Formulación de programas estratégicos para la acción climática UNAB.....	65
6.5.1.	Programa de formación ambiental (Horizonte 2025)	67
6.5.2.	Programa de Compras sostenibles (Horizonte 2025)	68
6.5.3.	Programa de producción más limpia – P+L (Horizonte 2025).....	69
6.5.4.	Programa de control de emisiones fugitivas (Horizonte 2025).....	70
6.5.5.	Programa de “Ahorro, eficiencia y diversificación energética” (Horizonte 2025).....	71
6.5.6.	Programa de gestión y ahorro del agua (Horizonte 2025).....	72
6.5.7.	Programa de Gestión y ahorro de combustible en fuentes fijas (Horizonte 2025).....	73
6.5.8.	Programa de Movilidad y transporte (Horizonte 2025).....	74
6.5.9.	Programa de Gestión del riesgo de desastre (Horizonte 2025).....	75
6.5.10.	Programa de Soluciones basadas en la naturaleza	76
6.5.11.	Programa de voluntariado y cooperación ambiental (Horizonte 2025).....	77
6.5.12.	Estrategia de comunicación para la Sostenibilidad Ambiental (Horizonte 2025).....	78
7.	ESTRATEGIA DE TRANSICIÓN HACIA LA SOSTENIBILIDAD	79
7.1.	Participación en el Ranking GreenMetric	80
7.2.	Aplicación al componente de sostenibilidad del Ranking QS	83
7.3.	Reporte de información sobre medio ambiente, cambio climático y sostenibilidad a los Ministerios de Educación y Ambiente.....	84
8.	SÍNTESIS Y PROYECCIÓN DEL CAP-UNAB.....	87
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89

Listado de Figuras

-Pág.

Figura 1. Evolución de los enfoques de sostenibilidad ambiental adoptados IES en el mundo	17
Figura 2. Distribución de artículos científicos (papers) sobre el enfoque de carbono-neutralidad adoptado o promovido por IES a nivel mundial	18
Figura 3. Distribución de artículos científicos (papers) sobre la adopción del enfoque CAP por parte de IES a nivel mundial.	18
Figura 4. Distribución de artículos científicos (papers) sobre la adopción del enfoque CAP por parte de IES a nivel mundial.	19
Figura 5. Metodología para desarrollo del CAP – UNAB	25
Figura 6. Principios directores del CAP – UNAB	28
Figura 7. Elementos constitutivos del CAP – UNAB	29
Figura 8. Mapa de respuesta de las dependencias de la UNAB a los ODS y principios del Pacto Global de Naciones Unidas.	30
Figura 9. Datos generales y ubicación geográfica de la Finca El Orozco.	36
Figura 10. Paneles de aprendizaje del programa de ingeniería en energía (7mo. Piso del edificio L- El Jardín) ...	36
Figura 11. Metodología de cálculo de emisiones de GEI.	39
Figura 12. Icono de la aplicación web institucional para inventariado y análisis de huella de carbono HC _{TOOLS}	40
Figura 13. Inventario de emisiones totales de CO _{2-eq} de la UNAB	41
Figura 14. Comportamiento de la huella de carbono en pandemia por Covid-19.	43
Figura 15. Visualización de la Contribución de Huella de carbono por unidad funcional UNAB - año 2022.	44
Figura 16. Visualización de emisiones de GEI por alcance en la UNAB - año 2022.	45
Figura 17. Emisiones directas para todos los campus UNAB por tipo y fuentes específica.	45
Figura 18. Otras emisiones directas para todos los campus UNAB por tipo y fuentes específica.	46
Figura 19. Magnitud de las fuentes de emisión en razón al total de emisiones de la UNAB en el 2022.	46
Figura 20. Contribuciones porcentuales de huella de carbono por fuente de emisión.....	47
Figura 21. Diagrama general de causalidad para análisis de relaciones entre factores de cambio climático aplicado al sistema educativo UNAB.....	51
Figura 22. Ejemplo de diagrama de causalidad entre fuentes fijas de emisiones GEI con variables indirectas de mitigación en la perspectiva “Alumnos”	52
Figura 23. Diagrama de causalidad de fuentes de emisiones fugitivas de GEI con variables indirectas de mitigación en la perspectiva “Alumnos”	52
Figura 24. Taller “Contribuyendo con la sostenibilidad Ambiental UNAB- Huella de Carbono”.	54
Figura 25. Grafica de desplazamiento de las variables en plano cartesiano condicionado por la influencia y dependencia evaluado por el grupo administrativo de la UNAB.	55

Figura 26. Paradigma de la Visión de Túnel de Carbono 58
Figura 27. Tipo de representación en razón a su área de trabajo en la mesa de sostenibilidad NAB 63

Listado de Tablas

	-Pág.
Tabla 1. Identificación de variables potencialmente influyentes en la promoción de factores de cambio climático institucional según grupos de interés	27
Tabla 2. Fuentes de emisiones directas o de Alcance 1 de tipo Fijo.....	33
Tabla 3. Fuentes de emisiones directas o de Alcance 1 de tipo móvil y fugitivas.....	34
Tabla 4. Emisiones indirectas asociadas al consumo de electricidad de la red o de Alcance 2	34
Tabla 5. Otras Emisiones indirectas o de Alcance 3 por fuentes fijas	34
Tabla 6. Otras Emisiones indirectas o de Alcance 3 por fuentes móviles	35
Tabla 7. Área verde y construida por campus de la universidad UNAB	36
Tabla 8. Huella de carbono de universidades colombianas.....	48
Tabla 9. Subsistemas y variables del sistema educativo-climático UNAB	53
Tabla 10. Variables priorizadas y áreas de responsabilidad UNAB en la acción climática	55
Tabla 11. Resultados de la evaluación de impactos ambientales para el campus Jardín, año 2021.	61
Tabla 12. Conformación de la mesa de trabajo en sostenibilidad ambiental 2024	64
Tabla 13. Programas CAP para el enfoque de mitigación	65
Tabla 14. Programas CAP para el enfoque de adaptación al cambio climático.....	65
Tabla 15. Programas CAP para el enfoque de gestión prospectiva de la acción climática.	66
Tabla 16. Estructura del ranking GreenMetric y su enfoque en relación a la acción climática.....	81
Tabla 17. Resultados comparativos de la primera participación de la UNAB en GreenMetric	82

Listado de anexos

Anexo 1. Definición y categorización de fuentes de emisión por tipología de emisión y ejemplificación.

Anexo 2. Fuentes de emisión excluidas de la huella de carbono UNAB.

Anexo 3. Factores de emisión y potenciales de calentamiento global utilizados en la determinación de la huella de carbono UNAB.

Anexo 4. Diagramas de causalidad entre actividades y fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero.

Anexo 5. Gráfica de desplazamiento de las variables en plano cartesiano condicionado por la influencia y dependencia para cada grupo de diagnóstico.

Anexo 6. Proceso de priorización de variables CAP.

Anexo 7. Propuesta de Sistema de Gestión Ambiental UNAB.

Anexo 8. Formatos para el diligenciamiento de información de fuentes de emisión.

Listado de Acrónimos

Alimentación Estudiantes (ALIM)

Centro de Investigación en Bio-Economía Circular (ϵ -Bio)

Centro de Servicios Universitarios (CSU)

Compras Sostenibles (COMP)

Consejo Superior Estudiantil (CSE)

Construcciones Sostenibles (CONS)

Consumo de Agua (AGUA)

Consumo de Diesel (DIES)

Consumo de Energía Eléctrica (ENER)

Consumo de Gas Natural (GNAT)

Descargas de Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Empresa de Acueducto de Bucaramanga (AMB SA ESP)

Formación Ambiental (FORM)

Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Generación de Residuos (GERE)

Gestión Financiera y Sistema de Gestión Universitaria de la Información y la Documentación (GUIDO)

Grupo de Biotecnología y Ambiente (GBA)

Hidro Cloro Flúor Carbonado 123 (HCFC-123)

Hidroclorofluorocarbónosos (HCFCs)

Instituciones de Educación Superior (IES)

Latinoamérica (LATAM)

Leadership in Energy and Environmental Design (LEDD)

Matrice d' Impacts Croisés Multiplication Appliqués á un Classement (Mic Mac)

Matrices de Influencia Directa (MDI)

Movilidad Administrativa (MOVA)

Nacional de Educación Ambiental (PNEA)

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Plan de Acción Climática (CAP)

Plan de Gestión de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PGIRS)

Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos (PGIRSP)

PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente)

Potencial de Calentamiento Global (GWP)

Prácticas de Laboratorio (PLAB)

Protocolo de Gases de Efecto invernadero (GHG Protocol)

Proyecto Educativo Universitario (PEU-PEI)

Refrigeración de Aire (RRAIR)

Sistema de Gestión Ambiental (SGA)

Teletrabajo (TELE)

Toneladas Métricas de Dióxido de Carbono Equivalente (Ton CO_{2-eq})

Unión Europea (EU)

Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB)

Uso de Aulas Académicas (AULA)

1.RESUMEN



1. RESUMEN

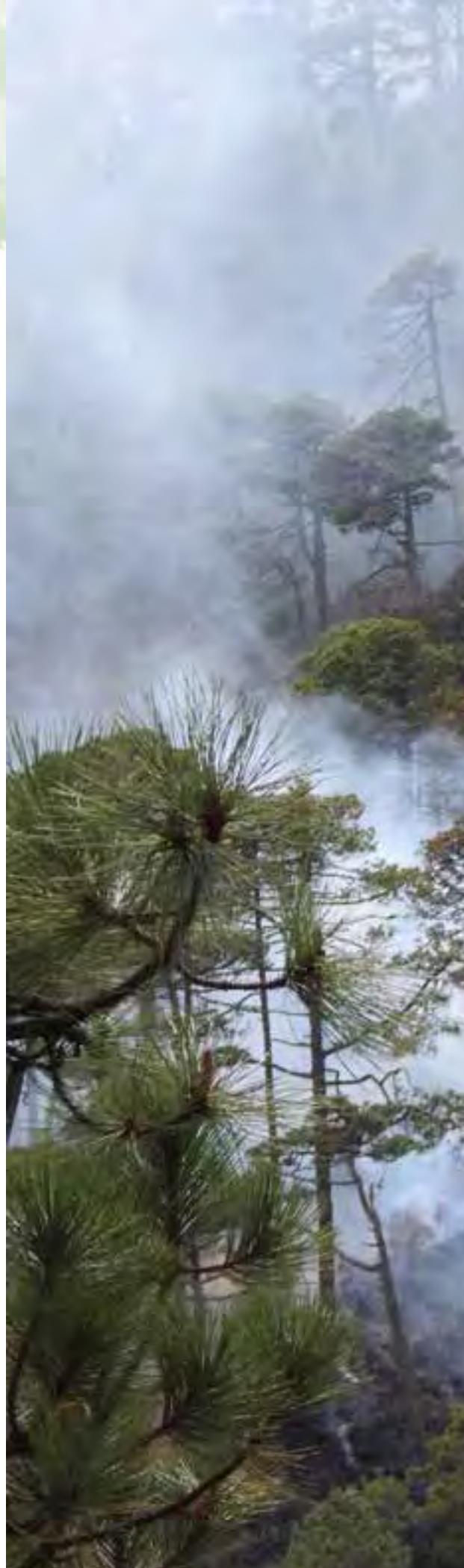
El compromiso de las universidades y otras instituciones de educación superior (IES) para impulsar el tránsito hacia un modelo económico y de subsistencia más sostenible, se hace cada vez más tangible en todas las regiones del planeta; cada vez es mayor el número de IES que incluyen criterios de desempeño ambiental y de sostenibilidad en los ámbitos de docencia, investigación y relacionamiento con la sociedad civil, las organizaciones empresariales y los Estados. Se trata de motivaciones e iniciativas, que parecen tener arraigo en la capacidad de ejercer, sobre una base moral, científica y metodológica, un liderazgo natural y un impacto positivo implícito e imparcial sobre el contexto en el que se ubican, facilitando que estos compromisos de fundamento ambiental, impregnados en una nueva arista de la responsabilidad social, sean referenciados como modelos altamente influyentes, al servicio de la sociedad y de los ciudadanos.

La Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB), no solo se suma a esta macro-tendencia, sino que lo hace de una manera decidida y estructurada, adoptando uno de los enfoques de mayor aplicación entre las IES a nivel mundial, que es el diseño y declaración de un Plan de Acción Climática o CAP (CAP: Climate Action Plan); un instrumento, que se propone como hoja de ruta para direccionar de forma integral los programas y proyectos ambientales de la institución, de tal manera que se lleve a la institución a constituirse en una organización referente en la región y en el país por su contribución educativa, metodológica e investigativa a la sostenibilidad ambiental, a partir del ejemplo propio y de las soluciones que dentro de sus campus, puedan servir de pruebas de concepto para los distintos grupos de interés.

De esta forma, el presente documento invita a los lectores a conocer el sustento epistemológico que fundamenta la elección del enfoque CAP para direccionar la acción ambiental de la UNAB, sobre una base de acción climática o de carbono-neutralidad, pero con un espectro ampliado hacia otros indicadores ambientales, provisto con una cierta capacidad evolutiva, para la inserción futura de criterios socioeconómicos de sostenibilidad y la adaptación a los desafíos siempre cambiantes, siempre mayores del cuidado del ambiente y los recursos naturales. En esa línea, en este documento se describen el constructo metodológico del CAP como instrumento y la línea base del indicador de huella de carbono, así como la herramienta desarrollada para su cálculo y análisis. En esta vía se hace alusión al proceso investigativo que ha articulado su diseño base, con la aplicación de métodos de análisis de causalidad, que ha permitido identificar los indicadores ambientales, que generan mayor sinergia y adicionalidad con la acción climática en la Institución.

Finalmente, se presenta como el CAP permitirá enriquecer y posicionar la oferta de valor de la Universidad y recibir realimentación de los rankings de sostenibilidad, donde la tenencia de este instrumento será un potenciador de su participación y de su evolución y mejora continua. El CAP, también ofrece el principal mecanismo de atención a los requerimientos del gobierno nacional hacia las IES, en materia de educación climática y para la sostenibilidad. Queda expuesta la sugerencia de llevar este CAP, a la dimensión de política ambiental institucional, para materializar todo su potencial al servicio de la oferta de valor de alta calidad que siempre busca la UNAB, y en particular servir al propósito de “generar conocimiento para el desarrollo regional con visión global”, incorporando el compromiso ambiental como parte esencial de dicho objetivo.

2.INTRODUCCIÓN



2. INTRODUCCIÓN

2.1 Contexto general y objeto del documento

Este documento presenta la metodología seguida en la Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB), para la elaboración de su Plan de Acción Climática o CAP¹; un documento que tiene el propósito de constituirse en el principal instrumento de direccionamiento de la estrategia de sostenibilidad ambiental de esta institución, contribuyendo de manera substancial a uno de sus retos estratégicos, como lo es el denominado “Eres Compromiso”, que fue establecido en el Plan de Desarrollo 2019-2024, y que explícitamente responde a la directriz de “Aportar a los objetivos del Pacto Mundial de Naciones Unidas y contribuir de manera activa y voluntaria al desarrollo sostenible del entorno, a través del trabajo colectivo con sus grupos de interés, alineada con su filosofía y principios rectores”²; un fundamento, que a su vez permite conectarse con la nueva hoja de ruta institucional, estructurada en la visión de “Atributos Propuestas de Valor”, y muy particularmente en el propósito de fortalecer su trascendencia en la región, mediante la “Generación de conocimiento para el desarrollo regional con visión global”, que hace tangible la aspiración institucional de transformar e influir positivamente en el territorio³.

Con el CAP, la UNAB también aborda otros compromisos, como el de acoger la directriz del Gobierno Nacional hacia las Instituciones de Educación Superior (IES), en aras de fortalecer la enseñanza en temas de sostenibilidad y cambio climático⁴ y consolidar su vinculación al Programa Nacional de Carbono Neutralidad que aplica a todo tipo de organizaciones⁵; acciones que apalancadas en el CAP facilitarían la participación de la institución en redes y rankings nacionales e internacionales de sostenibilidad para IES, un ítem cada vez más importante, en la referenciación, diferenciación y cualificación de la oferta de valor de las IES^{6, 7, 8, 9}.

Es así, que este documento recoge la experiencia de la UNAB en la concepción de su CAP, como parte fundamental de la estrategia de relacionamiento con el entorno, direccionada desde la acción climática y la identificación de las principales correlaciones de este indicador con otros aspectos ambientales estratégicos y otros objetivos de desarrollo sostenible (ODS), es decir, sin limitarse al ODS 13 “Acción por el Clima”¹⁰, pero tomándolo como columna vertebral de la estrategia. Por esta razón y a manera de prólogo, en esta sección se revisa el estado del arte sobre la incorporación de la “acción por el clima” y de otros enfoques de sostenibilidad en las Universidades y otras IES en el mundo, mostrando como la introducción de estándares ambientales en la misión, gobernanza y criterios de desempeño de estas instituciones, ha pasado por diversos estadios epistemológicos y metodológicos, que van desde la visión clásica de carbono-neutralidad o de mitigación del cambio climático, heredada del estrecho

¹ CAP, Climate Action Plan (Abreviatura en inglés para Plan de Acción Climática)

² UNAB 2019 Plan de Desarrollo Institucional 2019-2024, UNAB, Website: https://UNAB.edu.co/plan_desarrollo/.

³ UNAB 2023 Plan de desarrollo, Somos UNAB: ¿Te perdiste Diálogos con Rectoría? En tres puntos te lo resumimos, Website: <https://UNAB.edu.co/te-perdiste-dialogos-con-rectoria-en-tres-puntos-te-lo-resumimos/>.

⁴ Gobierno de Colombia 2019 Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC), p. 112, Bogotá.

⁵ MinAmbiente 2023 Programa Nacional de Carbono Neutralidad (Colombia), Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (República de Colombia), Website: <https://carbononeutral.minambiente.gov.co/programa-nacional-de-carbono-neutralidad/>.

⁶ Universitas-Indonesia 2023 UI GreenMetric World University Ranking, Universitas Indonesia, Website: <https://greenmetric.ui.ac.id/about/welcome>.

⁷ QS-Quacquarelli-Symonds 2023 QS World University Rankings: Sustainability 2023, Website: <https://www.topuniversities.com/university-rankings/sustainability-rankings/2023>.

⁸ Roosa, T. and Mischen, P. 2022. Measuring the impact of organizational characteristics on the sustainability performance of US institutions of higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 23(7), 1543-1559.

⁹ De la Poza, E., Merello, P., Barberá, A. and Celani, A. 2021. Universities' Reporting on SDGs: Using THE Impact Rankings to Model and Measure Their Contribution to Sustainability. *Sustainability* 13(4).

¹⁰ United-Nations 2018 Sustainable Development Goals, United Nations, <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>.

vínculo de la academia con la estructuración de los Mecanismos de Kyoto y la caracterización de la problemática climática global^{11, 12}, hasta su evolución hacia nociones más integrales de sostenibilidad^{13, 14}, como los denominados “Planes de Acción Climática, CAPs” y los “Planes de Acción para la Sostenibilidad, SAPs”¹⁵.

2.2 Estado del Arte - Acción por el clima en IES: de la carbono-neutralidad a los planes de acción climática y de sostenibilidad

Desde hace un poco más de dos décadas, la humanidad adoptó un enfoque de sostenibilidad unívoco, centrado “cuasi” exclusivamente en el control y reducción de factores de calentamiento global, para dar respuesta al potencial riesgo y daño asociado al cambio climático, la amenaza medioambiental que compromete de forma más inmediata y grave, la subsistencia de la especie humana, de las demás formas de vida en la Tierra y la disponibilidad de los recursos naturales, en la cantidad y calidad requeridos por el sistema socioeconómico, para asegurar una existencia relativamente estable y con estándares básicos de bienestar^{16, 17}.

Aunque la COP21 reforzó la “acción por el clima” con objetivos más exigentes que los de Kyoto, la comunidad internacional aceptó la necesidad de abordar retos de sostenibilidad en otras áreas del desarrollo humano y de la conservación de los recursos, dando lugar a la “Agenda 2030” de los ODS¹⁸. Este ha sido el paso más decisivo hacia la búsqueda de una sostenibilidad más allá de la lucha contra el cambio climático, que parece haber incurrido en una interpretación “sobre simplificada”, quizás “escueta” de esta noción, asimilada por gobiernos, instituciones y organizaciones de todo tipo, como una “descarbonización” que no profundiza en las consecuencias de su intensificación en otros indicadores de sostenibilidad y bienestar a nivel regional y local (e.g. disponibilidad de agua, seguridad alimentaria, agotamiento de recursos críticos, acceso a servicios ecosistémicos, transición energética, etc.)^{19, 20}. En efecto, el debate sobre el “avance hacia la sostenibilidad” planteado a mediados de la década pasada, ha abierto la discusión, sobre como a estas escalas, otros indicadores de sostenibilidad ambiental, social y económica, no se alinean de forma favorable ni recíproca con la intensificación de la acción climática^{21, 22}, afectando incluso la sostenibilidad a nivel sectorial y de cadenas de suministro^{23, 24, 25}.

En este marco, la vinculación de la academia, con Centros de Investigación, Universidades y otras IES a los planes nacionales y locales de acción climática, ha sido claramente impulsada por dos premisas; una primera de carácter

¹¹ Cook, J., Nuccitelli, D., Green, S.A., Richardson, M., Winkler, B., Painting, R., Way, R., Jacobs, P. and Skuce, A. 2013. Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. *Environmental Research Letters* 8(2), 024024.

¹² Powell, J.L. 2015. Climate Scientists Virtually Unanimous: Anthropogenic Global Warming Is True. *Bulletin of Science, Technology & Society* 35(5-6), 121-124.

¹³ Barron, A.R., Domeshek, M., Metz, L.E., Draucker, L.C. and Strong, A.L. 2021. Carbon neutrality should not be the end goal: Lessons for institutional climate action from US higher education. *One Earth* 4(9), 1248-1258.

¹⁴ Findler, F., Schönherr, N., Lozano, R., Reider, D. and Martinuzzi, A. 2019. The impacts of higher education institutions on sustainable development A review and conceptualization. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 20(1), 23-38.

¹⁵ SAPs, Sustainability Action Plans (Abreviatura en inglés, para Planes de Acción para la Sostenibilidad)

¹⁶ Allen, M.R., Friedlingstein, P., Girardin, C.A.J., Jenkins, S., Malhi, Y., Mitchell-Larson, E., Peters, G.P. and Rajamani, L. 2022. Net Zero: Science, Origins, and Implications. *Annual Review of Environment and Resources* 47, 849-887.

¹⁷ Wang, Y., Liu, Y.X. and Gu, B.H. 2022. COP26: Progress, Challenges, and Outlook. *Advances in Atmospheric Sciences* 39(8), 1209-1216.

¹⁸ United-Nations 2018 Sustainable Development Goals, United Nations, <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>.

¹⁹ Nerini, F.F., Sovacool, B., Hughes, N., Cozzi, L., Cosgrave, E., Howells, M., Tavoni, M., Tomei, J., Zerriffi, H. and Milligan, B. 2019. Connecting climate action with other Sustainable Development Goals. *Nature Sustainability* 2(6), 674-680.

²⁰ Dixon-Declève, S., Gaffney, O., Ghosh, J., Randers, J., Rockström, J. and Stoknes, P.S. (2022) *Earth 4All: A survival guide for humanity*, New Society Publishers & Club de Rome.

²¹ Cifci, E. and Oliver, M.E. 2018. Reassessing the Links between GHG Emissions, Economic Growth, and the UNFCCC: A Difference-in-Differences Approach. *Sustainability* 10(2).

²² Stevenson, S., Collins, A., Jennings, N., Köberle, A., Laumann, F., Laverty, A.A., Vineis, P., Woods, J. and Gambhir, A. 2021. A hybrid approach to identifying and assessing interactions between climate action (SDG13) policies and a range of SDGs in a UK context. *Discover Sustainability* 2(1).

²³ Gazheli, A., van den Bergh, J. and Antal, M. 2016. How realistic is green growth? Sectoral-level carbon intensity versus productivity. *Journal of Cleaner Production* 129, 449-467.

²⁴ EEA 2006 How much bioenergy can Europe produce without harming the environment? Report No 7/2006, p. 70, European Environment Agency.

²⁵ Meneses-Jácome, A. and Ruiz-Colorado, A.A. 2020. A new approach of ecologically based life cycle assessment for biological wastewater treatments focused on energy recovery goals. *Environmental Science and Pollution Research* 28(4), 4195 - 4208.

moral, que recurre al liderazgo y compromiso natural de la comunidad académica y científica, para convocar y orientar los esfuerzos de la sociedad en la lucha contra el cambio climático²⁶ y una segunda de fundamento pragmático, que recurre al potencial de estas instituciones para promover y gestar valores, conocimientos, competencias y comportamientos durante el proceso formativo de los nuevos profesionales, en espacios propicios para al prototipado e implementación de “pruebas de concepto” tecnológicas, educativas y culturales, dirigidas a la solución de las problemáticas medioambientales en entornos relativamente controlados, confiriéndoles el “*status*” de “laboratorios vivos de sostenibilidad”^{27, 28, 29, 30}.

De esta forma, el CAP de la UNAB se apoya en este análisis crítico del estado del arte sobre la evolución del enfoque metodológico en materia de incorporación de indicadores y “principios-criterio” de sostenibilidad en IES alrededor del mundo, como parte integral de su marco organizacional y de sus funciones sustantivas. En consecuencia, aquí se pone en evidencia la transición gradual de las IES, de planes exclusivamente enfocados en la reducción de la huella de carbono^{31, 32}, hacia los CAPs^{33, 34} e incluso hacia estrategias más ambiciosas y robustas, como pueden ser los SAPs^{35, 36}. La Figura 1³⁷ señala a los CAPs como un hito intermedio entre la visión fundamental de carbono-neutralidad y los SAPs, éstos últimos, estructuras que buscan relaciones entre la acción climática y otros aspectos ambientales e incluso con ODS de base socioeconómica³⁸. No obstante, el enfoque de carbono-neutralidad sigue siendo prevalente, con cerca del 70% de los casos encontrados. La revisión realizada según la Figura 1, también muestra una mayor consistencia del enfoque CAP con un aporte medio de 18.0% de registros adicionales en los últimos 5 años, en relación con la línea base de carbono-neutralidad; una observación que se refuerza a través de los artículos de revisión (reviews) de esta muestra, mayormente dedicados (58.3%) a identificar las tendencias del enfoque “carbono-neutralidad”³⁹.

²⁶ Guereca, L.P., Torres, N. and Noyola, A. 2013. Carbon Footprint as a basis for a cleaner research institute in Mexico. *Journal of Cleaner Production* 47, 396-403.

²⁷ Colding, J. and Barthel, S. 2017. The Role of University Campuses in Reconnecting Humans to the Biosphere. *Sustainability* 9(12).

²⁸ Spirovski, D., Abazi, A., Ijazi, I., Ismaili, M., Cassulo, G. and Venturin, A. 2012. Realization of a Low Emission University Campus Through the Implementation of a Climate Action Plan. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 46, 4695-4702.

²⁹ Franco, I., Saito, O., Vaughter, P., Whereat, J., Kanie, N. and Takemoto, K. 2019. Higher education for sustainable development: actioning the global goals in policy, curriculum and practice. *Sustainability Science* 14(6), 1621-1642.

³⁰ Yusoff, S., Abu Bakar, A., Fakri, M.F.R. and Ahmad, A.Z. 2021. Sustainability initiative for a Malaysian university campus: living laboratories and the reduction of greenhouse gas emissions. *Environment Development and Sustainability* 23(9), 14046-14067.

³¹ Hignite, K. 2008. Practical Guide to Reducing the Campus Carbon Footprint, p. 36, APPA Leadership in educational facilities - Citado en: www.appa.org.

³² Wageningen-University 2018 CO2-footprint WUR 2018, p. 34, Wageningen University.

³³ Spirovski, D., Abazi, A., Ijazi, I., Ismaili, M., Cassulo, G. and Venturin, A. 2012. Realization of a Low Emission University Campus Through the Implementation of a Climate Action Plan. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 46, 4695-4702.

³⁴ Klein-Banai, C. and Theis, T.L. 2013. Quantitative analysis of factors affecting greenhouse gas emissions at institutions of higher education. *Journal of Cleaner Production* 48, 29-38.

³⁵ Niagara-College-Canada 2019 Niagara College - Sustainability Plan 2019-2021, p. 24, Niagara College Canada.

³⁶ University-of-Pittsburgh 2018 Pitt Sustainability Plan, p. 28, University of Pittsburgh.

³⁷ Para elaborar esta figura, el enfoque carbono-neutralidad (CN) fue asociado a las palabras clave (en inglés), "carbon footprint", "GHG inventory", "GHG budget", "Greenhouse gas inventor", "carbon-neutral" y "zero-carbon"; en tanto que el enfoque CAP fue asociado a los descriptores "climate action plan", "climate action", "climate plan" y "climate agenda" y en lo respectivo al enfoque SAP, con los descriptores, "sustainability action plan", "sustainability plan", "sustainability action" y "sustainability agenda".

³⁸ Findler, F., Schönherr, N., Lozano, R., Reider, D. and Martinuzzi, A. 2019. The impacts of higher education institutions on sustainable development A review and conceptualization. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 20(1), 23-38.

³⁹ Valls-Val, K. and Bovea, M.D. 2021. Carbon footprint in Higher Education Institutions: a literature review and prospects for future research. *Clean Technologies and Environmental Policy* 23(9), 2523-2542.

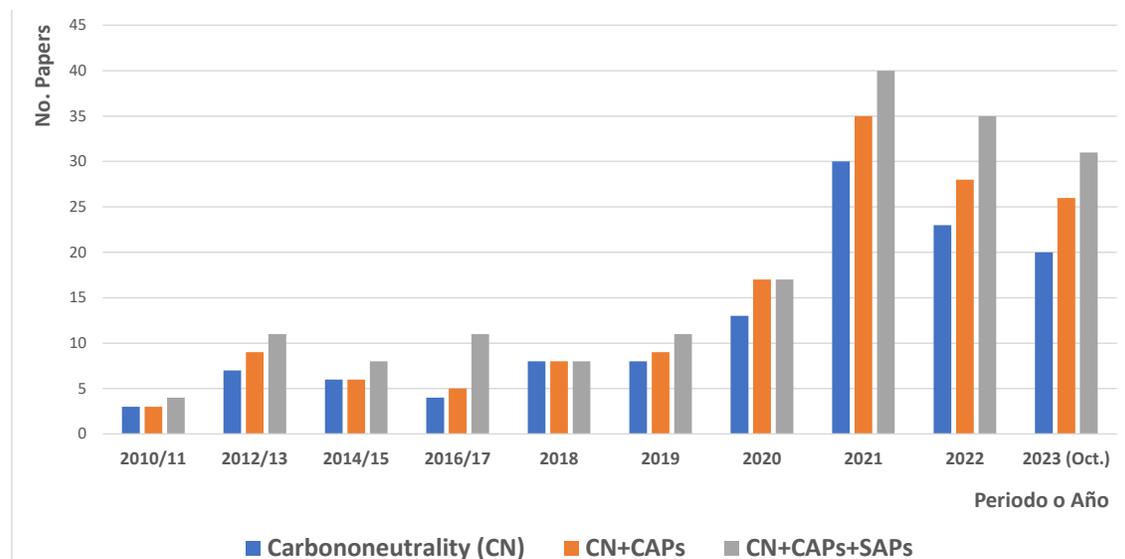


Figura 1. Evolución de los enfoques de sostenibilidad ambiental adoptados IES en el mundo*

Notas: i) Information from the ISI Web of Science, period 01/2010-10/2023, as a result to the research equation: ("carbon footprint" or "GHG inventory" or "GHG budget" or "Greenhouse gas inventor" or carbon-neutral or zero-carbon or "climate action plan" or "climate action" or "climate plan" or "climate agenda" or "sustainability action plan" or "sustainability plan" or "sustainability action" or "sustainability agenda" (Topic) AND universit* or college* or "higher education" or academy (Author Keywords) AND universit* or college* or "higher education" or academy (Abstract) AND universit* or college* or "higher education" or academy (Keywords)) / Only research and review papers were considered. ii) CN, Carbon-neutrality; CAPs, Climate Action Plans; SAPs, Sustainability Action Plans.

Seguidamente, se procedió a elaborar las Figuras 2 a 4, con el fin de identificar algunas tendencias y escuelas de pensamiento en los enfoques de sostenibilidad adoptados por las IES del mundo. En este orden de ideas, la Figura 2 muestra como las IES europeas han liderado la “acción climática” según el enfoque clásico de carbono-neutralidad o de reducción de huella de carbono, con un 39.5% de los registros bibliográficos encontrados. En este colectivo, el principal aporte proviene de IES de la Unión Europea (EU) con 29.8%, seguido de IES de países no-miembros de la UE (Reino Unido y Espacio Schengen). En este enfoque, el segundo aporte importante lo hacen las IES de Asia, especialmente de China, Turquía e India, con un 28.2% de la muestra, superando con amplitud a las de Norteamérica (USA/Canadá) y Latinoamérica (LATAM), con 13.2% y 12.0% respectivamente.

Por su parte, las Figuras 3 y 4 muestran al unísono, como las IES de Europa son las que más promueven una transición hacia enfoques de sostenibilidad más holísticos, ubicándose en segundo lugar en el enfoque CAP (fig. 3) con 33.3% y en primer lugar en el SAP (fig. 4) con 61.7% de la muestra. En esta última estadística es notable el liderazgo de las IES del Reino Unido, que equipara el aporte conjunto de los países líderes de la UE en este campo (España, Suecia y Alemania). Siguiendo una tendencia distinta, las IES de Norteamérica lideran la adopción del enfoque CAP, con un 43.9% de los registros (fig. 3); muy lejos de su aparición en documentos sobre carbono-neutralidad (13.2%, fig. 2) y SAPs (8.5%, fig. 4). Por otro lado, las IES de Asia parecen ser las que menos se inclinan a realizar una transición en su enfoque de sostenibilidad y disminuyen un 18.2% en promedio, en su aparición en registros sobre CAPs y SAPs, respecto a los de carbono-neutralidad. Entre tanto, la presencia de las IES de Latinoamérica se percibe equilibrada en los tres enfoques de sostenibilidad (10.6% a 12.0%), pero con protagonismos muy distintos en cada caso; así por ejemplo, las IES de Brasil y Colombia lideran la visión de carbono-neutralidad (Fig. 2), en tanto que las mexicanas hacen lo propio con el enfoque CAP (Fig. 3) y las brasileras con el SAP (Fig. 4), poniendo en evidencia un posible rezago de las IES Colombianas, en su tránsito hacia enfoques de espectro más amplio. Finalmente, hay una participación similar de las IES de Oceanía en los tres enfoques y una pequeña presencia de las africanas en la adopción del enfoque básico de carbono-neutralidad.

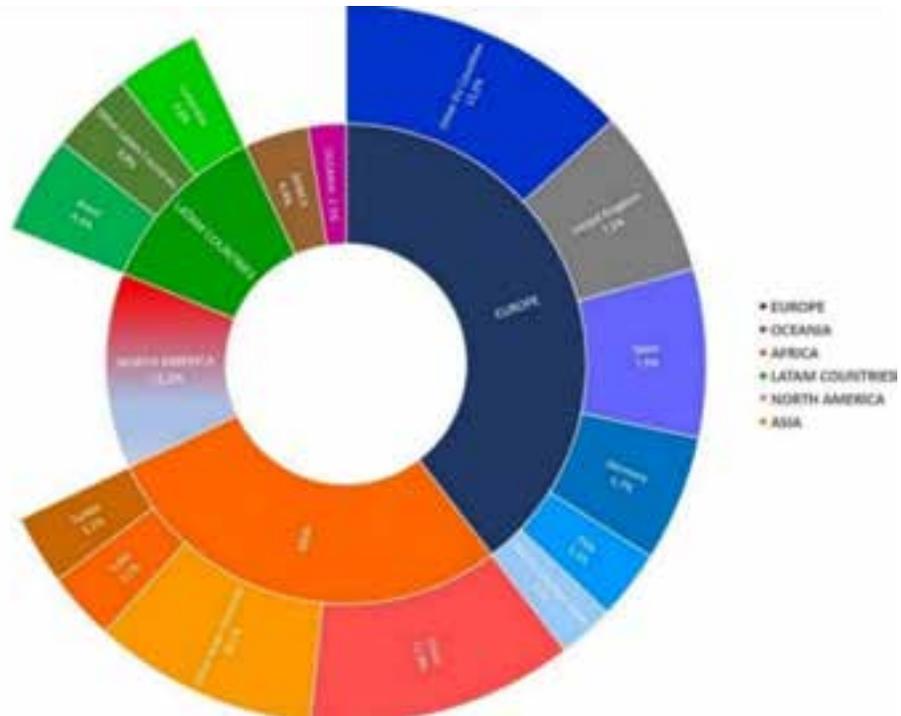


Figura 2. Distribución de artículos científicos (papers) sobre el enfoque de carbono-neutralidad adoptado o promovido por IES a nivel mundial

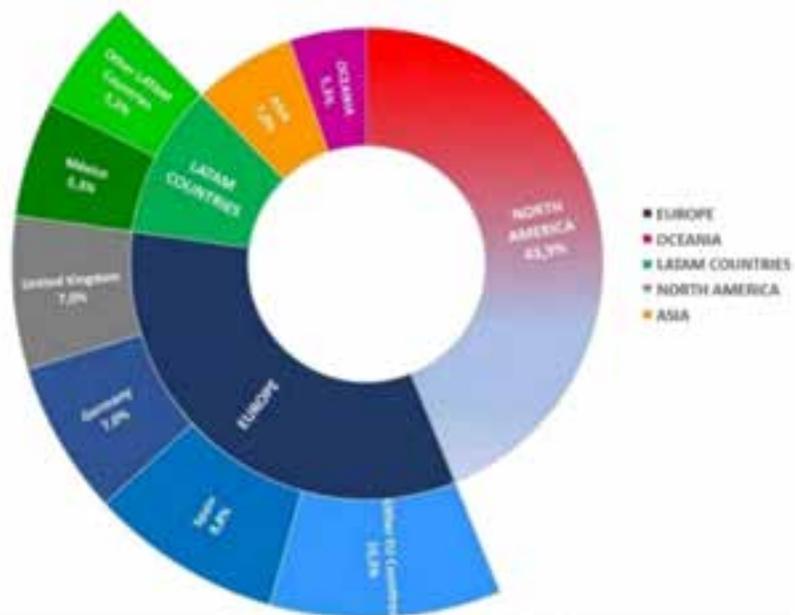


Figura 3. Distribución de artículos científicos (papers) sobre la adopción del enfoque CAP por parte de IES a nivel mundial.

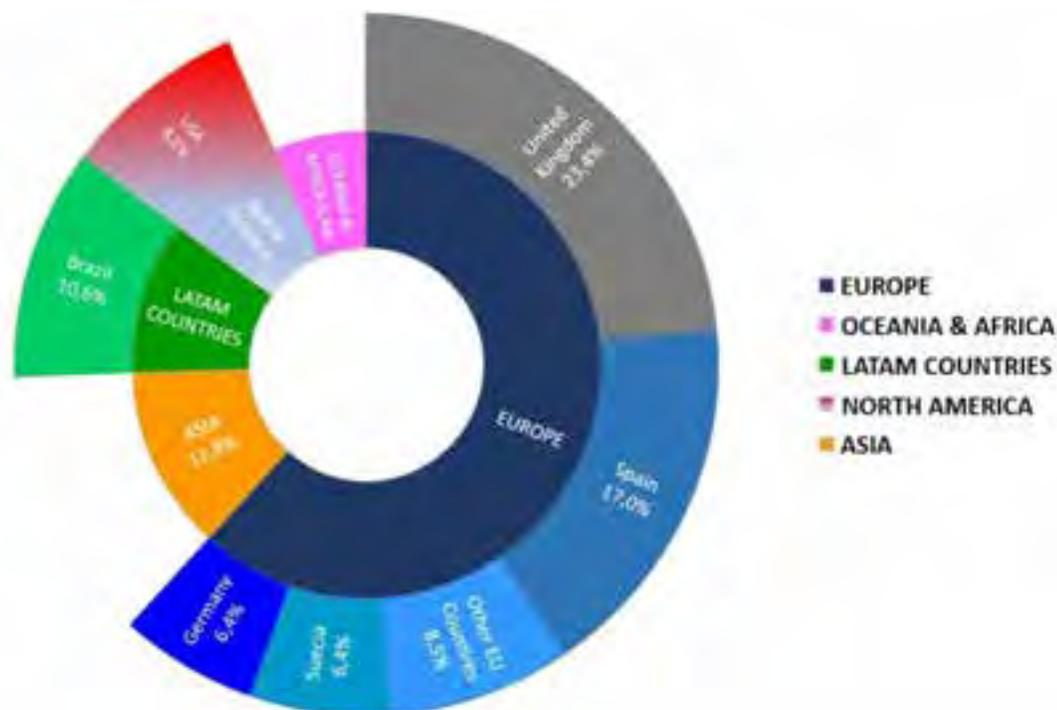


Figura 4. Distribución de artículos científicos (papers) sobre la adopción del enfoque CAP por parte de IES a nivel mundial.

2.3 Carbono-neutralidad, CAP y SAP: similitudes y diferencias

La revisión previa pone en evidencia una mayor cercanía entre el enfoque de carbono-neutralidad y el CAP, que con el SAP. La expresión CAP utilizada en las primeras guías metodológicas para reducción de huella de carbono en campus universitarios, corresponde a una etapa dentro de dichas guías, que está orientada a priorizar las acciones de mitigación de las fuentes de GEI, sin ocuparse de otros indicadores ambientales y menos aún, de sus posibles correlaciones con factores de cambio climático. En este caso, el CAP es la etapa consecutiva al inventario de emisiones y a la conformación del grupo a cargo de la estrategia institucional de carbono-neutralidad, y la base del plan táctico facilitador y para la asignación de los recursos para su implementación⁴⁰. Por lo tanto, es probable que la metodología en pleno haya asimilado la denominación de la etapa central, es decir, la de “CAP”, ya que en algunos artículos que abordan una posible evolución conceptual en tal sentido, las diferencias con la visión clásica de carbono-neutralidad son menores, con la aparición ocasional de algún tipo de articulación de la “acción climática” con otros aspectos ambientales, dando lugar a un CAP en un sentido más estricto.

La revisión de algunos CAPs de “enfoque ambiental ampliado”, permite identificar algunos elementos diferenciadores de las estrategias tradicionales de carbono-neutralidad, siendo la articulación con metas del ODS 9 “Industria, Innovación e Infraestructura”, ODS 11 “Comunidades y ciudades sostenibles” y ODS 12 “Consumo y producción responsables”, algunas de las relaciones que parecen generar mayor sinergia con la “acción climática” de base^{41, 42, 43}. Otros estudios proponen la vinculación de la acción climática con aspectos socioeconómicos de

⁴⁰ Hignite, K. 2008 Practical Guide to Reducing the Campus Carbon Footprint, p. 36, APPA Leadership in educational facilities - Citado en: www.appa.org.

⁴¹ Martínez-Acosta, M., Vázquez-Villegas, P., Mejía-Manzano, L.A., Soto-Inzunza, G.V., Ruiz-Aguilar, K.M., Cuellar, L.K., Caratozzolo, P. and Membrillo-Hernández, J. 2023. The implementation of SDG12 in and from higher education institutions: universities as laboratories for generating sustainable cities. *Frontiers in Sustainable Cities* 5.

⁴² De la Poza, E., Merello, P., Barberá, A. and Celani, A. 2021. Universities' Reporting on SDGs: Using THE Impact Rankings to Model and Measure Their Contribution to Sustainability. *Sustainability* 13(4).

⁴³ Niagara-College-Canada 2020 Climate Action Plan, Niagara College of Canada, Website: <https://www.niagaracollege.ca/sustainability/projects/niagara-college-climate-action-plan/>.

los ODS y por lo tanto son más cercanos a un SAP^{44, 45, 46, 47}.

De esta manera, en el enfoque SAP hay un discurso más cohesivo con otros ámbitos de la sostenibilidad y una mayor inclusión de lo social, que se inspira en un reconocimiento de las IES como organizaciones con una alta capacidad de influenciar y transformar positivamente el territorio y la sociedad, en el más amplio sentido de la sostenibilidad, como se observa en la evolución del enfoque CAP al SAP documentado por algunas IES, donde incluso el CAP es absorbido por del SAP. No obstante, asumir un enfoque SAP es un reto que parece requerir una maduración importante de la estrategia institucional de sostenibilidad, especialmente en el componente ambiental, es decir, que se requiere una primera transición por un CAP ampliado, que ocasionalmente se declara o reconoce de forma explícita^{48, 49, 50, 51}.

Tanto en estos casos particulares, como en las directrices del PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), para orientar la transformación de los campus universitarios en áreas sostenibles⁵², se observa claramente que la interconexión de la acción climática con otros indicadores ambientales, además de potenciar el logro de los objetivos básicos de carbono-neutralidad, encamina las IES hacia una operación ambiental más sostenible y facilita la identificación de áreas de actuación prioritarias en el relacionamiento con la comunidad y con otros grupos de interés, fortaleciendo el ejercicio de las acciones de responsabilidad social⁵³.

Sin embargo, el PNUMA reconoce que a pesar de la abundante evidencia, de la participación de las IES en la agenda de los denominados campus “verdes” o sostenibles, los logros siguen siendo “dispersos y no sistemáticos”^{54, 55}; una aseveración que tiene raíces en diversas explicaciones, que pueden ir desde la necesidad de diseñar estas estrategias en contextos con agendas climáticas nacionales con objetivos de carbono-neutralidad muy exigentes o poco vinculadas con acciones en otros ODS, hasta la falta de experiencia institucional para articular estrategias de sostenibilidad de alta complejidad^{56, 57, 58}. Además de estas razones, es posible que existan limitaciones de recursos para implementar planes de sostenibilidad más amplios y durante periodos de tiempo apropiados, para la medición de su efectividad o progreso, en especial en las IES de regiones de bajo ingreso⁵⁹.

⁴⁴ Findler, F., Schönherr, N., Lozano, R., Reider, D. and Martinuzzi, A. 2019. The impacts of higher education institutions on sustainable development A review and conceptualization. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 20(1), 23-38.

⁴⁵ Martínez-Acosta, M., Vázquez-Villegas, P., Mejía-Manzano, L.A., Soto-Inzunza, G.V., Ruiz-Aguilar, K.M., Cuellar, L.K., Caratuzzolo, P. and Membrillo-Hernández, J. 2023. The implementation of SDG12 in and from higher education institutions: universities as laboratories for generating sustainable cities. *Frontiers in Sustainable Cities* 5.

⁴⁶ De la Poza, E., Merello, P., Barberá, A. and Celani, A. 2021. Universities' Reporting on SDGs: Using THE Impact Rankings to Model and Measure Their Contribution to Sustainability. *Sustainability* 13(4).

⁴⁷ Sanches, F.E.F., Campos, M.L., Gaio, L.E. and Belli, M.M. 2022. Proposal for sustainability action archetypes for higher education institutions. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 23(4), 915-939.

⁴⁸ Findler, F., Schönherr, N., Lozano, R., Reider, D. and Martinuzzi, A. 2019. The impacts of higher education institutions on sustainable development A review and conceptualization. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 20(1), 23-38.

⁴⁹ Niagara-College-Canada 2019 Niagara College - Sustainability Plan 2019-2021, p. 24, Niagara College Canada.

⁵⁰ University-of-Pittsburgh 2018 Pitt Sustainability Plan, p. 28, University of Pittsburgh.

⁵¹ García-Arce, J.G. and Gutiérrez-Barba, B.E. 2023. Institutional philosophy and sustainable development goals: underlying linkages. *Alteridad-Revista De Educacion* 18(1), 72-84.

⁵² UNEP 2014b Greening Universities Toolkit V2.0: Transforming universities into green and sustainable campuses, p. 164, United Nations Environment Programme (UNEP).

⁵³ De la Poza, E., Merello, P., Barberá, A. and Celani, A. 2021. Universities' Reporting on SDGs: Using THE Impact Rankings to Model and Measure Their Contribution to Sustainability. *Sustainability* 13(4).

⁵⁴ UNEP 2019 First in class: how schools and universities are practising what they preach on carbon emissions, United Nations Environment Programme (UNEP).

⁵⁵ da Silva, L.A., Dutra, A.R.D. and Guerra, J. 2023. Decarbonization in Higher Education Institutions as a Way to Achieve a Green Campus: A Literature Review. *Sustainability* 15(5).

⁵⁶ Bautista-Puig, N. and Sanz-Casado, E. 2021. Sustainability practices in Spanish higher education institutions: An overview of status and implementation. *Journal of Cleaner Production* 295.

⁵⁷ Bedoya-Dorado, C., Murillo-Vargas, G. and Gonzalez-Campo, C.H. 2022. Sustainability in the mission and vision statements of Colombian Universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 23(1), 67-86.

⁵⁸ Franco, I., Saito, O., Vaughter, P., Whereat, J., Kanie, N. and Takemoto, K. 2019. Higher education for sustainable development: actioning the global goals in policy, curriculum and practice. *Sustainability Science* 14(6), 1621-1642.

⁵⁹ Awuzie, B. and Emuze, F. 2017. Promoting sustainable development implementation in higher education Universities in South Africa. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 18(7), 1176-1190.

En el caso de los Estados Unidos, donde se encuentran algunas de las IES de mayor trayectoria y reconocimiento en los rankings ambientales, el número de estrategias de sostenibilidad eficientemente documentadas es sorprendentemente bajo y hay dificultades para establecer comparativos entre ellas, debido a déficits en su estandarización. Adicionalmente, la inclusión de metas e indicadores de equidad social sigue siendo uno de los aspectos menos relevantes en la mayoría de estas estrategias⁶⁰, siendo esto un indicativo, de que aún en este contexto prevalece el tránsito hacia CAPs en lugar de SAPs. Por lo tanto, se entiende la iniciativa del PNUMA, de estimular la creación de redes regionales de universidades sostenibles, para fomentar estandarización y de replicación de buenas “praxis” en la implementación de instrumentos de sostenibilidad⁶¹.

2.4 Síntesis: Enfoque CAP para la UNAB

La selección del enfoque CAP como principio director de la misión de la UNAB, en materia de sostenibilidad ambiental, se ha realizado previo análisis del estado del arte en este campo, en concordancia con experiencias similares retrotraídas de otros contextos y también del estado actual de las capacidades propias de la institución, para de esta manera estructurar una directriz de sostenibilidad y estimular la asignación de los recursos requeridos para su implementación y consolidación en el mediano plazo. Específicamente, la elaboración de este CAP se inspira en:

- Metodologías que acuden a una revisión sistemática del estado del arte y que acoplan los hallazgos de esta etapa, con la adopción o la inclusión de al menos algún tipo de proceso participativo de líderes de distintas áreas y grupos de interés de la IES, para integrar una visión holística de sostenibilidad en la planeación estratégica y la respectiva selección o definición de los objetivos y acciones “pro-sostenibilidad”, que sean más compatibles con la misión y necesidades específicas de la institución en esta materia⁶².
- Metodologías que realizan aproximaciones desde una estrategia de carbono-neutralidad clásica, para luego avanzar gradualmente hacia la planificación de campus más verdes, es decir con desarrollos de otros aspectos ambientales, tales como, indicadores de impacto ambiental potencial o metas ambientales de otros ODS (distintos al 13), pero que en lo posible sean particularmente sinérgicos con la acción climática (ODS 13)^{63, 64, 65, 66, 67}.
- Metodologías que promueven o pueden servir de base, para un avance posterior hacia un enfoque de sostenibilidad integral, mediante un alineamiento inicial con los ODS con mayor capacidad para potenciar las funciones sustantivas de las IES: enseñanza, investigación y relacionamiento con el sector externo.

Estas características metodológicas, han sido correlacionadas con el desempeño de las IES en los sistemas de medición de desempeño ambiental y de sostenibilidad, evidenciando un estrecho y particular vínculo, entre el logro de un buen posicionamiento en estos rankings y el fortalecimiento de capacidades, para transferir conocimiento al sector productivo y dar soporte a las instituciones estatales. Desde esta óptica, el CAP no solamente es una directriz de sostenibilidad de fundamento ambiental primario, sino que es un instrumento orientador de la calidad

⁶⁰ Eby, R.F. and Rangarajan, N. 2023. Campus sustainability plans: past, present and future. *Ibid.*

⁶¹ UNEP 2014a Greening Universities Toolkit V2.0 - Transforming universities into green and sustainable campuses, p. 164, United Nations Environment Programme (UNEP).

⁶² Sanches, F.E.F., de Souza, M., Massaro, F.R., Povedano, R. and Gaio, L.E. 2023. Developing a method for incorporating sustainability into the strategic planning of higher education institutions. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 24(4), 812-839.

⁶³ da Silva, L.A., Dutra, A.R.D. and Guerra, J. 2023. Decarbonization in Higher Education Institutions as a Way to Achieve a Green Campus: A Literature Review. *Sustainability* 15(5).

⁶⁴ Sen, G., Chau, H.W., Tariq, M., Muttil, N. and Ng, A.W.M. 2022. Achieving Sustainability and Carbon Neutrality in Higher Education Institutions: A Review. *Ibid.* 14(1).

⁶⁵ De la Poza, E., Merello, P., Barberá, A. and Celani, A. 2021. Universities' Reporting on SDGs: Using THE Impact Rankings to Model and Measure Their Contribution to Sustainability. *Ibid.* 13(4).

⁶⁶ Stevenson, S., Collins, A., Jennings, N., Köberle, A., Laumann, F., Lavery, A.A., Vineis, P., Woods, J. and Gambhir, A. 2021. A hybrid approach to identifying and assessing interactions between climate action (SDG13) policies and a range of SDGs in a UK context. *Discover Sustainability* 2(1).

⁶⁷ Jain, S., Agarwal, A., Jani, V., Singhal, S., Sharma, P. and Jalan, R. 2017. Assessment of carbon neutrality and sustainability in educational campuses (CaNSEC): A general framework. *Ecological Indicators* 76, 131-143.

institucional, que además debe incluir aspectos conexos en su implementación y operación, especialmente aquellos que influyen en su impacto social y en el posicionamiento de su oferta de valor.

En general, la implementación y operación de un CAP o SAP, se realiza a través de una mesa, oficina o comité de sostenibilidad, siendo un factor clave para participar exitosamente en las mediciones de desempeño ambiental y de sostenibilidad de IES. Así mismo, la disponibilidad de un equipo de trabajo amplio y diverso en temas de sostenibilidad, la financiación de investigaciones de posgrado y la tenencia de una masa crítica de expertos (e. g. profesores, investigadores, asesores), son aspectos organizacionales, que influyen de forma significativa en las valoraciones de sostenibilidad de las IES^{68, 69}.

Es por esta razón, que el “CAP UNAB” ha sido estructurado, en el marco de un proceso de investigación, con el fin de conferirle adaptabilidad y capacidad de anticipar programáticamente, las prioridades institucionales en temas medioambientales y de sostenibilidad en su sentido más amplio, siendo necesario un análisis de causalidad de las características organizacionales y su incidencia sobre la sostenibilidad integral de la institución. Además de este objetivo principal, este CAP, también obedece a la necesidad de preparar a la institución para otros desafíos; uno de ellos, la búsqueda de un punto de avanzada y diferenciador del enfoque tradicional de otras IES colombianas en la materia, que aunque tienen una mayor trayectoria en la adopción de una política o directriz de sostenibilidad ambiental, en realidad, se mantienen en la línea clásica de carbono-neutralidad, sustentados en procesos de certificación⁷⁰, ocasionalmente complementados con acciones de compensación de emisiones de GEI^{71, 72, 73, 74}.

El CAP también puede servir como plataforma para estructurar una declaración voluntaria de sostenibilidad tipo GRI⁷⁵, un mecanismo que cada vez será más importante para acceder a recursos financieros para el desarrollo de la gestión ambiental en las instituciones educativas y para participar en esquemas de finanzas verdes⁷⁶.

En este marco de referencia, el CAP de la UNAB además de acogerse a los principios directores de carácter metodológico, que fueron enunciados al inicio de esta sección y de proyectar su diseño e implementación con base en un enfoque de investigación y participativo, que involucra los diferentes grupos de interés al seno de la institución, toma como eje articulador, la existencia de una unidad específicamente enfocada en direccionar el relacionamiento ambiental de la Universidad desde hace algunos años, es decir, el Centro de Investigaciones en Bioeconomía Circular (ε-BiO)/UNAB Ambiental, para constituir y operar la mesa de sostenibilidad para la gestión del CAP.

Por otro lado, a diferencia de otras IES colombianas, en el inicio del proyecto CAP se ha definido que el eje central del componente ambiental, es decir, la acción climática, fuera direccionada involucrando a la Universidad de manera

⁶⁸ De la Poza, E., Merello, P., Barberá, A. and Celani, A. 2021. Universities' Reporting on SDGs: Using THE Impact Rankings to Model and Measure Their Contribution to Sustainability. *Sustainability* 13(4).

⁶⁹ Roosa, T. and Mischon, P. 2022. Measuring the impact of organizational characteristics on the sustainability performance of US institutions of higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 23(7), 1543-1559.

⁷⁰ ISO 2006 ISO 14064-1: 2006-2018 Greenhouse Gases, ISO (International Organization for Standardization), Geneva.

⁷¹ Cano, N., Berrio, L., Carvajal, E. and Arango, S. 2023. Assessing the carbon footprint of a Colombian University Campus using the UNE-ISO 14064-1 and WRI/WBCSD GHG Protocol Corporate Standard. *Environmental Science and Pollution Research* 30(2), 3980-3996.

⁷² Osorio, A.M., Usuga, L.F., Vásquez, R.E., Nieto-Londoño, C., Rinaudo, M.E., Martínez, J.A. and Leal, W. 2022. Towards Carbon Neutrality in Higher Education Institutions: Case of Two Private Universities in Colombia. *Sustainability* 14(3).

⁷³ Varón-Hoyos, M., Osorio-Tejada, J. and Morales-Pinzón, T. 2021. Carbon footprint of a university campus from Colombia. *Carbon Management* 12(1), 93-107.

⁷⁴ Ruiz, L.J.A. and Velandia, K.D.G. 2018. Analysis of the ecological footprint generated by the Corporación Universitaria Minuto de Dios, Colombia. *Teoría Y Praxis* 14(26), 187-202.

⁷⁵ GRI, Global Reporting Initiative.

⁷⁶ Brandao, M.S., Ometto, A.R., Leme, P.C.S., Ranieri, V.E.L. and de Andrade, M.G. 2019. Enablers and barriers to environmental management development in higher education institutions: an analysis of sustainability reports of Global Reporting Initiative. *Engenharia Sanitaria E Ambiental* 24(5), 993-1002.

temprana en el Programa Nacional de Carbono-neutralidad⁷⁷ y no mediante un proceso de certificación y compensación de huella de carbono, de por cuanto, en esta línea es posible dar cumplimiento anticipado a un futuro requisito de ley y reducir los costos asociados a programas de certificación y compensación, que seguramente serán etapas subsiguientes en la evolución dentro del programa de carbono-neutralidad.

A la entrega de este documento, el CAP de la UNAB ya deja varios resultados importantes, entre ellos, el establecimiento de un primer inventario histórico de emisiones de la institución en sus diferentes sedes, el estudio de causalidad de relaciones entre características organizacionales y áreas de desempeño ambiental sinérgicas con la acción climática y la elaboración de una herramienta analítica de huella de carbono, que permitirá hacer seguimiento a los planes y metas de reducción de este indicador. Efectivamente, esta herramienta anticipa desde ya su utilidad y validez como un insumo de un proceso de investigación, al permitir visualizar situaciones complejas en la determinación del inventario de emisiones GEI, como fue el caso de la sensible fluctuación de estas emisiones, durante la pandemia del COVID-19 y que ha abierto el debate internacional sobre los beneficios o no de los diferentes modelos de educación superior, y en particular, sobre el impacto ambiental de la educación virtual y “online” y sobre la necesidad de mejorar las decisiones metodológicas para la adecuada contabilización del desplazamiento de emisiones hacia los hogares, o del uso del transporte en las modalidades presenciales^{78, 79}.

De esta manera y con esta antesala, se invita a los lectores del presente manuscrito, a recorrer detenidamente el proceso de elaboración del CAP de la UNAB, sus primeros resultados y los instrumentos y directrices emanadas para su implementación y también a sopesar la posible asimilación de este documento, como instrumento orientador y base de la política de sostenibilidad ambiental institucional, que es el requerimiento principal para mejorar el desempeño en los rankings de sostenibilidad ambiental para IES.

⁷⁷ MinAmbiente 2023 Programa Nacional de Carbono Neutralidad (Colombia), Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (República de Colombia), Website: <https://carbononeutral.minambiente.gov.co/programa-nacional-de-carbono-neutralidad/>.

⁷⁸ Filimonau, V., Archer, D., Bellamy, L., Smith, N. and Wintrip, R. 2021. The carbon footprint of a UK University during the COVID-19 lockdown. *Science of the Total Environment* 756.

⁷⁹ Sun, L., Kaufman, M.F., Sirk, E.A., Durga, S., Mahowald, N.M. And You, F.Q. 2022. Covid-19 Impact on an Academic Institution's Greenhouse Gas Inventory: The Case Of Cornell University. *Journal Of Cleaner Production* 363.



**3. PLAN DE ACCIÓN
CLIMÁTICA:
ASPECTOS
METODOLÓGICOS**



3. PLAN DE ACCIÓN CLIMÁTICA: ASPECTOS METODOLÓGICOS

Tomando como referencia los antecedentes y fundamentos descritos y discutidos en la sección precedente, puede afirmarse que la construcción del Plan de Acción Climática (CAP) de la UNAB, obedece a una estrategia interdisciplinaria y participativa, concebida en el marco de un proyecto de investigación interno, estructurado en cuatro fases, algunas diseñadas con componentes secuenciales y otras para desarrollarse en paralelo. La Figura 5, ilustra de manera general la metodología utilizada para estructurar el CAP de la UNAB y sus cuatro fases, las cuales se describen de manera sucinta a continuación:



Figura 5. Metodología para desarrollo del CAP – UNAB

3.1 Fase I – Caracterización de la línea base de huella de Carbono

Esta primera fase corresponde a la caracterización de la línea base de huella de carbono de la institución; lo cual incluye, la identificación y clasificación de los factores que tienen un impacto en la producción de GEI⁸⁰, además, del levantamiento de datos histórico de estas emisiones. Analizando las actividades realizadas en los diversos campus de la UNAB y la información disponible, se identificaron las fuentes directas e indirectas de emisión de GEI y se hizo el inventario de 2018 a 2022, con el propósito de establecer tendencias y empezar a familiarizarse con el comportamiento periódico, mensual y anual de este indicador. Las fuentes de emisión de GEI fueron clasificadas según el estándar de huella de carbono, es decir según alcances (1, 2 y 3)⁸¹ y para cada caso, se discriminaron las fuentes fijas, móviles y fugitivas y esto se hizo para el total de la institución, así como para cada uno de sus campus y bajo diferentes referentes de normalización, es decir, por área y por número de estudiantes de campus, los cuales son habituales, en los rankings de sostenibilidad ambiental para IES.

⁸⁰ El término "factores" en adelante se utiliza para expresar de manera general e inclusiva, procesos, fuentes, y otras posibles categorías o denominaciones aplicables a aspectos causantes o promotores de cambio climático o huella de carbono, principalmente fuentes de GEI (Gases efecto Invernadero)

⁸¹ ISO 14064. 2018. 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.

3.2 Fase II – Dinámica del sistema socio-climático universitario: análisis de causalidad

La línea base de huella de carbono fue tomada como punto de referencia para el desarrollo de un modelo de causalidad en la segunda fase de esta investigación, la cual tiene por objeto identificar, como las actividades de los distintos grupos de la comunidad universitaria y de la organización, influyen o se relacionan con los distintos factores de cambio climático. La aplicación del enfoque de análisis de sistemas como metodología para el estudio de estas relaciones causales, tiene la finalidad de generar una visión compartida sobre las hipótesis que las explican y, además, busca establecer similitudes y diferencias, en cuanto a la percepción de los distintos grupos de interés sobre ellas.

El modelo de causalidad fue construido en dos etapas; en la primera se sistematizó la información generada por el equipo de investigación, a partir de los insumos del estado del arte y de la línea base de huella de carbono y una segunda, obtenida de la comunidad universitaria en un ejercicio participativo. En el ejercicio inicial y mediante el enfoque de dinámica de sistemas, el equipo de investigación estudió las relaciones entre las diferentes fuentes de emisión tratadas como variables, para identificar relaciones de influencia o dependencia entre ellas y su relativa significancia o aporte a la huella de carbono de la universidad. Con el fin de confirmar los hallazgos cualitativos iniciales, se recurrió al uso del software “Mic Mac”, una herramienta semicuantitativa de análisis que permite organizar una reflexión colectiva sobre un sistema específico relacionando de manera cuantitativa los elementos que lo constituyen, para así determinar cuáles de estos son influyentes o dependientes, en este caso, como factores generadores o potenciadores de huella de carbono⁸².

Para contrastar los resultados, los diferentes grupos de la comunidad universitaria se incorporaron al modelo como categorías de interpretación en el análisis de sistemas, con el objetivo de describir el “complejo socio climático” de la UNAB. Como resultado, se desarrollaron cuatro modelos analíticos, uno para cada categoría o actor (docentes, estudiantes y administrativos), además del resultante del equipo de investigación, con el fin de liberar el análisis del sesgo propio de este último. En estos modelos los factores de cambio climático fueron tomados como variables y también clasificados como fuentes fijas, móviles y fugitivas, identificando sus respectivas unidades de medida, con el fin de proporcionar mayor claridad sobre los tipos de relaciones establecidas y su intensidad. También fueron incluidas como variables, aspectos que pudiesen impactar la huella de carbono de manera favorable, como algunas fuentes de compensación que posee la UNAB, como la tenencia de la finca “La Orozco”, las áreas verdes de los distintos campus y el uso de tecnologías basadas en energías renovables.

Posteriormente, se crearon cuatro matrices que contenían la codificación de las relaciones establecidas por cada categoría o grupo, es decir estudiantes, docentes, administrativos y grupo de investigación. Estas matrices se utilizaron para definir la presencia o ausencia de una relación directa entre variables y determinar su intensidad. El equipo de investigación clasificó las relaciones como intensas, intermedias y débiles y con el apoyo del software Mic Mac, se elaboraron modelos para cada categoría, donde las variables se clasificaron según su importancia y rango de poder. En otras palabras, el proceso de modelación permitió identificar qué variables influyen de manera más significativa en la generación de huella de carbono o pueden potenciar a otras.

⁸² Villegas Vilchis, A., Platas Rosado, D., Gallardo-López, F., & López-Romero, G. (27 de septiembre de 2020). Análisis estructural MicMac para determinar las variables estratégicas de la agroindustria en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(6), 1325 - 1335. doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.2194>

Con estos resultados y respondiendo al principio de participación, en la segunda etapa de esta fase, se realizó un taller con el objetivo de contrastar una vez más, las percepciones del equipo investigador con las de los otros grupos de la comunidad universitaria y también para identificar otros posibles factores de emisión que pudieran haber sido omitidos. En este taller, grupos conformados por estudiantes, docentes y administrativos, con el acompañamiento del equipo investigador, clasificaron las variables y sus relaciones de acuerdo con su intensidad, a partir de la perspectiva que les confiere su quehacer dentro de la universidad.

Finalmente, la información resultante del taller se contrastó con la del equipo de investigación y los resultados de la modelación en Mic Mac. De este ejercicio se identificaron las siguientes variables de poder o altamente influyentes o de mayor correlación según se observa en la Tabla 1, que compila estos resultados. Este ejercicio fue socializado a la comunidad académica, encontrándose que la formación ambiental, las construcciones y las compras sostenibles son las variables que mayor impacto parecen tener en la huella de carbono de la UNAB, según la percepción de los grupos de interés y por consiguiente son parte substancial del foco orientador del CAP, en cuanto a la formulación de acciones de control y mitigación de factores de cambio climático.

Tabla 1. Identificación de variables potencialmente influyentes en la promoción de factores de cambio climático institucional según grupos de interés

Estudiantes	Profesores	Administrativos	Equipo de Investigación
Formación ambiental	Formación ambiental	Formación ambiental	Formación ambiental
Compras sostenibles	Compras sostenibles	Compras sostenibles	Compras sostenibles
Construcciones sostenibles	Construcciones sostenibles	Construcciones sostenibles	Construcciones sostenibles
Generación de residuos estudiantes	Generación de residuos administrativos	Generación de residuos administrativos	Generación de residuos sólidos de distinto tipo
Alimentaciones estudiantes / sostenible	Alimentación administrativa		Alimentaciones estudiantes /sostenible
	Consumo de energía eléctrica		Consumo de energía eléctrica
	Consumo de agua	Consumo de agua	Consumo de agua
	Teletrabajo		Teletrabajo
		Movilidad administrativos	Movilidad administrativos. y docentes
		Extintores	Extintores
			Uso de materias primas de administración
			Uso de espacio de trabajo administrativo

3.3 Fase III – Formulación del CAP

3.3.1 Definición del Objeto, Misión y Visión del CAP

El Desarrollo metodológico del CAP, los resultados posibles y la revisión del estado del arte de otras IES, permite representar en la siguiente Figura el objetivo, misión y visión del CAP, desde una perspectiva de contribución a la mitigación y adaptación del cambio climático y crecimiento institucional desde la sostenibilidad ambiental.

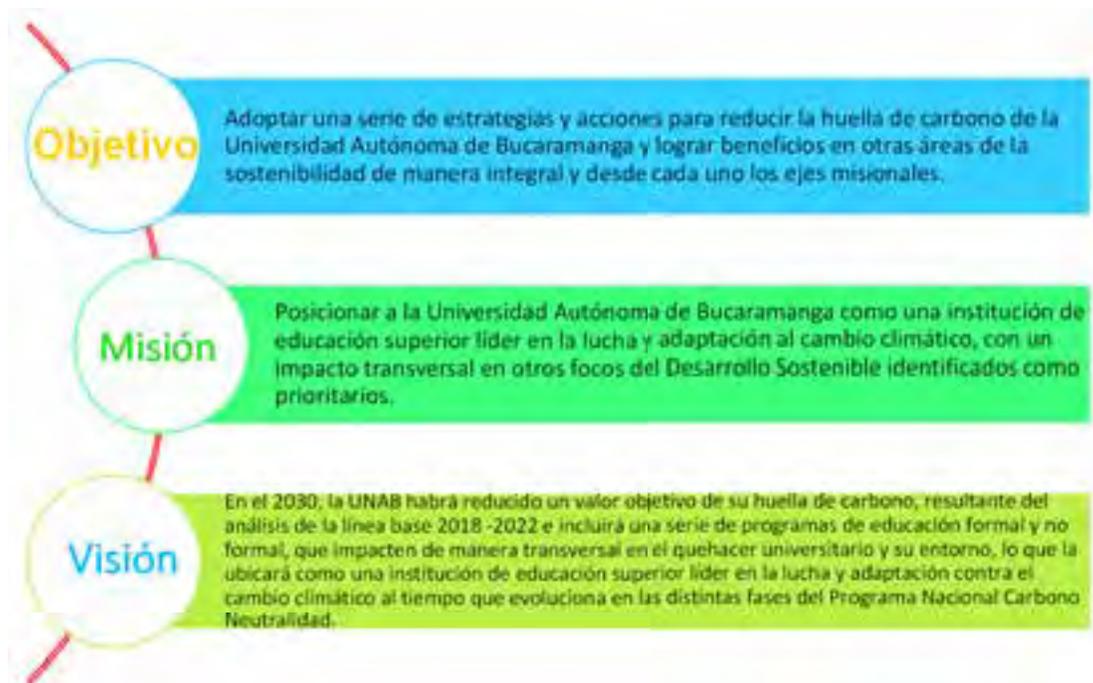


Figura 6. Principios directores del CAP – UNAB

3.3.2 Elementos constitutivos

La tercera fase de la investigación consistió en definir los elementos o componentes para la formulación, implementación y operación del CAP. Estos elementos fueron identificados fundamentalmente a partir del estado del arte y tienen el propósito de conferirle al instrumento, la capacidad de evolucionar hacia una visión más integral de sostenibilidad, incluyendo, por ejemplo, algunos elementos que permitan correlacionar factores de cambio climático, con otros impactos ambientales posiblemente sinérgicos o relacionados con ellos. Los elementos constitutivos que se han considerado en el CAP-UNAB, se presentan en la Figura 7, donde se pueden identificar entre otros, aspectos centrados en el monitoreo y evaluación de los indicadores que se definan como estratégicos y otros relativos a su implementación y administración.

A partir de este ejercicio se procedió a construir una matriz de marco lógico, con el fin de construir los planes estratégicos para el cumplimiento de las metas específicas que surjan o se fijadas para el CAP, siguiendo principios de complementariedad, retroalimentación y coordinación⁸³, los cuales sustentan el enfoque general del instrumento y su posible escalamiento a política institucional de sostenibilidad. Como resultado de esta matriz, se identificaron un conjunto de intervenciones y acciones de reducción y control de sus factores de cambio climático, cuyas metas puede ser convenientemente armonizadas con los periodos de cumplimiento de los objetivos de la Contribución Nacional Determinada, en el corto y mediano plazo, es decir a 2025 y 2030⁸⁴. Estas acciones también están alineadas con acciones sobre otros indicadores ambientales y ODS, que se reconocieron como sinérgicos con la huella de carbono.

Además de lo anterior, el CAP se ha estructurado para atender los tres ejes o enfoques de acción clásicos de la acción climática: el de reducción de la huella de carbono, el de adaptación al cambio climático y el de voluntariado, seguimiento y evaluación; identificando en cada uno, las áreas o dependencias con mayor responsabilidad, sea en

⁸³ CEPAL. (2005). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

⁸⁴ Gobierno-de-Colombia 2019 Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC), p. 112, Bogotá.

la generación de fuentes de emisión (variables) priorizadas ella aplicar el análisis de causalidad o en el acopio y gestión de datos e información, para el levantamiento permanente del inventario de emisiones.

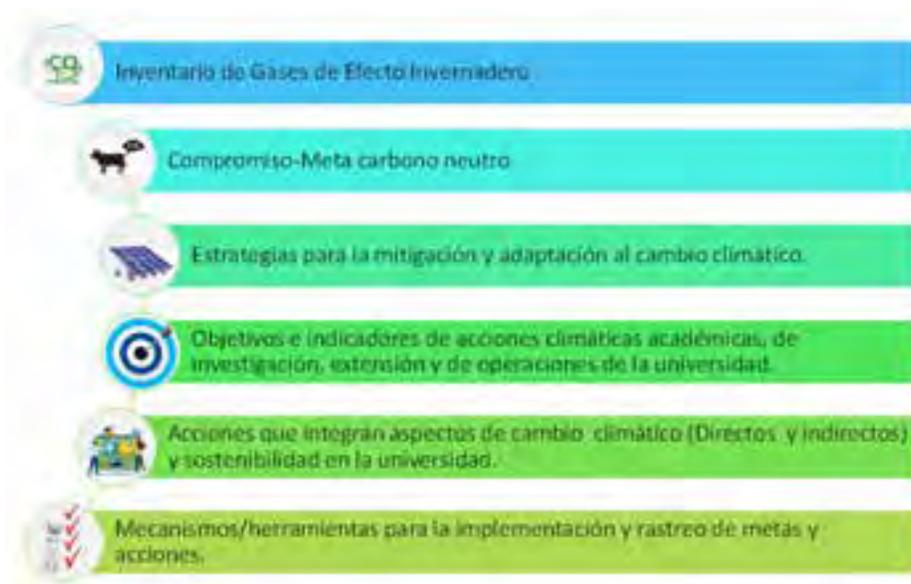


Figura 7. Elementos constitutivos del CAP – UNAB

3.4 Fase IV – Concepción del Portafolio de Servicios Ambientales

Dada la importancia de fortalecer los lazos con el sector productivo mediante convenios o servicios de extensión académicos y/o investigativos, que contribuyan a la reducción del impacto ambiental, es necesario identificar las dependencias y la oferta de servicios disponibles en cada una de ellas, que permitan implementar acciones de reducción de la huella de carbono, disminuir otros impactos ambientales y mejorar la calidad de vida en el entorno inmediato. En el caso de la UNAB, este relacionamiento respetuoso del medio ambiente y de otros ámbitos de la sostenibilidad, se direcciona respondiendo a los principios del Pacto Global de Naciones Unidas, al cual ha adherido desde 2018. Es por esto, que como parte de esta primera versión del CAP se ha considerado importante, realizar un mapeo preliminar pero cuidadoso, de las posibles líneas de relacionamiento de los ODS, con las dependencias, unidades y proyectos especiales dentro de la institución, que tengan la mayor capacidad de contribuir al cumplimiento de metas en cada uno de los ODS.

De esta manera y según la Figura 8, es posible observar como el Centro ϵ -BiO/UNAB Ambiental, una unidad especial de soporte académico, científico y administrativo, donde confluyen las funciones del Grupo de Biotecnología y Ambiente (GBA) y de la dependencia UNAB-Ambiental, tiene la capacidad de responder desde sus tres líneas de investigación declaradas (i. Bioprocesos para la bioeconomía y la bioenergía; ii. Tecnologías y metodologías de sostenibilidad ambiental; iii. Ecología de la conservación) a la totalidad de los ODS ambientales (ODS 13, 14 y 15) y a los de relacionamiento primario con la industria y el sector servicios (ODS 6 y 7). Por otro lado, desde su quehacer propio en I+D+i, promueve la innovación y el desarrollo del sector externo (ODS 9, 12, 17) y tiene un potencial importante en el diseño y ampliación de oferta de educación con un mayor compromiso con la sostenibilidad (ODS 4), con la mediación de funciones de extensión y transferencia de conocimiento, direccionadas desde otras dependencias.

Si bien se hace énfasis en la respuesta del Centro ϵ BiO/UNAB Ambiental, a un conjunto muy específico de principios del pacto global de naciones unidas y a los ODS respectivos, la Figura 8 también muestra otras líneas de

relacionamiento institucional con estos principios, para orientar la conformación y consolidación de un portafolio institucional de servicios ambientales y de sostenibilidad, donde dependencias, unidades y proyectos, como la Facultad de Ciencias de la Salud, UNAB Transformativa, el Doctorado en Sostenibilidad, Educación Continua, Transferencia de conocimiento, y el Instituto de Estudios Políticos, recogen buena parte de esta misiva.



Figura 8. Mapa de respuesta de las dependencias de la UNAB a los ODS y principios del Pacto Global de Naciones Unidas.

3.5 Órgano de operación y administración: Mesa CAP o de sostenibilidad

Según el estado del arte, la implementación y operación de los elementos antes discriminados y articulados en un CAP se realiza a través de una mesa, oficina o comité de sostenibilidad, es decir, un equipo de trabajo amplio y diverso, representativo de los diferentes grupos de interés de la institución y en especial de aquellas áreas que se han identificado como influyentes en la generación de cambio climático, desempeño ambiental y en la gestión de información para la valoración de indicadores al respecto. En concordancia con lo establecido en la sección precedente, en el CAP de la UNAB se ha proyectado la conformación de la mesa de sostenibilidad para su gestión, con un enfoque de investigación y participativo, involucrando los diferentes grupos de interés de la institución y las distintas unidades académicas y de gestión, tomando como plataforma y eje de articulación, la existencia de una unidad específicamente enfocada en direccionar el relacionamiento ambiental de la Universidad, el Centro de Investigaciones en Bioeconomía Circular (ε-BiO)/UNAB Ambiental; un aspecto que se documenta de forma ampliada en la sección 6.4.



4. HUELLA DE CARBONO UNAB: FUENTES Y LÍNEA BASE



4. HUELLA DE CARBONO UNAB: FUENTES Y LÍNEA BASE

La comunidad académica ha reconocido la necesidad de participar activamente en la acción por el clima y promover la sostenibilidad, siendo la reducción de la huella de carbono de sus campus el primer eslabón en sus estrategias de sostenibilidad ambiental. Las IES pueden ser emisoras de GEI en sus operaciones cotidianas, que involucran consumo de electricidad, gestión de residuos, transporte de miembros de la comunidad académica, uso de laboratorios, entre tantas otras, que directa o indirectamente pueden generar este tipo de emisiones. En el diseño de este plan que la UNAB ha direccionado como CAP, se establece la caracterización y determinación de la huella de carbono institucional, como la primera fase, según se presenta a continuación:

4.1. Enunciado del enfoque metodológico

El inventario de gases de efecto invernadero UNAB, se elabora a partir de las directrices dadas por el Programa de Carbono-neutralidad del gobierno colombiano, el cual acoge metodologías internacionales para el cálculo y presentación de la huella de carbono institucional, particularmente las del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero⁸⁵ (GHG Protocol) y del IPCC 2021⁸⁶, especialmente en materia de factores de emisión y también asimila las recomendaciones de la ISO 14064 de 2018 en aspectos metodológicos, como la definición de los alcances del indicador “huella de carbono”⁸⁷.

4.2. Función y unidad funcional

Dado que las IES son organizaciones polifuncionales que enmarcan su misión en el quehacer educativo, investigativo y de extensión o de relacionamiento externo, la huella de carbono organizacional debe incluir el aporte de las diferentes operaciones, procesos o actividades que permiten o conllevan a la realización de estas tres funciones. En el presente documento, las emisiones acumuladas de todas las operaciones, procesos o actividades comprometidas en actividades misionales de la universidad, serán expresadas en toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente (Ton CO_{2-eq}) /año e incluirán el aporte de los distintos GEI presentes en las fuentes identificadas en la línea base del estudio (e.g. CH₄, N₂O, SF₆, CFCs, HFCs). Luego a nivel de analítica de datos, la huella de carbono institucional y por campus, será calculada por área y por estudiante, según la praxis recurrente en los rankings de sostenibilidad ambiental para IES⁸⁸.

4.3. Límites organizacionales y temporales

El cálculo de huella de carbono de la UNAB obedece a un enfoque organizacional, en donde solo se tienen en cuenta los aspectos operativos relacionados con sus funciones. Definir los límites organizacionales y el enfoque (accionario u operacional), depende de la cantidad y calidad de la información relativa a las actividades precursoras de emisiones de GEI, la capacidad de reporte y constancia en la toma de los datos⁸⁹. En esta primera determinación de la huella de carbono se incluyeron datos de 4 de los 5 campus con que cuenta la universidad, en particular los que concentran la mayor demanda de servicios académicos y administrativos de la población estudiantil, es decir, los Campus El Jardín, El Bosque, Centro de Servicios Universitarios (CSU) e Instituto Caldas.

⁸⁵ GHG Protocol.2014. Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte. World Business Council for Sustainable Development.

⁸⁶ IPCC. 2021. Cambio climático 2021. Resumen para responsabilidades de políticas. Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. PNUMA.

⁸⁷ ISO 14064. 2018. 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.

⁸⁸ QS World University Ranking: Sostenibilidad 2023. <https://www.qs.com/rankings-performance/#rankings-methodology>

⁸⁹ Quevedo, A. 2018. La responsabilidad social y la huella de carbono en las organizaciones. Revista estratégica organizacional. 7 (2).43-49.

Bajo esta premisa, el enfoque de la huella de carbono UNAB también puede considerarse accionario (aportes de cada campus), con control financiero y operacional, puesto que es una universidad garante de políticas financieras, con control superior en lo administrativo y académico, pero sin considerar la intervención de aquellos establecimientos, como cafeterías, restaurantes e instituciones bancarias, que operan en sus predios bajo arrendamiento, dado que se asume no intervienen en el cumplimiento de las funciones sustantivas de la institución.

Dentro los límites temporales se calculó la huella con la información de fuentes de emisión del año 2018 hasta el 2022. Siendo el año 2018 el año base antes de pandemia y 2020 para el periodo de pandemia. Los años 2021 – 2022 o de postpandemia también han sido valorados, naturalmente con algún rezago del efecto de la pandemia sobre la normalidad parcial de la operación y las emisiones típicas de GEI, sobre todo en el primer semestre de 2021.

A la fecha de sumisión del presente reporte (primer borrador) para revisión por pares externos, de los miembros de la mesa CAP o de sostenibilidad y de la alta directiva, el equipo de trabajo se encuentra consolidando la línea base de huella de carbono institucional del año 2023.

4.4. Identificación de fuentes de emisión

De acuerdo con la metodología del “GHG Protocol” y la norma ISO 14064-1 de 2019, posterior a la identificación de los límites del estudio, se ha procedido a clasificar las emisiones de GEI en directas (alcance 1), indirectas o conexas al importe de energía (alcance 2) y las indirectas asociadas a otras fuentes “aguas arriba y abajo de la organización (alcance 3)”, siendo organizadas en los tres casos en tres subcategorías como fuentes: fijas, móviles y fugitivas. En el Anexo 1 se definen las emisiones por tipo y fuente; y en las Tablas 2 a 6 se resumen las principales fuentes de emisiones de GEI según alcance, siendo asociadas a las actividades operacionales o procesos que las generan y las dependencias que tienen la información principal o datos fuente para su valoración:

Tabla 2. Fuentes de emisiones directas o de Alcance 1 de tipo Fijo

Fuentes	Descripción de Procesos	Ubicación de la fuente o área responsable de la medición o dato*
Fuentes fijas		
Consumo de gas natural	Funcionamiento de caldera	Prácticas Ingeniería en energía - Jardín
	Preparación de Alimentos	Cocina académica BANU
	Prácticas de gastronomía y Alta cocina.	Hostal CSU Restaurante escolar Instituto Caldas.
Consumo de gas propano	Esterilización de material biológico y practicas experimentales.	Laboratorio ε-BIO -Jardín
Uso de cilindro de gas de CO ₂	Insumo de experimentación	Laboratorio ε-BIO -Jardín
Consumo de combustible Diésel	Plantas de emergencia para la generación de energía.	2 plantas en el Campus el Jardín 1 planta en el CSU 1 planta en Instituto Caldas 1 planta en el Bosque
Consumo de aceite 15 w-40-ACEDELCO AP14	Plantas de emergencia para la generación de energía.	2 plantas en el Campus el Jardín 1 planta en el CSU 1 planta en Instituto Caldas 1 planta en el Bosque

Tabla 3. Fuentes de emisiones directas o de Alcance 1 de tipo móvil y fugitivas

Fuentes	Descripción de Procesos	Ubicación de la fuente o área responsable de la medición o dato*
Fuentes móviles		
Consumo de gasolina	Automóviles UNAB	Rectoría UNAB
	Mensajería	Secretaría general y jurídica Compras y Almacén GUIDO
Consumo de Aceite motor 2 tiempos	Poda de jardines y Limpieza UNAB	Aseo Servicio S.A.S.
	Poda de jardines y Limpieza UNAB	Aseo Servicio S.A.S.
Consumo de Diesel	Bus UNAB	Seguridad y Transporte Campus Jardín - CSU
Fuentes fugitivas		
Refrigerante R-410A	Aires acondicionados	Infraestructura y operaciones
	Enfriamiento de espacios mediante Chiller.	1 Chiller edificio administrativo piso 1, Campus Jardín 1 Chiller edificio 2 piso 3, Campus El Bosque
Refrigerante R-22	Dispositivos de aire acondicionado.	Infraestructura y operaciones
	Enfriamiento de espacios mediante Chiller.	1 Chiller edificio 1, Piso 7, Campus El Jardín
Refrigerante 134A	Neveras y bebederos de agua	Infraestructura y operaciones
Refrigerante HCFC-123	Mantenimiento anual de extintor Erseg SAS de 3700 gamos con HCFC-123 (Hidro Cloro Flúor Carbonado 123)	Gestión humana (ARL SURA)
Emisiones de CO ₂	Mantenimiento anual de extintor Erseg SAS 5 libras, dióxido de Carbono	Gestión humana (ARL SURA)

Tabla 4. Emisiones indirectas asociadas al consumo de electricidad de la red o de Alcance 2

Fuentes	Descripción de Procesos	Ubicación de la fuente o área responsable de la medición o dato*
Fuentes fijas		
Consumo de energía eléctrica	Uso de energía de la red pública	Gestión financiera y Sistema de Gestión Universitaria de la Información y la Documentación (GUIDO)

Tabla 5. Otras Emisiones indirectas o de Alcance 3 por fuentes fijas

Fuentes	Descripción de Procesos	Ubicación de la fuente o área responsable de la medición o dato*
Descargas de Demanda química de oxígeno (DQO) en vertimientos	Vertimiento de aguas residuales no domésticas.	Todos los campus, UNAB Ambiental*
Descargas de Nitrógeno total en vertimientos	Vertimiento de aguas residuales no domésticas.	Todos los campus, UNAB Ambiental*
Generación de biogás por descomposición de material orgánico	Generación de residuos generales	Todos los campus, UNAB Ambiental*
Generación de biogás por descomposición de material orgánico	Generación de residuos de poda	Todos los campus, UNAB Ambiental*

Tabla 6. Otras Emisiones indirectas o de Alcance 3 por fuentes móviles

Fuentes	Descripción de Procesos	Ubicación de la fuente o área responsable de la medición o dato*
Transporte de Aceite 15w40 - ACEDELCO API4 usado	Transporte externo de residuos a sitio de acopio/ disposición final	Manos Verdes
Transporte de Residuos generales (Orgánico aprovechable, No aprovechables, Reciclables y Biosanitarios)	Transporte externo de residuos a sitio de acopio/ disposición final	Gestores públicos de limpieza: Campus Jardín- Proactiva Chica SAS, Veolia SAS, EMAB SA. Campus CSU- Proactiva chica, Veolia SAS.
Transporte de Residuos peligrosos (Biosanitarios, Anatomopatológicos, cortopunzantes, Reactivos, Vidrio contaminado)	Transporte externo de residuos a sitio de acopio/ disposición final	Instituto Caldas- Veolia SAS. UNAB Ambiental – DESCONT SAS.
Transporte de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).	Transporte externo de residuos a sitio de acopio/ disposición final	UNAB Ambiental – SOCIAL RAEE.
Residuos de Aceite de cocina	Transporte externo de residuos a sitio de acopio/ disposición final	UNAB Ambiental – GRASECOL SAS.
Residuos inservibles (Madera- escombros)	Transporte externo de residuos a sitio de acopio/ disposición final	UNAB Ambiental – Manos Verdes
Vuelos nacionales	Transporte para evento académicos	Docentes /estudiantes/administrativos.
Vuelos internacionales	Transporte para evento académicos	Docentes /estudiantes/administrativos.
Taxis	Transporte para evento académicos	Docentes /administrativos.
Acarreos de equipos y materiales	Transporte para evento académicos o funcionamiento de la infraestructura.	Infraestructura y operaciones campus El Jardín.

4.5. Identificación de sumideros de carbono de la UNAB

4.5.1. Finca “La Orozco”

La finca la Orozco es un predio de 141.229 m² distribuidos de forma irregular, bajo el número predial 00-01-0004-0099-000, categorizada por la norma urbanística N°0040-2020⁹⁰ como un Distrito Regional de Manejo Integrado de Bucaramanga, es decir, una zona de conservación y protección ambiental. Bajo el requerimiento de cumplimiento de la Ley 2173 de 2021, la CDMB catalogó la finca El Orozco, como “Área de Vida”, dado que comprende “nacimientos de agua, rondas hídricas, humedales, áreas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas” y bajo el acuerdo CDMB 1246 DE 2013 “No se permitirá el cambio de bosques y áreas de vegetación protectora por otro tipo de cobertura”⁹¹. La última caracterización de la flora y la fauna de esta área fue realizada en mayo del 2003 y desde entonces no se ha realizado una actualización de la estructura, cobertura, densidad, composición florística, nivel de biomasa, perfil fisionómico del bosque, entre otros parámetros y características, que permitan predecir el verdadero potencial de absorción de CO₂ que esta reserva puede proveer en los próximos años.

⁹⁰ Alcaldía de Bucaramanga, C. u. 2020. Concepto de Norma Urbanística N°0040-2020. Bucaramanga: Arq. Lyda Ximena Rodríguez Acevedo.

⁹¹ CDMB. (2022). Respuesta a radicado CDMB N° 10320 de 2022 y 8896 de 2022. Bucaramanga: Subdirección Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio.

DATOS GENERALES		Ubicación y Zona Normativa			
NÚMERO PRECATORIAL:	10001-2006-2009-000				
SOLICITANTE:	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCCARAMANGA				
DIRECCIÓN:	LA OROZCO				
COMUNA:	BUCCARAMANGA				
BARRIO:	VCA CABEZA DEL LLANO				
ENTRATO:	3				
TIPO DE EDIFICACIÓN ACTUAL:	Matrícula: LOTE Nº Parcela:				
CONSTRUCCIONES VECINAS:	Coordenadas:			Nº Parcela:	Volumen:
	Nombre:				
	Superficie:				
	Ubicación:				
ZONA NORMATIVA:	Atributos del Predio				
Área del Predio IGAC:	41226.00	m ²			
Estado del predio:	PERDUCIAL	m ²			
Usos o aprovechamientos autorizados:	RÚTICA				

Figura 9. Datos generales y ubicación geográfica de la Finca El Orozco.

Fuente: Alcaldía de Bucaramanga, 2020

4.5.2. Áreas verdes de los campus de la UNAB

Además de la finca “La Orozco”, la universidad tiene importantes zonas o áreas verdes en tres (3) de sus campus: El Jardín, CSU e Instituto Caldas, que cuentan con áreas cubiertas de herbáceas, subarbustos, arbustos y árboles, que por su magnitud pueden absorber CO₂ de manera significativa. Al igual que en la finca “La Orozco”, a la fecha no se han realizado estudios de inventario forestal, que permitan estimar la cantidad de CO₂ que éstas pueden absorber. La extensión de estas áreas verdes se muestra en la siguiente Tabla:

Tabla 7. Área verde y construida por campus de la universidad UNAB

Campus UNAB	Área verde (m ²)	Área construida (m ²)
Jardín	4401	27622
CSU	45694.79	10165
Instituto Caldas	13236.74	13376.26

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Infraestructura y operaciones UNAB

4.5.3. Energía fotovoltaica

En los campus Jardín y Rafael Ardila Duarte se tienen instalados 10 paneles solares como parte de acciones y actividades de investigación y de práctica, especialmente para los estudiantes del programa de ingeniería en energía, y que hoy en día hace parte del laboratorio de anergia renovable de este programa.



Figura 10. Paneles de aprendizaje del programa de ingeniería en energía (7mo. Piso del edificio L- El Jardín)

Fuente: Imagen facilitada por la unidad de comunicación organizacional UNAB.

4.6. Reglas de Exclusión y limitaciones de inventario

4.6.1. Procesos Excluidos

En la universidad se identificaron otras fuentes de emisión de GEI, sin embargo, estas no se tuvieron en cuenta en el cálculo de la línea base de huella de carbono de los años mencionados, por alguna de las siguientes razones:

- Sus resultados no aplican al principio de relevancia y precisión.
- No se vincula con ninguna dependencia.
- No se cuenta con datos confiables para los años de estudio.
- En las instalaciones no se aplica el proceso y por lo tanto no existe la fuente en la UNAB.
- No hacen parte de la operación institucional esencial.
- Se consideran fuentes minoritarias para el inventario.

Entre otras, se descartaron el uso de fertilizantes para mantenimiento de áreas verdes, las emisiones debidas a “micro consumos” y reacciones químicas/bioquímicas en prácticas de laboratorio, compras de bienes y servicios y las emisiones indirectas conexas al consumo de agua potable, estas últimas por la carencia de conocimiento sobre la huella de carbono de la Empresa de Acueducto de Bucaramanga (AMB SA ESP), lo que dificulta vincularla como huella indirecta de la operación de los campus de la institución. En el Anexo 2 se detallan algunas de las fuentes de emisiones que se excluyeron por alguna de las razones antes mencionadas para cada alcance.

También fueron excluidos en este primer inventario los sumideros de carbono (la finca “La Orozco” y áreas verdes de los campus), y su eventual efecto de reducción de la huella de carbono institucional. Esto se debe a que se requiere establecer si la tenencia y cuidado que la universidad realiza de la finca suma favorablemente en la contabilidad de emisiones de GEI desde una base jurídica, debido a que, al existir una normativa de protección especial de esta área, es posible que metodológicamente esta absorción de carbono, no pueda ser reclamada como acción de mitigación o de compensación.

La decisión de no considerar el efecto sumidero de carbono de las áreas verdes de los campus, se ha postergado hasta tanto sea posible renovar el inventario forestal de dichas áreas y se seleccione una metodología sólida para estimar su real potencial en la absorción de CO₂.

Por otra parte, la generación de energía renovable fotovoltaica para fines de enseñanza y aprendizaje, tampoco ha sido incluida en el inventario inicial, ya que si bien su operación equivale al desplazamiento de emisiones indirectas de la red eléctrica nacional, se ha considerado que el potencial de generación energía en estos sistemas es muy pequeño todavía (e. g. 3885 W/día en el campus el Jardín) y su operación no es suficientemente continua, como para que su aporte sea relevante en este momento. Su inclusión será considerada una vez esta capacidad sea representativas y estable.

4.6.2. Procesos con manejo especial: Caso de la Movilidad

La huella de carbono por movilidad de los distintos miembros de la comunidad UNAB y el transporte de materiales hacia y desde sus campus, es un aspecto complejo, ya que existen varias modalidades que deben considerarse de forma diferenciada al momento de la clasificación y determinación de las distintas contribuciones, según se especifica a continuación:

- Emisiones directas de “Alcance 1” por concepto del transporte intercampus, las cuales se deben al uso de los buses y camionetas UNAB y servicios mensajería. Las rutas de buses son de uso exclusivo para

estudiantes, docentes y administrativos, que de acuerdo con su necesidad deben trasladarse de un campus a otro. Estas emisiones se clasificaron en el alcance 1, en razón al uso exclusivo para el traslado entre los campus de miembros de la comunidad, para asegurar la conectividad intercampus de los procesos académicos, de investigación y administrativos, que se comparten o complementan entre sí, y porque los puntos de partida y llegada finales son siempre los campus UNAB.

- Emisiones indirectas de “Alcance 3” asociadas a los desplazamientos de la comunidad UNAB, que inician o terminan fuera de las fronteras del estudio. Este es el caso del transporte aéreo nacional e internacional, del transporte de residuos sólidos y peligrosos hasta zonas de disposición temporal o final y el uso de taxis por parte de los empleados en alguna actividad laboral y algunos acarreos de equipos y materiales. En esta categoría, todavía no se han incluido las emisiones debidas al transporte de empleados y estudiantes, para llegar o dejar cualquiera de los campus, mediante el uso de transporte público o vehículos particulares, debido a que existen diversas características que dificultan establecer una metodología de cálculo robusta y confiable para este factor, entre otras las siguientes:
 - i. Para los años calculados no se cuenta con un historial suficiente de datos de tipo, frecuencia y distancias de desplazamientos de la comunidad UNAB y sus diferentes agrupaciones.
 - ii. El transporte público, exceptuando el servicio de taxi, es poco concurrente en los campus, y al ser una modalidad de movilidad predominantemente individual, su valoración es más compleja y requiere de mucha más información.
 - iii. No se cuenta con una política de transporte institucional, que permitan discernir sobre la escogencia de una metodología apropiada para estimar el impacto en términos de huella carbono por este concepto. Además, no la implementación de una directriz que estimule una reducción del transporte vehicular no es sencilla, entre otros por los siguientes factores:
 - Una parte representativa de la comunidad UNAB se desplaza hacia los distintos campus, desde diversos puntos del Área Metropolitana (Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Piedecuesta) y desde otros municipios circunvecinos (Lebrija, Mesa de los Santos), recorriendo distancias mayores a 15 km, debido a la ubicación de su vivienda y factores de economía familiar, sobre los cuales la institución no puede incidir, ni fácil ni directamente.
 - Sumado a lo anterior, el hecho de que el Área Metropolitana de Bucaramanga no cuenta con un sistema de transporte público eficiente, que de igual manera vincule satisfactoriamente a los campus UNAB, conlleva a que algunas personas deban utilizar varios de medios de transporte en cada uno de sus desplazamientos, complicando la estimación de este aporte al indicador.
 - La UNAB no tiene un programa de residencias universitarias para estudiantes provenientes de otras regiones, por lo que su elección de alojamiento permanente es libre y determinada por factores económicos, haciendo que una buena parte del estudiantado se desplace al menos un promedio de 1 km hasta algún campus de la institución
 - El clima cálido y húmedo, la topografía quebrada del Área Metropolitana y la inseguridad creciente de la ciudad, son factores que desmotivan el desplazamiento a pie o en bicicleta, especialmente para los miembros de la comunidad de cierta edad o que padezcan algún tipo de discapacidad física o condición de salud, que restrinja su autonomía de movimiento.

4.7. Cálculo de las emisiones de GEI

El método que se utilizó para el cálculo de las emisiones de GEI, se basa en la conversión de los datos de la actividad evaluada a cantidad de emisión expresadas en flujo de CO_{2-eq.}, generalmente Ton CO_{2-eq.} / año, mediante la multiplicación del flujo de un GEI determinado producido en una actividad por el respectivo factor de emisión, y su subsecuente multiplicación por el potencial de calentamiento global (GWP) de dicho GEI. De esta forma se convierte la emisión de cada GEI producido en cada actividad o fuente, en la unidad de medida de referencia, es decir, en toneladas de CO_{2 equivalente/año}, según se ilustra la Figura 11, a continuación:



Figura 11. Metodología de cálculo de emisiones de GEI.

La mayor parte de los factores de emisión y GWP utilizados en esta investigación, son los recomendados en el Programa Nacional de Carbono Neutralidad del Gobierno Colombiano, que a su vez se sustenta en su gran mayoría, en los valores y sugerencias para estos parámetros, dada por los métodos del IPCC y Greenhouse Protocol que se recopilan en el Anexo 3⁹².

4.8. Algunas precisiones sobre fuentes, calidad e incertidumbre de datos

- Los consumos y gastos de la universidad para el mantenimiento de la infraestructura, los costos operacionales y de administración, se gestionan principalmente desde el área de compras, donde los datos almacenados están referidos al costo monetario de cada bien o servicio, pero sin discriminar su tipología o cantidad. Así, los datos referentes al consumo de combustibles líquidos y refrigerantes, o al uso de transportes terrestres y aéreos, que son factores de cambio climático deben ser traducidos a galones de combustibles, kg de refrigerante y número y tipo de rutas, para calcular su aporte en ton CO_{2-eq.}
- El consumo de electricidad y gas natural y la generación de residuos son datos conocidos con exactitud, mediante las facturas de las empresas proveedoras de estos servicios.
- La carga orgánica y el nitrógeno total vertidos al alcantarillado con las aguas residuales producidas en los distintos campus, son fuentes de GEI como el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O). La información correspondiente se viene ajustando con base en las mediciones periódicas requeridas por la autoridad ambiental y un estudio propio que viene adelantando el mismo Centro ε-BiO para el campus el Bosque en principio, con el fin de mejorar la calidad de sus vertimientos y el estimativo de las emisiones de GEI en esta fuente.
- En este primer inventario, los consumos y cargue de refrigerantes, aceites de motor y diésel, se calcularon según criterios de la dependencia de infraestructura y operaciones

⁹² World Resource Institute and World Business Council for Sustainable Development. 2000. GHG Protocol. Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte. NOTA: Los factores de emisión para fuentes generadoras de CO₂, N₂O y CH₄, manejan una incertidumbre del 0.2 al 1.5%, 0.9 a 1% y 1 al 10% respectivamente. El valor específico por gas y fuente de emisión se relaciona en el anexo 3.

4.9. Plataforma HC_{TOOLS}

Para facilitar la determinación del aporte de las distintas fuentes, a cada uno de los tres alcances de la huella de carbono, se diseñó la “aplicación web” denominada HC_{TOOLS}, que además del inventario mensual y anual de emisiones (ton CO_{2-eq.}), permite realizar diferentes tipos de análisis y estadísticas del indicador y sus componentes; a esta herramienta se le ha asociado el siguiente icono:



Figura 12. Icono de la aplicación web institucional para inventariado y análisis de huella de carbono HC_{TOOLS}

HC_{TOOLS} es una herramienta que permite administrar los datos de entrada (inputs), para el cálculo de las emisiones de cada dependencia de la institución y facilita el análisis del indicador de huella de carbono y seguimiento, aplicando distintos filtros y estrategias de consulta. Los administradores cuentan con usuarios de acceso con un rol preferencial en la herramienta, ya que, como administradores y supervisores, pueden interactuar a nivel de su programación, conceptualización e introducción de información. Por su parte, el rol de usuario solo tiene derechos para consultar las distintas interfases gráficas para análisis que genera la plataforma, donde las emisiones de carbono pueden aparecer referenciadas por año, campus, área de campus, estudiante y alcance.

Esta aplicación es operativa con un servidor Node.JS en lenguaje de programación JavaScript, asíncronico, con E/S de datos en una arquitectura orientada a eventos y basado en el motor V8 de Google. HC_{TOOLS} tiene una ruta pública donde la estadística resultante está abierta y disponible sin restricciones de derechos de autor, de patentes o de otros mecanismos de control, con el fin de mantener informada a la comunidad de la universidad y público general, de manera transparente sobre el avance de la institución, en la supervisión y control de sus factores de cambio climático.

4.10. Interfases de resultados de huella de carbono UNAB en HC_{TOOLS}

4.10.1. Evolución de la huella de carbono UNAB (2018-2022)

La interfase de visualización que se abre al ingresar a HC_{TOOLS}, corresponde a una proyección del histórico mes a mes de las emisiones de GEI reportadas en Ton CO_{2-eq.}, para los años que sean preseleccionados o establecidos por defecto, en una misma gráfica, como lo muestra la Figura 13. El periodo que ha sido inventariado corresponde a los años 2018 a 2022, según se estableció en la sección 4.3 y por ende la gráfica puede incluir al menos uno de estos años o su totalidad.



Figura 13. Inventario de emisiones totales de CO₂-eq de la UNAB

Fuente: Plataforma HCTools (2023)

La Figura 13 muestra la generación de un histórico de la huella de carbono, aplicando los criterios de exclusión y limitaciones de inventario dados en la sección 4.6. Aquí se puede establecer que entre 2018 y 2022, los cuatro campus UNAB inventariados, emitieron cerca de 4.205,6 ton CO₂-eq con un promedio anual de 841,1 ton CO₂-eq. En 2018 y 2019, las emisiones fueron muy similares (línea azul y verde, Figura 13), siendo ligeramente menores en 2019 (0,6%). En 2020 (línea amarilla) las emisiones disminuyeron 24,5% respecto al año anterior y fueron aún más bajas en 2021 (línea roja), con 690,5 ton CO₂eq, es decir, cuando la operación “on-site” fue drásticamente afectada por la pandemia del Covid-19 y donde los estimativos fueron hechos sin aplicar el desplazamiento de las emisiones asociadas al teletrabajo adoptado por las IES para suplir la “no presencialidad”. Ya en 2022 con el retorno a la operación habitual en pleno, las emisiones aumentaron hasta 7691,1 ton CO₂-eq. La disminución observada entre los años de normalidad (2018/19), respecto al 2022, puede atribuirse indirectamente a la reducción de presupuesto para realizar actividades que generan huella de carbono (e. g. movilidad, compras, etc.)⁹³ y a la aplicación de algunas acciones aisladas para la disminución de consumos de energía, refrigerantes y combustibles, acompañadas posiblemente, de una mayor conciencia ambiental de la comunidad académica en la postpandemia.

4.10.2. Huella de carbono en el periodo de Pandemia por Covid-19

Durante el periodo de Pandemia por el contagio del virus SARS-CoV-2 (Covid-19), tanto las empresas públicas como privadas, pequeñas organizaciones formales e informales y las IES, sufrieron muchos cambios en su operación y procesos, con motivo de las directrices gubernamentales del Ministerio de salud y protección social para contener y tratar la propagación del Covid-19⁹⁴. Dentro de los lineamientos de alto impacto en el funcionamiento de las IES, fue el llamado de la Organización Mundial de la Salud al distanciamiento físico y aislamiento social, lo que llevo a que las universidades a orientas sus procesos académicos y administrativos hacia la virtualización y el teletrabajo^{95, 96}.

Las IES en su misión de garantizar los procesos de enseñanza, investigación y extensión, aumentaron la innovación en educación, creando plataformas virtuales para programas y cursos específicos, incluyendo la simulación de prácticas de laboratorio y la virtualización mediante clases sincrónicas y asincrónicas, entre otras. A medida, que

⁹³ UNAB- Acuerdo N°106. (2020). Por el cual se aprueba el Reglamento de Compras de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. Bucaramanga.

⁹⁴ Toquero, C. (2020). challenges and opportunities for higher education amid the COVID-19 pandemic: The Philippine context. *Pedagogical Research*, 5(4), 1-5.

⁹⁵ OMS. (2020). Brote de enfermedad por coronavirus (COVID-19): orientaciones para el público. Recuperado el 20 de agosto de 2020. Obtenido de <https://acortar.link/xh6JC>

⁹⁶ Mishra, L., Gupta, T., & Shree, D. (2020). Online teaching-learning in higher education during lockdown period of COVID-19 pandemic. *International Journal of Educational Research Open*, 1, 100012. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2020.100012>

iba disminuyendo el número de contagios, las IES optaron por publicar y adoptar políticas de control de contagios y medidas de bioseguridad en sus instalaciones, con el fin de combinar progresivamente las clases virtuales y presenciales, bajo protocolos de distanciamiento social y el uso de recursos en línea complementarios⁹⁷.

La UNAB en particular, implementó acciones en diferentes frentes para mitigar el impacto del virus en su comunidad, destacándose el proyecto “UNAB Innova” sustentado en el fomento de la innovación pedagógica y el fortalecimiento tecnológico (e. g. espacios académicos y software para teleclases con facilidades audiovisuales de punta), la implementación del protocolo de bioseguridad en la transición del Covid-19 hacia la postpandemia, los programas de bienestar social con psicología y psiquiatría, alimentación saludable, el “pasaporte UNAB” y el impulso a la inmunidad colectiva, mediante jornadas de vacunación especiales para su comunidad^{98, 99}; medidas todas, que de una u otra manera repercutieron en las emisiones de carbono de la institución en este periodo.

A finales de 2019, durante 2020 y parte del 2021, la mayoría de los empleados y estudiantes de la UNAB estuvo trabajando y estudiando desde sus casas, lo que a nivel de los estimativos de huella de carbono implica, que en la práctica las emisiones de los campus universitarios se trasladaron a los hogares. Esto quiere decir, que “metodológicamente” se debería aplicar un “desplazamiento de emisiones”, para que la huella de carbono de la UNAB y de todas las IES del mundo, sea ajustada en concordancia con el modo de operación forzado por la pandemia. Por lo anterior, en la programación de HC_{TOOLS} se dispuso la posibilidad de estimar el indicador de dos maneras, la primera sin aplicar el desplazamiento de emisiones a los hogares, lo que necesariamente debe reflejarse en una aparente reducción de las emisiones de la universidad. En la segunda forma, se acepta que las emisiones aumentadas en los hogares de empleados y estudiantes en tiempo de la pandemia son el resultado del traslado de sus funciones y actividades a casa, y por lo tanto deben ser asumidas por la universidad, porque gracias a esta medida fue posible dar cumplimiento a sus funciones.

Es así como se genera la Figura 14, donde la línea azul corresponde al estimativo de la huella de carbono si considerar las emisiones debidas al teletrabajo, especialmente las debidas al consumo de energía en los hogares y como alternativa en la proyección del indicador aparece la línea naranja, donde para el año 2020, debería observarse una mayor huella de carbono, de considerarse y aplicarse el desplazamiento de emisiones debidas al teletrabajo. De esta forma, para el 2020 las emisiones de carbono serían 1216.1 ton CO_{2-eq} en lugar de las 753.3 estimadas inicialmente.

Ahora bien, es importante señalar que el análisis de esta proyección es aún parcial, dado que otros factores que intervienen en la misma no han sido satisfactoriamente considerados y estimados, por ejemplo, en este periodo disminuyen las emisiones debidas a viajes aéreos y terrestres nacionales e internacionales, uso de taxi y acarreo, pero el componente de movilidad de empleados y estudiantes hacia y desde los campus, que también desaparece en la práctica, todavía no ha sido calculado en esta primera versión del inventario; en contraparte, emisiones colaterales al trabajo en casa, como la generación de residuos y consumo de servicios de gas y agua en el hogar, tampoco ha sido calculado en favor del segundo escenario. Además, el consumo de electricidad y las emisiones asociadas fueron estimados mediante datos de consumo promedio diario de un ciudadano colombiano en un hogar tipo¹⁰⁰.

⁹⁷ Huang, R., Tili, A., Chang, T. W., Zhang, X., Nascimbeni, F., & Burgos, D. (2020). Disrupted classes, undisrupted learning during COVID-19 outbreak in China: Application of open educational practices and resources. *Smart Learning Environments*, 7(19), 1-15. Obtenido de <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00125-8>

⁹⁸ UNAB. (2020). UNAB frente al Covid-19. Información institucional. *Recuperado apartir de*. Obtenido de <https://UNAB.edu.co/covid-19/#:~:text=Juntos%20nos%20cuidamos&text=La%20mejor%20manera%20de%20prevenir,de%20tapabocas%20y%20ventilaci%C3%B3n%20adecuada>.

⁹⁹ Bedoya, C., Murillo, G., & Gonzáles, C. (2021). Gestión universitaria en tiempos de pandemia por COVID-19: análisis del sector de la educación superior en Colombia. *Estudios Gerenciales*, 7(159), 251-264.

¹⁰⁰ Unidad de Planeación Minero Energético. (2020). Proyección Demanda de energéticos en Colombia. Revisión Especial Covid19.

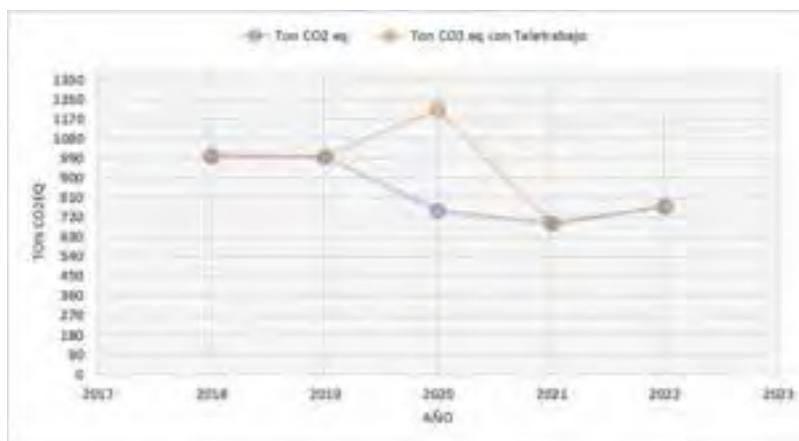


Figura 14. Comportamiento de la huella de carbono en pandemia por Covid-19.

Fuente: Elaboración propia con información del presente estudio

4.10.3. Huella de carbono por Unidad funcional

La comunidad científica usa indicadores de huella de carbono referidas a unidades funcionales para analizar su comportamiento con relación a un referente y facilitar la comparación entre instituciones, en este caso, es decir, el de las huellas de carbono de IES, es común hacerlo con respecto al área de los campus o a la población académica, generalmente el número de estudiantes^{101,102}. De esta forma el Plataforma HC_{TOOLS} se reporta el indicador en % de emisiones de GEI/Estudiante, % de emisiones/área de Campus y % de emisiones por Campus/año y también en emisiones expresada como ton CO₂-eq.

A manera de ejemplo, la Figura 15, muestra la visualización de estos indicadores para el año 2022, en forma de contribución o porcentaje (%). En las gráficas mostradas en esta Figura, se observa como el Instituto Caldas y el Centro de Servicios Universitarios (CSU) aportan la mayor huella de carbono por estudiante, con 33.2 y 30.5% respectivamente, del total de la institución. Esto se debe a que se trata de espacios amplios donde la cantidad de estudiantes es pequeña en proporción al área. Es de recordar que el CSU es usado para incentivar la práctica del deporte, el desarrollo de expresiones artísticas y el aprendizaje de un segundo idioma, es decir, que no hay programas académicos que requieran obligatoria permanencia en esta sede. Esto explica también que la menor huella de carbono normalizada por estudiante, son los campus del Jardín y del Bosque.

Caso contrario, sucede cuando se compara la huella de carbono de los campus, en razón a la unidad funcional de emisiones/área del campus; aquí el CSU y el Instituto Caldas presentan la menor contribución mientras que el campus el Bosque y Jardín presentan las contribuciones más altas (270.9 y 131.5 ton CO₂eq/Ha respectivamente). Cuando se comparan las emisiones totales por cada campus, El Jardín es el mayor contribuyente con 421.0 ton CO₂eq seguido del bosque con 185.1 ton CO₂eq, debido a que son los que concentran el grueso de la operación institucional y la mayor población flotante.

¹⁰¹ Gonzales, E., & A., C. (2021). Huella de Carbono de la Universidad de Alicante 2021 (Evolución 2018 - 2021). España: Universidad de Alicante. Obtenido de Recuperado de: <https://web.ua.es/es/ecocampus/documentos/calidad-ambiental-ua/huella-de-carbono/huella-de-carbono-2021.pdf>

¹⁰² Urrutia, G., Neubauer, M., & Oyarzo, C. (2022). Medición y análisis de la Huella de Carbono asociado a la construcción del Centro de Energía de la Universidad Católica de la Santísima Concepción. Chile: Departamento de ingeniería Civil UCSC.

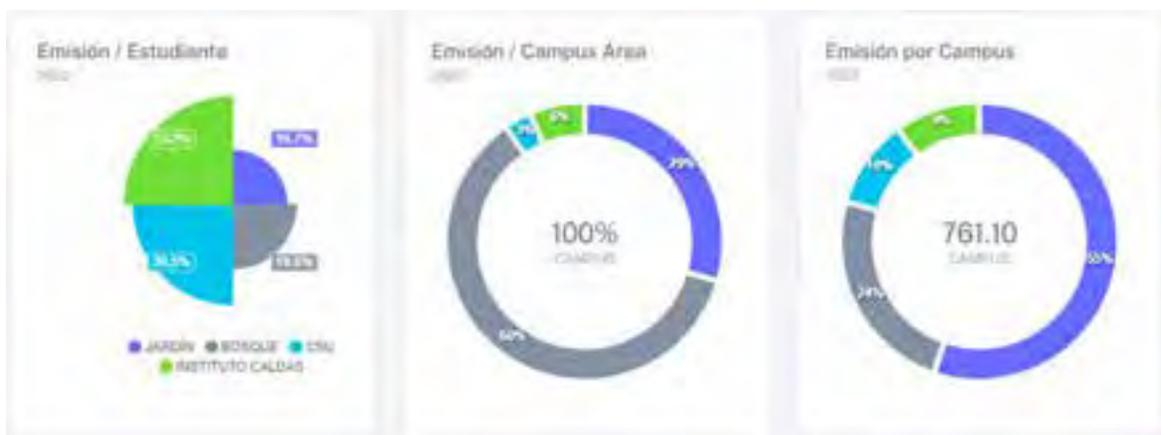


Figura 15. Visualización de la Contribución de Huella de carbono por unidad funcional UNAB - año 2022.

Fuente: Plataforma HCTools (2023).

4.10.4. Huella de carbono por alcances

La plataforma HCTOOLS también acoge el estándar internacional, de presentación y análisis de los inventarios de GEI por alcance, como lo muestra la Figura 16 para el inventario de huella de carbono de la universidad en el año 2022. En esta imagen tomada de la interfase usuario, con el fin de facilitar la interpretación del público general, el alcance 1 se ha denominado “Emisión Directa”, el alcance 2 “Emisión Indirecta” y el alcance 3 “Otras emisiones Indirectas”, con estas denominaciones que son más sencillas de comprender, que cuando se utilizan la referencia de "alcances".

Adicionalmente, HCTOOLS hace posible discriminar las contribuciones de las distintas fuentes según alcance, mediante gráficas como la de la Figura 17. Aquí en la gráfica tipo radar, se analiza la contribución según la tipología de la fuente (fija, móvil, fugitiva) y luego en la gráfica de la derecha, se muestra el detalle del aporte de las fuentes a la categoría de emisiones directas o de alcance 1. En este caso, la mayoría proviene de los sistemas de aire acondicionado que utilizan el refrigerante 410A, lo cual indica que el 82.7% de las emisiones directas son fugitivas, es decir, debidas a escapes de gases en estos sistemas y a las operaciones de recarga. Los refrigerantes 410 A, R22 y HCFC-123, que son los más utilizados en la universidad tienen un potencial de calentamiento global (GWP) gigantesco, en comparación como las emisiones por consumo de combustible, aunque la masa de gas emitido sea inferior, su GWP es hasta 1100 veces mayor¹⁰³.

Otra contribución importante, del orden del 11,4% son las emisiones móviles, por el consumo de combustible de los “vehículos UNAB”, a saber, el bus intercampus¹⁰⁴ y las camionetas de rectoría y mensajería. En menor proporción, aparecen las fuentes fijas con 5.9%, como son las plantas de emergencia de electricidad, y el uso de gas natural en laboratorios y las podadoras para el mantenimiento de y áreas verdes.

¹⁰³ IPCC (2023). AR6 Synthesis Report: Climate Change 2022. AR6 WGI Report – List of corrigenda to be implemented.

¹⁰⁴ Para la fecha de este reporte la única ruta intercampus del bus – UNAB en operación era la que comunica los campus el Jardín y CSU. La ruta de bus que entró en prueba entre los campus el Jardín y el Bosque no estaba en operación en los años inventariados.

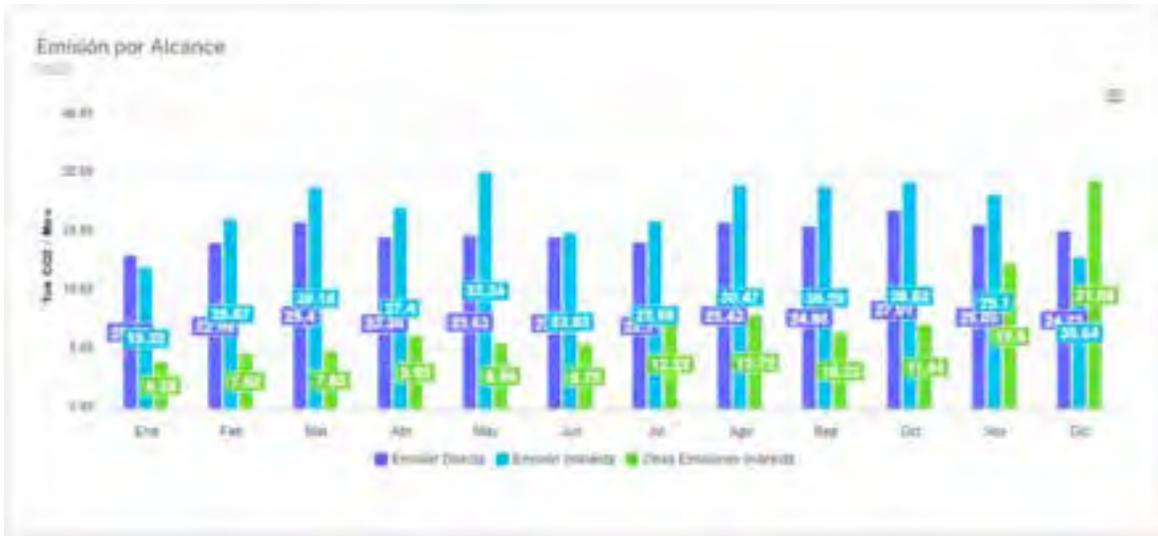


Figura 16. Visualización de emisiones de GEI por alcance en la UNAB - año 2022.

Fuente: Plataforma CO₂wOLS (2023).



Figura 17. Emisiones directas para todos los campus UNAB por tipo y fuentes específica.

Fuente: Plataforma CO₂wOLS (2023).

En el alcance 3 algunas emisiones se dan en las fronteras del sistema, siendo las fijas las de mayor aporte con 55.9%; entre ellas, se destacan las emisiones asociadas al vertimiento de aguas residuales con 56.1 ton CO_{2-eq} provenientes de la descarga de precursores de GEI, como la carga orgánica (DQO) y el nitrógeno, presentes en los efluentes. Le siguen los aportes de fuentes móviles, como los acarrees (28.6 ton CO_{2-eq}), la disposición de residuos generales en relleno sanitario (18.0 ton CO_{2-eq}), los vuelos nacionales e internacionales (17.4 ton CO_{2-eq}) y el transporte en taxi de empleados (7.9 ton CO_{2-eq}). Lastimosamente, se ha confirmado que actualmente el campus El Bosque, sobrepasa los niveles de descarga permisibles en sus vertimientos al alcantarillado, especialmente de algunos parámetros relacionados con contaminación orgánica (DQO, DBO₅ y SST) y es probable que esto ocurra en los otros campus, generando una doble afectación ambiental, por contaminación hídrica y cambio climático¹⁰⁵.

¹⁰⁵ Resolución 631. 2015. Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.



Figura 18. Otras emisiones directas para todos los campus UNAB por tipo y fuentes específica.

Fuente: Plataforma CO₂WOLS (2023)

4.11. Magnitud de las fuentes de emisión: componentes críticos y síntesis

La plataforma CO₂WOLS, también permite generar una gráfica de bloques para comparar la magnitud de la huella de carbono aportada por todas las fuentes de emisión combinadas, bajo el distintivo de nomenclatura y color de cada alcance. Como se observa en la Figura 19, en 2022 la mayor cantidad de emisiones se presentan en el alcance 2, es decir, emisiones indirectas por consumo energético con un 42%, seguido de las emisiones directas (39%), especialmente representadas por las fugas de refrigerantes de los aires acondicionados y finalmente, el alcance 3 (19%), representado en poco más de un 42% por las descargas de aguas residuales al alcantarillado.



Figura 19. Magnitud de las fuentes de emisión en razón al total de emisiones de la UNAB en el 2022.

Fuente: Plataforma CO₂WOLS (2023)

La Figura 20 resume la estructura conceptual y las fuentes que aportan a cada alcance de una forma sintética y más didáctica, facilitando la identificación de factores críticos y posibles áreas de actuación para reducir la huella de carbono en la UNAB. De todas ellas, las emisiones de alcance 2 parecen las más directas a tratar, posiblemente mediante una masificación del uso de energía renovables, especialmente de tipo fotovoltaica, no obstante, la universidad debe salvaguardar otros aspectos del desempeño ambiental integral en este sentido, tales como la

conservación del paisaje natural y cultural, que compromete la salvaguarda de sus áreas verdes y la conservación de su patrimonio arquitectónico, por lo que la implementación de estos sistemas debe ser bien orientada, más no masiva. Por otra parte, se requiere una revisión y cambio importante en los sistemas actuales de aire acondicionado, incluyendo un mayor rigor en el seguimiento de los procedimientos de recarga de refrigerantes, además una mejora en la refrigeración de los edificios debería traducirse, en un efecto igualmente favorable de un menor consumo de electricidad. La reducción de residuos sólidos y el volumen de aguas residuales, así como una mejora en su calidad, deben ser también objeto de atención, en la perspectiva de soluciones técnicas de implementación en el corto y mediano plazo para reducir la huella de carbono institucional.



Figura 20. Contribuciones porcentuales de huella de carbono por fuente de emisión
Fuente: Elaboración propia con información del presente estudio

4.12. Benchmarking de huella de carbono de IES colombianas

La comparación de la huella de carbono generada por distintas IES es un asunto complejo, ya que implica el análisis de datos internos de la institución, que pueden estar restringidos al público y dificultar la interpretación. Desde luego, la heterogeneidad de las IES es alta, en términos de tamaño, población, infraestructura, oferta académica, capacidades y tipos de laboratorios, incluso en la cultura formal y no formal de cada institución, entre otros aspectos. Adicionalmente, el reporte de emisiones difiere de una IES a otra, ya que cada una define sus límites y fuentes de emisión a reportar, a pesar de que la normativa ISO 14064 sugiere reportar al menos los alcances 1 y 2. Sin embargo, la inclusión de las fuentes es determinada por cada institución, según la disponibilidad de información y los criterios de exclusión que sean aplicados. Otra dificultad se debe a que, en muchos casos, la estimación de la huella de carbono de las IES, ha sido el resultado de proyectos de fin de estudios (pregrado, en su mayoría) y no como parte de un proceso de investigación científica o de una directriz institucional, que le confiera una mayor confiabilidad y continuidad al proceso.

En todo caso, este tipo de comparación debe acoger principios de transparencia, precisión, consistencia, cobertura y relevancia, indistintamente de las restricciones mencionadas. Bajo esta directriz, se elaboró la Tabla 8, donde se comparan los principales estudios de huella de carbono de IES colombianas reportados en literatura abierta.

A partir de esta síntesis, se puede establecer que al igual que en la UNAB, el alcance 2 determinado por el consumo de energía eléctrica de la red nacional es casi siempre la principal contribución. El alcance 3, aunque aún no es obligatorio para reportes de carbono neutralidad, ya es estimado por varias IES y puede llegar a tener una incidencia mayor a la prevista; fuentes como la generación/disposición de residuos (todo tipo), la movilidad de estudiantes,

docentes y administrativos, y el vertimiento de agua residuales se muestran significativas. Las emisiones del alcance 1 son las menos relevantes para casi todas las IES y esto tal vez se deba, a que no se cuantifican adecuadamente las emisiones fugitivas, una fuente de bajo flujo másico, pero que puede llegar a ser importante, debido al alto GWP de estos gases¹⁰⁶.

Tabla 8. Huella de carbono de universidades colombianas

Universidad / IES	Año	Actividades identificadas con mayores emisiones de GEI	Huella de Carbono (ton CO ₂ -eq/año)	Referencia
Universidad de la Salle	2020	Alcance 3. Movilidad de estudiantes, desplazamiento aéreo, generación de residuos, consumo de papel.	11319.4	Cabezas and Chavarro, 2020 ¹⁰⁷
Universidad Distrital Francisco José De Caldas	2020	Alcance 2. Consumo de energía eléctrica.	567.6	Ortiz y Hoston, 2020a ¹⁰⁸
Universidad Sergio Arboleda (sede Bogotá)	2020	Alcance 2. Consumo de energía eléctrica Alcance 3. Consumo de agua	29.8	IDESA, 2020 ¹⁰⁹
Universidad Nacional de Colombia, Seccional Medellín	2019	Alcance 2. Consumo de energía eléctrica Alcance 3. Aguas residuales	7250.5	Cano, Berrio, y Arango, 2023 ¹¹⁰
Universidad Pontificia Bolivariana	2018	Alcance 2. Consumo de energía eléctrica	409.2	UPB, 2019 ¹¹¹
Universidad Libre, Campus Principal, Bogotá D.C.	2016	Alcance 3. Disposición de residuos sólidos en relleno sanitario.	46700.3	Rodríguez and Martínez, 2018 ¹¹²
Universidad EAFIT	2016/17	Alcance 3. Consumo de agua, generación/ disposición de residuos, transporte de personal administrativo, estudiantes, profesores y visitantes.	15238.2 (2016) 14243.4 (2017)	Zuluaga, 2019 ¹¹³
Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A)	2014/ 2015	Alcance 1. Consumo de ACPM, gasolina, gas natural genérico, vertimientos industriales tratados, ganado vacuno.	582.1 (2014) 511.6 (2015)	Aponte, 2017
Universidad Jorge Tadeo Lizano	2015	Alcance 2. Consumo de energía eléctrica. Alcance 3. Infraestructura, transporte aéreo, consumo de papel, agua y generación de residuos.	1688,4	Manso et al., 2017 ¹¹⁴
Universidad Militar Nueva Granada	2013	Alcance 1. Consumo de combustibles fósiles fijos. Alcance 2. Consumo de energía eléctrica	331,2	Barragan, 2013 ¹¹⁵
Universidad Industrial de Santander	2010	Alcance 2. Consumo de energía eléctrica Alcance 3. Transporte de personal y estudiantes.	4.112,2	Rojas y Chacón, 2010 ¹¹⁶
Universidad Pontificia Javeriana	1930- 2008	El análisis no fue conducido por alcance.	23.987,8	Quiñonez, 2010 ¹¹⁷

Fuente: Elaboración propia a partir de las referencias citadas

¹⁰⁶ Cano, N., Berrio, L., Carvajal, E. and Arango, S. 2023. Assessing the carbon footprint of a Colombian University Campus using the UNE-ISO 14064-1 and WRI/WBCSD GHG Protocol Corporate Standard. *Environmental Science and Pollution Research* 30(2), 3980-3996.

¹⁰⁷ Cabezas, J., & Chavarro, M. (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. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1883.

¹⁰⁸ Ortiz, A., & Hostos, A. (2016). Cálculo de la huella de carbono para la facultad de artes ASAB de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. *Tecnología en gestión ambiental y servicios públicos*.

¹⁰⁹ IDESA, I. d. (2017). Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Bogotá D.C.: Universidad Sergio Arboleda.

¹¹⁰ Cano, N., Berrio, L., Carvajal, E. and Arango, S. 2023. Assessing the carbon footprint of a Colombian University Campus using the UNE-ISO 14064-1 and WRI/WBCSD GHG Protocol Corporate Standard. *Environmental Science and Pollution Research* 30(2), 3980-3996.

¹¹¹ UPB. (2019). Estimación de la huella de carbono y de la huella hídrica de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga en el año 2018. Bucaramanga: Facultad de Ingeniería Ambiental.

¹¹² Rodríguez, M., & Martínez, C. (2018). Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de la Universidad Libre-Sede Principal. Bogotá D.C.: Universidad Libre. Facultad de Ingeniería.

¹¹³ Zuluaga, M. (2019). Un campus amigable con el planeta. *Revista Universidad EAFIT - Periodismo científico*, 26-31.

¹¹⁴ Manso, D., Alicia, C. and Julián, A. 2017. Inventario de gases efecto invernadero en la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (UTADEO). *mutis* 7(2), 44-58.

¹¹⁵ Barragan, J. (2013). Estimación de la huella de carbono productiva durante el año 2013 en la Universidad Nueva Granada, sede calle 100. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.

¹¹⁶ Rojas y Chacón. 2011. Cuantificación general de emisiones de dióxido de carbono generadas por las actividades en la universidad industrial de Santander y propuestas de mitigación. UIS.

¹¹⁷ Quiñonez, L. (2010). Gestión forestal urbana como mecanismo de captura de carbono en el campus de la Pontificia Universidad Javeriana Sede Bogotá D.C. Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana.

5. ANÁLISIS DINÁMICO DEL SISTEMA DE EDUCACIÓN UNAB CON IMPACTO CLIMÁTICO



5. ANÁLISIS DINÁMICO DEL SISTEMA DE EDUCACIÓN UNAB CON IMPACTO CLIMÁTICO

Un inventario de gases de efecto invernadero es el resultado de las acciones tanto administrativas como académicas, que conllevan a la producción de este tipo de contaminantes, en el marco de la realización de las funciones sustantivas de una organización, en este caso una IES. Toda actividad presencial o remota que se ejecute por algún miembro de la organización tiene un efecto causal en una fuente de emisión y también genera diferentes interacciones entre las distintas fuentes, que pueden generar sinergias, que magnifican o disminuyen el indicador principal, es decir, la huella de carbono. Y es ahí, donde la herramienta de dinámica de sistemas se presenta útil para identificar y relacionar las partes de un sistema, en este caso un sistema educativo y sus interacciones y repercusiones en el clima, de tal manera que sea posible entender la verdadera complejidad del mismo y así identificar acciones de mitigación y/o remoción que requieran priorización¹¹⁸.

La metodología de dinámicas de sistemas es útil para el análisis y solución de problemas de áreas desde la filosofía hasta áreas de ingeniería. Es una forma de visualizar la interacción causal entre atributos que lo describen; desarrolla modelos de simulación con grafos (flechas, símbolos y signos) que manifiestan la relaciones entre la estructura del sistema y su comportamiento (llamados diagramas de bucle causal)¹¹⁹. Teniendo los diagramas construidos, la toma de decisiones se simplifica aún más cuando se asigna valores numéricos y se cargan en algún tipo de software especializado en relacionamiento de variables, que permita estimar la intensidad y dirección preferente o dominante entre estas interacciones.

A continuación, se detallan las relaciones causa y efecto entre las variables de huella de carbono identificadas en la UNAB y otras variables denominadas de “solución indirecta”, que son acciones o actividades que pueden influir en la mitigación de una o varias fuentes de emisión y que involucran el comportamiento y la percepción diferenciados de los estudiantes, docentes y profesores, con respecto a éstas.

5.1 Diagramas de bucle causal de cambio climático

Los diagramas de bucle causal desarrollados responden a la pregunta ¿Cuál es el efecto de las acciones rutinarias del sistema educativo UNAB y las acciones de reducción sobre el cambio climático?, de tal manera que el modelo general para responder a estos cuestionamientos desde la dinámica de sistemas, se presenta en la Figura 21 y se lee de la siguiente manera:

Signos exteriores: a mayores acciones rutinarias de consumo, mayores emisiones de gases de efecto invernadero, mayor es el calentamiento global y el cambio climático.

Signos interiores: A mayores acciones y proyectos de reducción, menores son las acciones rutinarias de consumo, menores emisiones de gases, menor es el calentamiento global y menor es el cambio climático.

¹¹⁸ Herreros, A. (2020). *Modelo basado en dinámica de sistemas para la evaluación de los impactos sociales del cambio climático*. España: Departamento de ingeniería de sistemas y automática. Universidad de Valladolid.

¹¹⁹ Ibarra, D., & Redondo, J. (2015). Dinámica de sistemas, una herramienta para la educación ambiental en ingeniería. *Luna Azul*(41), 152-164.



Figura 21. Diagrama general de causalidad para análisis de relaciones entre factores de cambio climático aplicado al sistema educativo UNAB

Para la creación de los diagramas bucles específicos para ciertas áreas de reducción de emisiones de GEI y su relación con acciones operativas o rutinarias, se utilizó la siguiente secuencia:

1. Análisis de resultados de la primera fase (huella de carbono)
2. Listado de variables con efecto climático desde la operación
3. Aplicación de criterios de selección o eliminación para depuración del listado previo.
4. Establecimiento de subsistemas entre variables.
5. Identificación de relaciones directas
6. Establecimiento de polaridad en las relaciones
7. Análisis de divergencia en los puntos de vista de los distintos públicos.
8. Explicitación del modelo mental
9. Convergiendo - unificando puntos de vista
10. Identificando ciclos causales
11. Validando hipótesis
12. Generación de una visión compartida

En cuanto a la clasificación de las fuentes de emisión como variables, se utilizó el agrupamiento en fuentes fijas, móviles y fugitivas, como subgrupo dentro de la clasificación como directas e indirectas, y estas fueron valoradas desde como son potenciadas o disminuidas por las interacciones o interferencias de los subsistemas “alumnos” y “empleados UNAB”. A manera de ejemplo, en la Figura 22, muestra un ejemplo de correlación causal de variables, donde se indica que “entre mayor formación ambiental, menor consumo de gas natural, menor consumo de gas propano y diésel y con estos en tendencia descendente, serán menos las emisiones de GEI”, por otra parte, también se relaciona que “Entre mayores construcciones sostenibles, menor área construida, menor el consumo de diésel y menores emisiones de GEI”. En la Figura 23, también se muestra un ejemplo, donde se evidencian algunas de las relaciones entre emisiones fugitivas y las variables de solución para la mitigación de emisiones de GEI, de la siguiente forma: Entre mayores sean las compras sostenibles solicitadas el área de salud ocupacional, menores serán las emisiones por fugas de CO₂ y refrigerantes de los extintores, lo que disminuye las emisiones totales de

GEI de la institución. De estos diagramas se construyeron 8 adicionales y están contenidos en el Anexo 4.

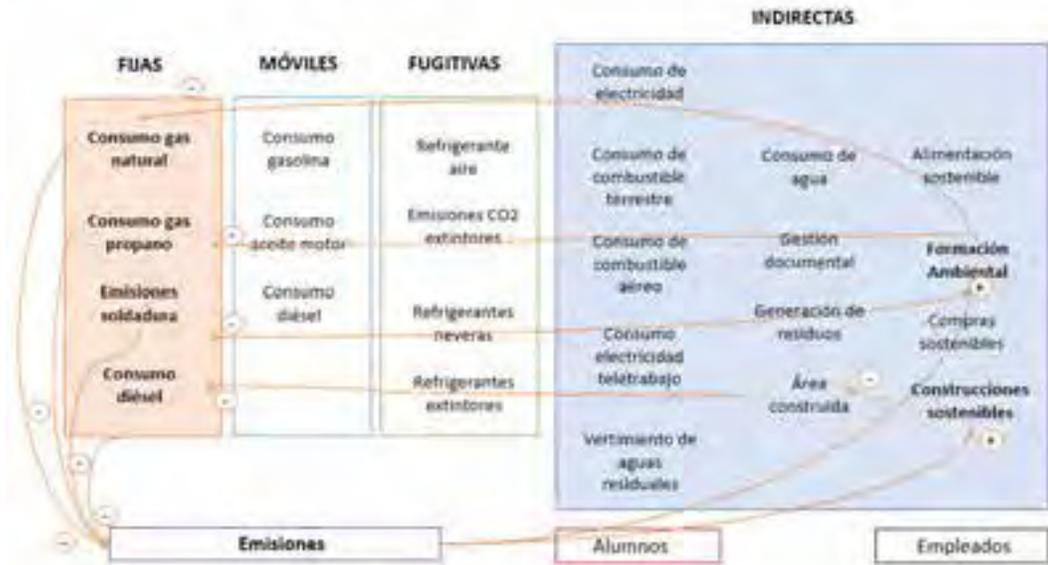


Figura 22. Ejemplo de diagrama de causalidad entre fuentes fijas de emisiones GEI con variables indirectas de mitigación en la perspectiva “Alumnos”

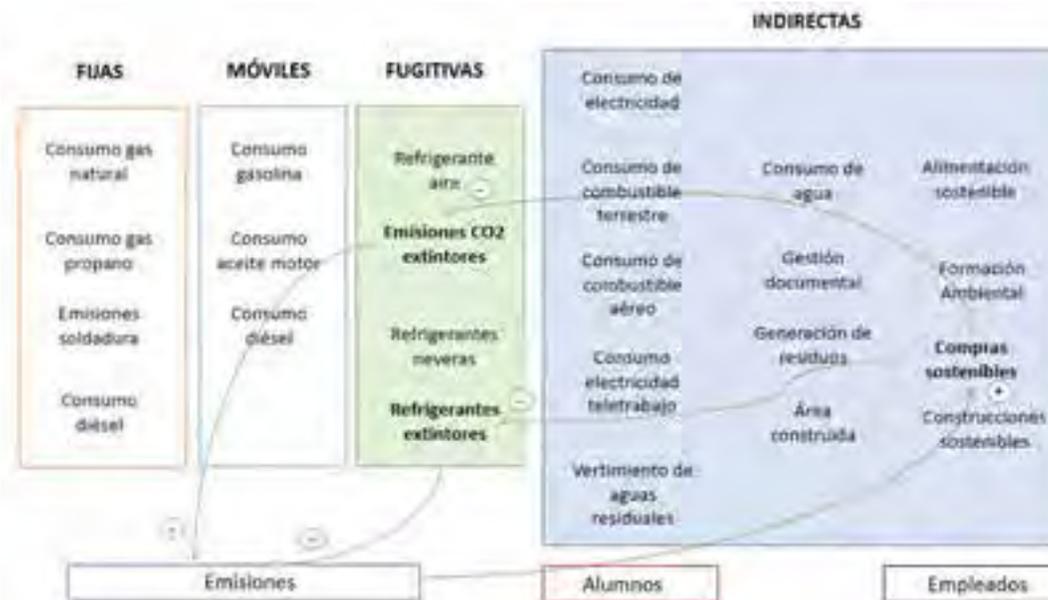


Figura 23. Diagrama de causalidad de fuentes de emisiones fugitivas de GEI con variables indirectas de mitigación en la perspectiva “Alumnos”

5.2 Análisis estructural y prospectivo de conductas de impacto climático

Luego de haber construido los diagramas, se asignaron valores bajo criterios de dependencia e influencia para cada una de las relaciones entre las variables, y utilizando el software especializado Mic Mac (Matrice d' Impacts Croisés Multiplication Appliqués á un Classement), en su versión libre, se condujo una priorización cuantitativa de variables y de relaciones causales entre ellas. Mic Mac es un software de análisis estructural que permite identificar las

variables clave de mayor impacto en un sistema, a partir de la lista de variables, representación de influencia y dependencia dentro de una matriz de relaciones y visualización en cuadros y gráficos modelizados¹²⁰.

5.2.1 Definición del sistema, subsistemas y variables

El sistema estudiado son los procesos administrativos y académicos de la Universidad Autónoma de Bucaramanga que tiene influencia en la generación o remoción de GEI, aquí llamado Sistema educativo-climático UNAB. Para el análisis estructural se identificaron 8 subsistemas y sus respectivas variables, con su respectiva nomenclatura en MicMac, como lo muestra la Tabla 9:

Tabla 9. Subsistemas y variables del sistema educativo-climático UNAB

Subsistema	Variables	Nomenclatura
Fuentes Fijas	Consumo de Gas Natural	GNAT
	Consumo Diesel	DIES
Fuentes Móviles	Consumo de Gasolina	GASO
	Consumo Diesel bus	DBUS
Fugitivas	Refrigerante de aire	RAIR
	Emisiones CO ₂ Extintores	EXTI
	Refrigerantes neveras	NEVE
Emisiones indirectas	Consumo de energía eléctrica	ENER
	Consumo de combustible terrestre	TRAT
	Consumo de combustible aéreo	TRAA
	Vertimiento de aguas residuales	VARE
	Consumo de agua	AGUA
	Generación de residuos	GERE
	Teletrabajo	TELE
	Estudiantes	Prácticas de laboratorio
Uso de aulas académicas		AULA
Transporte de estudiante		TRAE
Uso del baño		UBAN
Bebederos		BEBE
Alimentación de estudiantes		ALIM
Uso de áreas comunes		ACOM
Generación de residuos estudiantes		RESE
Docentes	Movilidad de docentes	MOVI
	Materias primas	MATE
	Uso de baños de los docentes	BAND
	Alimentaciones docentes	ALID
	Generación de residuos profesores	GERD
Administrativos	Uso de espacio de trabajo docente	ESPA
	Movilidad administrativos	MOVA
	Uso de espacio de trabajo administrativo	ESTR
	Uso de materias primas de administración	MPAD
	Alimentación administrativa	ALAD
	Generación de residuos administrativos	GRAD
	Baños administrativos	BAAD
Solución	Bebederos administrativos	BEAD
	Formación ambiental	FORM
	Compras sostenibles	COMP
	Construcciones sostenibles	CONS
	Gestión documental	GESD
	Alimentación sostenible	ALIS

¹²⁰ Arango, X., & Cuevas, V. (2006). *Método de análisis estructural: Matriz de impactos cruzados multiplicación aplicada a una clasificación (MIC MAC)*. España: Universidad Autónoma de Nuevo León.

Posterior a la priorización y definición de los subsistemas y variables a relacionar, se realizó un taller participativo para los subsistemas de estudiantes, docentes y administrativos, tratando de reunir representativo de cada campus de la UNAB y sus distintas dependencias (ver Figura 24):



Figura 24. Taller “Contribuyendo con la sostenibilidad Ambiental UNAB- Huella de Carbono”.

Del taller se obtuvieron 4 matrices de influencia directa (MDI), una por cada subsistema priorizado y se adicionó la perspectiva del equipo investigado. Cada matriz constituida por 40 filas por 40 columnas, fue utilizada para relacionar las variables mediante la calificación asignada por el grupo evaluador, según la siguiente rúbrica de calificación:

- Relación nula: 0
- Relación débil: 1
- Relación moderada: 2
- Relación fuerte: 3

5.2.2 Resultados del software Mic Mac

Las matrices obtenidas del taller fueron cargadas en el software Mic Mac, de donde se obtuvieron 2 graficas por cada grupo evaluador, se graficó el potencial directo de influencia y el desplazamiento de las variables en el plano cartesiano en razón a la influencia y la dependencia. En total, se obtuvieron 8 gráficas; todas las gráficas se detallan en el Anexo 5, sin embargo, en el presente documento en la Figura 25 se presentan como ejemplo, los resultados del relacionamiento del grupo de los administrativos.

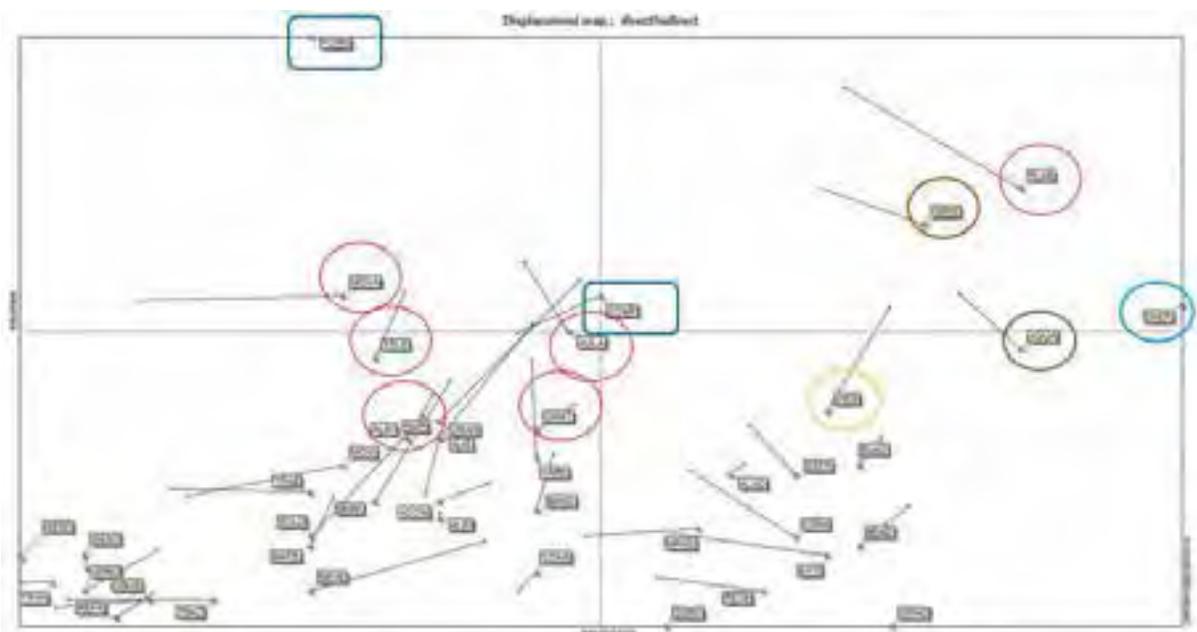


Figura 25. Grafica de desplazamiento de las variables en plano cartesiano condicionado por la influencia y dependencia evaluado por el grupo administrativo de la UNAB.

En el caso de la Figura 25, las variables priorizadas (marcadas en Colores) son las más cercanas a los sectores de mayor influencia/mayor dependencia, mayor influencia/mediana dependencia, mediana influencia/mayor dependencia y las centrales. De esta forma, según el subsistema administrativos de la UNAB, las variables que ameritan mayor atención en la acción climática son: Formación ambiental (FORM), teletrabajo (TELE), compras sostenibles (COMP), Uso de aulas académicas (AULA), Practicas de laboratorio (PLAB), Generación de residuos (GERE), Consumo de energía eléctrica (ENER), Construcciones sostenibles (CONS), Consumo de agua (AGUA), Consumo de Diesel (DIES), Consumo de gas natural (GNAT), Refrigeración de aire (RRAIR), Alimentación estudiantes (ALIM) y movilidad administrativa (MOVA).

Para cada grupo de interés se realizó el mismo ejercicio de priorización y posteriormente, se identificaron las de mayor incidencia entre ellos y por lo tanto definidas como las más importantes para el CAP. Adicionalmente, se contrastaron las variables resultantes de este proceso con las fuentes de emisión relacionadas en la huella de carbono determinada en la fase I. El detalle del proceso de priorización de variables se observa en el Anexo 6. La Tabla 10 resume los resultados de esta fase:

Tabla 10. Variables priorizadas y áreas de responsabilidad UNAB en la acción climática

Área de Responsabilidad	Variables de emisión priorizadas	Variables de solución
Educación	Formación Ambiental	Formación Ambiental
Gestión Administrativa	Teletrabajo	Compras sostenibles
	Consumo de Diesel	
	Generación de residuos	
	Generación de residuos de poda	
	Prácticas de laboratorio	
	Uso de Aulas académicas	
	Uso de espacios de trabajo administrativos	
Infraestructura	Uso de materias primas de administración	Construcciones sostenibles
	Refrigerante de aire y chiller	
	Vertimientos de aguas residuales	
	Consumo de agua	

	Consumo de energía eléctrica Consumo de Diesel en plantas de emergencia Consumo de gas natural Extintores Uso de baños Bebederos	
Alimentación	Alimentaciones estudiantes Alimentación administrativos	Alimentación sostenible
	Diesel bus UNAB Gasolina automóvil UNAB Gasolina mensajería UNAB Vuelos nacionales Vuelos internacionales	
Movilidad	Transporte en taxi Transporte acarreo Movilidad administrativos Movilidades estudiantes.	Movilidad sostenible

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de Mic Mac.

Teniendo como insumo los resultados de las fases I y II, a continuación, se procede en la sección siguiente a la formulación final del Plan de Acción por el clima para la Universidad Autónoma de Bucaramanga (CAP – UNAB)



**6. FORMULACIÓN
DEL PLAN DE
ACCIÓN POR EL
CLIMA - CAP
UNAB**



6. FORMULACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN POR EL CLIMA - CAP UNAB

Como se ha establecido previamente, los planes de acción por el clima o CAPs implementados por IES, se refieren en primer lugar a una serie de medidas y acciones, para abordar la gestión y control de los factores de cambio climático identificados en distintos aspectos y áreas de su operación en el cumplimiento de sus funciones sustantivas. Sin embargo, a diferencia de un enfoque de carbono neutralidad clásico, un CAP propone estrategias y acciones complementarias, para promover la asimilación de otros criterios de sostenibilidad en la filosofía institucional. Como tendencia esta ampliación inicia con la inclusión de otras áreas de desempeño ambiental, en especial, aquellas que demuestran algún tipo de nexo directo o indirecto, o sinergia con la acción climática. Dicho de otra manera, un CAP tiene como centro la carbono-neutralidad, pero expande su visión para mitigar el efecto del “Túnel de Carbono” (Figura 26), para direccionar condiciones y acciones iniciales para una transición hacia políticas de sostenibilidad más integrales.

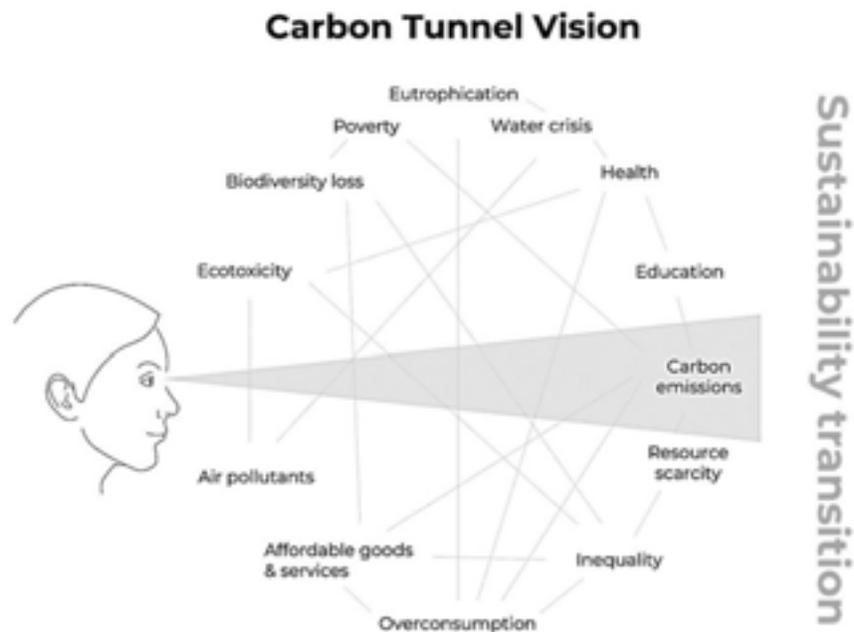


Figura 26. Paradigma de la Visión de Túnel de Carbono

Fuente: Deivanayagam, T.A. and Osborne, R.E. 2023. PLOS Global Public Health 3(3), e0001684.

Además del fundamento del CAP, que es la formulación de una estrategia para la reducción progresiva y sistemática de la huella de carbono institucional, los CAP de IES tienen otros frentes de actuación, entre los que se identifican como más recurrentes y relevantes, los siguientes:

- **Educación y divulgación:** Las IES desempeñan un papel fundamental en la educación y concientización de sus comunidades académicas y del público en general, en especial en aquellos problemas que demandan compromisos altamente éticos, rigor científico y metodológico en el diagnóstico y la formulación de posibles soluciones, especialmente cuando estas demandan cambios sustanciales, en los comportamientos colectivos e individuales para revertir estados y tendencias desfavorables que afectan a la especie humana, como es el caso de la crisis climática. Por este motivo, los CAPs suelen incluir programas de educación y divulgación que promueven la comprensión del cambio climático y fomentan la adopción de prácticas sostenibles, de mitigación y adaptación al cambio climático, dirigidas al pleno de las IES y sus diferentes

colectivos, con el fin de concretar y expresar un enfoque organizacional unificado, en su relacionamiento con los distintos grupos de interés externos.

- **Investigación y desarrollo sostenible:** Las IES también juegan un papel importante en la generación de conocimientos y la investigación para abordar los desafíos ambientales, y el cambio climático no es la excepción. Es así, que los CAPs suelen promover la investigación en áreas como energías renovables, tecnologías limpias, agricultura sostenible y gestión de recursos naturales entre otros, y han venido incorporando vínculos con otros indicadores ambientales e incluso con metas de los diferentes ODS, para avanzar hacia un desarrollo sostenible más integral e inclusivo.
- **Cooperación y colaboración:** La comunidad internacional convoca a las IES a involucrarse en iniciativas y redes internacionales para compartir conocimientos, buenas prácticas y colaborar en la búsqueda de soluciones conjuntas frente al cambio climático y otros aspectos ambientales. Estas colaboraciones pueden incluir acuerdos de intercambio, proyectos conjuntos de investigación, participación en conferencias y eventos relacionados con el clima, entre otros.

6.1. Lineamientos para las estrategias de acción climática

Los CAPs varían de una IES a otra, ya que cada institución tiene sus propia organización, enfoque y prioridades en la orientación de su misión y en el cumplimiento de sus funciones sustantivas, que gradualmente han visto crecer la aceptación y la incorporación de criterios de sostenibilidad ambiental e integral en su filosofía y operación. Como característica común, todo CAP busca involucrar a los diferentes actores de la comunidad universitaria en la estrategia climática institucional y construir la ruta de avance hacia un plan de sostenibilidad. Siguiendo con las tendencias de orientación de los CAPs de IES del mundo, en la UNAB se optó por una estructura clásica, multipropósito, incluyente y articuladora de 4 enfoques fundamentales, a saber:

- **Mitigación:** Este enfoque vincula las estrategias y acciones de reducción de fuentes de emisiones de GEI y comúnmente incluye acciones basadas en temas de eficiencia energética, sustitución de tecnologías, cambios en la operación identificados como promotores o potenciadores de las emisiones de GEI; también incluye acciones de compensación de este tipo de emisiones. En este enfoque se incluirán iniciativas para mitigar las fuentes de emisiones y variables de cada subsistema identificado en las fases II y III del CAP.
- **Adaptación al cambio climático:** Está orientado al uso de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos cercanos a los campus universitarios; adicionalmente, vincula medidas estratégicas e instrumentos para anticipar riesgos de desastres naturales que puedan afectar las instalaciones y operación de la institución, especialmente aquellos que pueden ser potenciados por los cambios climáticos que ya afectan al planeta, tanto a escala global como regional. Esto incluye mayores riesgos de erosión, incendios, inundaciones, y enfermedades, entre otros.
- **Gestión de la acción:** corresponde a medidas y herramientas de seguimiento y evaluación de la huella de carbono y programas y/o proyectos implementados para la eliminar, reducir o compensar las emisiones de GEI. El proceso de transición hacia la carbono-neutralidad, es un accionar de toda la comunidad universitaria, por lo que este enfoque pretende desarrollar una comunidad consciente, informada e involucrada en los desafíos climáticos, desde proyectos específicos y que convoca acciones a nivel de voluntariado y comunicación institucionales, así como toda la estrategia de seguimiento y control de los planes específicos o por área priorizada considerados al seno del CAP.

- **Prospectiva:** Relaciona escenarios consultivos con áreas estratégicas de la universidad como UNAB creative, planeación, UNAB innova, UNAB transformativa, centro de investigación y también con la comunidad externa, como las juntas de acción comunal, veedurías ambientales, entidades gubernamentales en áreas ambientales, sector productivo, gremios, entre otros, con el fin de ampliar el panorama sobre los procesos de evolución e innovación que surgen en la acción por el clima a nivel global.

6.2. Objetivo y Meta de carbono neutralidad

El CAP comprende principalmente las estrategias y acciones que de forma directa o indirecta contribuyen a la mitigación de la huella de carbono de una organización, en este caso una IES como lo es la UNAB. El esquema de formulación del CAP debe permitir, que este se pueda adaptar a los eventos y tendencias nacionales y mundiales frente a la lucha por el cambio climática, y además debe facilitar su actualización o ampliación, conforme se avance en las metas de reducción y en razón a la orientación crítica de su órgano de gestión, es decir la mesa de trabajo de sostenibilidad o mesa CAP.

En el caso del CAP de la UNAB, se espera que con las actividades propuestas para el 2025 y que luego se revisaran y replantearan para 2030, se reduzcan más del 50% de las emisiones determinadas en el 2023 (línea base) y que, además, la Universidad logre beneficios de manera integral en cada uno de sus ejes misionales, demostrando que la búsqueda de un mejor desempeño ambiental es parte esencial de la oferta de valor de la institución.

6.3. Vinculación del sistema de gestión ambiental al “CAP UNAB”

Un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) y un Plan de Acción por el Clima (CAP), son instrumentos para orientar el desempeño ambiental de una organización, pero sustentados en enfoques diferentes de la “gestión ambiental” como disciplina. Un SGA obedece a la denominada gestión ambiental organización o de sitio y generalmente es un apoyo al cumplimiento de la normatividad ambiental básica de un país o una región; por otro lado, un CAP al estar sustentado en una línea base de huella de carbono, responde a un “Enfoque de Ciclo de Vida”, lo que se evidencia, al poder distinguir en este 3 distintos alcances o tipos de contribución de emisiones de GEI, en el constructo del indicador. Ambas visiones han sido paulatinamente articuladas y pueden tener componentes complementarios, que convenientemente armonizados pueden fortalecer el desempeño y la sostenibilidad ambiental de cualquier organización. Algunas diferencias entre ambos son:

- **Alcance y enfoque:** Un SGA se enfoca en la gestión integral de los aspectos e impactos ambientales de cualquier organización, mediante planes y acciones delimitadas a su frontera inmediata con el entorno, en especial en aspectos ambientales controlados por normativas ambientales específicas, como es el caso de las concernientes a vertimientos, emisiones atmosféricas y gestión de residuos sólidos. Por otro lado, un CAP se centra específicamente en abordar el cambio climático y reducir las emisiones de GEI, pero no solo las producidas directamente dentro de la frontera de la organización, sino las que están asociadas en ciclo de vida con su operación y por esa razón incluye emisiones de GEI indirectas y la responsabilidad compartida de la organización en su control y reducción.
- **Objetivos y metas:** Un SGA abarca una amplia gama de aspectos ambientales que son relevantes para la institución, pero sin preocuparse de que las medidas adoptadas desplacen o aumenten el impacto fuera de la organización. Por otro lado, un CAP establece objetivos específicos para reducir las emisiones de GEI, pero se compromete a evitar el desplazamiento o la magnificación de estas emisiones fuera de las fronteras de la organización y por ello, el indicador de huella de carbono, sugiere siempre evaluar los 3 alcances que lo conforman e identificar interrelaciones entre las fuentes de uno u otro alcance, que puedan

favorecer o desfavorecer una iniciativa de reducción en un alcance, por efecto de una medida adoptada en otro.

- **Enfoque temporal:** Un SGA generalmente tiene un enfoque a largo plazo y orientado hacia la mejora continua. Los esfuerzos y acciones se desarrollan de manera sistemática con el objetivo de implementar prácticas ambientales responsables a largo plazo. Por otro lado, un CAP a menudo tiene una perspectiva más a corto plazo o para un período de tiempo determinado, ya que no solo depende de la dinámica propia de la organización, sino de la de los procesos unitarios y funciones tecnológicas con las que se conecta en las fronteras del sistema y también de la dinámica de la “ecosfera” y de las políticas y compromisos de la institucionalidad con respecto a la acción climática; así por ejemplo, las metas de reducción de factores de cambio climático de cualquier organización a nivel país, tienden a estar organizadas en dos macro escenarios de tiempo, es decir, a 2030 y 2050, según se ha establecido en la NDC actualizada¹²¹.
- **Participación y alcance:** Un SGA es una herramienta de gestión interna que implica la participación y el compromiso de toda la organización, en el caso de una IES, incluye desde la alta dirección, los docentes, administrativos y estudiantes, para promover y lograr la gestión integrada de los aspectos ambientales de la institución. En contraste, un CAP puede involucrar tanto a la comunidad interna como a la externa, buscando un impacto más amplio y el compromiso de la institución en la lucha contra el cambio climático e ir articulando alrededor de este propósito otros objetivos ambientales, e incluso de sostenibilidad (e. g. ODS), en especial aquellos que sean particularmente sinérgicos o interdependientes con la acción climática.

En síntesis, un CAP puede tomar una parte importante de los elementos, herramientas de diagnóstico, seguimiento y control, comunicación y programas de sostenibilidad que se consideran dentro un SGA, pero con la salvaguarda de que cualquier aspecto ambiental debe asociarse a una interacción potencial como factor de cambio climático y al igual que con las fuentes de emisiones de GEI y las acciones que puedan implementarse para su control, toda iniciativa de mejoramiento de otro aspecto ambiental, debe evitar potenciar factores de cambio climático dentro y fuera de las fronteras del sistema, en especial en aquellas claramente vinculadas a uno de los alcances 2 y 3 del indicador de huella de carbono.

En el caso de la UNAB, el SGA fue planteado en 2019 con un enfoque clásico (Ver anexo 7), a partir de una línea base establecida mediante la evaluación de los impactos ambientales, según un diagnóstico semicuantitativo de la calidad ambiental, en razón a la clase, presencia, duración, evaluación y magnitud de los aspectos ambientales valorados. El sistema realizó esta evaluación en el año 2021 en el campus el Jardín, mediante el Método de Arboleda (2008)¹²², obteniéndose los resultados que de forma resumida se presentan en la Tabla 11:

Tabla 11. Resultados de la evaluación de impactos ambientales para el campus Jardín, año 2021.

Aspecto	Impacto ambiental	Significancia del impacto ambiental
Consumos de agua	Contaminación de fuentes de aguas superficiales.	Moderada
	Agotamiento fuentes hídricas	Moderada
Consumo de energía	Contaminación atmosférica.	Moderada
	Agotamiento de los recursos naturales	Moderada

¹²¹ Gobierno-de-Colombia 2019 Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC), p. 112, Bogotá.

¹²² Arboleda González, J. A. Manual para la Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos, Obras o Actividades. EPM. Medellín (Colombia), 2008.

Consumo de papel	Deterioro de bosques y recurso suelo	Moderada
	Agotamiento de los recursos forestales	Moderada
Consumo papelería en general	Agotamiento de recursos naturales	Baja
Consumo de combustibles fósiles	Reducción de los recursos no renovables	Moderada
	Calentamiento global /Cambio climático	Moderada
	Contaminación atmosférica	Moderada
Consumos de químicos	Degradación de fuentes hídricas y suelo	Baja
Vertimiento de aguas	Degradación de fuentes hídricas	Baja
Residuos de impresoras	Degradación del recurso suelo	Baja
Generación de residuos aprovechables	Deterioro del recurso forestal	Moderada
Generación de residuos de pilas	Contaminación de suelos, agua y aire.	Baja
Generación de luz nocturna	Alteración de las condiciones de vida la fauna	Baja
Generación de escombros	Afectación de la fauna y flora	Baja
	Contaminación de recurso suelo y aire	Baja
Generación de partes electrónicas TIC	Contaminación de recurso suelo	Baja
Generación de GEI	Degradación de la calidad de aire	Moderada
Podas de jardines y talas controladas	Mejoramiento estético del paisaje	Moderada
	Disminución de la vegetación	Baja
Educación ambiental	Generación de conciencia ambiental	Moderada
Generación residuos orgánicos	Afectación en la calidad de aire	Moderada
	Contaminación de agua	Baja
	Contaminación de suelo	Moderada
Generación de residuos peligrosos	Afectación de la calidad del agua y suelo	Baja

Como se observa, algunos de los aspectos ambientales que aquí alcanzan una valoración de significancia “moderada” por esta metodología, también fueron identificados, pero con mayor relevancia en la sección 5 de este documento, al indagar a los distintos grupos de interés de la institución, por su percepción en cuanto a posibles correlaciones de estos aspectos con factores de cambio climático. No obstante, existe una relativa consistencia entre los aspectos ambientales evaluados como moderados en el SGA y los destacados como relevantes en la metodología CAP, por consiguiente, el SGA se asimila o vincula al CAP como un instrumento de información complementaria y orientadora para las reflexiones de mayor alcance que demanda este último. Varios de estos aspectos ambientales aparecen luego en la sección 6.5, donde se presentan los programas sugeridos como parte del CAP - UNAB.

6.4. Mesa de trabajo del CAP

Se determinó la necesidad de organizar una Mesa de Trabajo de Sostenibilidad, como mecanismo operativo del CAP, que proponga, monitoree y vele por el cumplimiento de los programas acciones estratégicas identificadas en el CAP como prioritarias para la transformación de la institución, en un entorno amigable con el ambiente y sostenible y, además, propender porque este instrumento se consolide como la directriz de sostenibilidad ambiental institucional. En efecto, este comité responde a un programa estratégico de implementación del CAP, que es el de monitoreo y control de los demás programas identificados como parte de su estructura inicial y por esta razón no se incluye en la sección siguiente, dedicada a documentar el enfoque y propósitos de los otros.

Se propone que este órgano consultivo esté compuesto por 9 miembros (cifra impar), incluyendo representantes de las dependencias que de acuerdo con este estudio tienen especial compromiso, en términos de reducción de

huella de carbono y sostenibilidad ambiental institucional. En la siguiente Figura se sugieren algunos grupos de dependencias que pueden aportar representantes a esta mesa:



Figura 27. Tipo de representación en razón a su área de trabajo en la mesa de sostenibilidad UNAB.

Desde el punto de vista de su operación, se propone que Sus encuentros serán cuatrimestrales, habilitados por sesiones presenciales, para la exposición de propuestas de valor y sus mecanismos de desarrollo dentro de programas de los enfoques de:

1. **Mitigación:** Formación ambiental, compras sostenibles, producción más limpia, gestión de gases fugitivos, ahorro, eficiencia y diversificación energética, gestión y ahorro del agua, gestión y ahorro de combustible y movilidad y transporte.
2. **Adaptación al cambio climático:** Gestión de riesgo de desastres, compensación de huella de carbono y soluciones basadas en la naturaleza.
3. **Gestión ambiental integral:** Seguimiento y evaluación de indicadores ambientales complementarios, voluntariado y cooperación y comunicaciones (canal clima).
4. **Prospección por el clima:** Gestión de recursos externos y relacionamiento con grupos de interés externos.

Al igual que todos los comités, la mesa de trabajo CAP cuenta con una secretaria y un líder de gestión en la ejecución de las estrategias y acciones y otro para la socialización de estadísticas en razón al cumplimiento de indicadores ambientales. Salvo los 4 miembros permanentes, los otros 5 miembros se deberían rotar anualmente y en esta primera ocasión, el representante externo será elegido entre los 8 miembros institucionales.

Iniciando el año 2024, se realizó se realizó la primera convocatoria para conformar esta mesa de sostenibilidad, donde la comunidad universitaria respondió el llamado y se logró conformar la mesa de trabajo de la siguiente manera:

Tabla 12. Conformación de la mesa de trabajo en sostenibilidad ambiental 2024

Tipo de Representación	Dependencia/ área de trabajo
Representación Permanente	UNAB Ambiental
	Instituto Caldas
	Campus El Bosque
	Planeación y evaluación
Representación Rotativa	Seguridad y transporte
	Representante estudiantil
	Representante profesores
	Infraestructura y operaciones
Miembro Externo	Por Definir

No obstante, se debe enfatizar en que las funciones principales del comité serán dos fundamentalmente:

- Mejoramiento de la huella de carbono UNAB:** Con el CAP se incorpora la herramienta de gestión de este indicador denominada “Plataforma CO_{TOOLS}” en plena funcionalidad. Actualmente, esta plataforma está cargada con los datos históricos de los años 2019 a 2023 que permiten el cálculo de la huella de carbono. El objetivo principal es que las dependencias que aportan mayor información para el cálculo del indicador (e. g. Gestión Documental, Compras y Almacén, Planta física, Seguridad y transporte, Financiera y el Centro ϵ -Bio/UNAB-Ambiental), además de las empresas que participan en la gestión ambiental de la institución (Aseo Servicios SAS, Manos Verdes SAS, Social RAEE SAS, Grasecol SAS y Descont SAS), tengan a disposición los formatos de cargue de información básica para el cálculo de factores de huella de carbono, cada vez en versiones más amigables y que permitan agilizar la evaluación del indicador mes a mes. En el Anexo 8 se observan los formatos actuales, con que cuentan cada representante de la dependencia o empresa responsable de su diligenciamiento y el cargue de la información en la plataforma.

Nota: El desarrollo de la herramienta ha estado a cargo del Centro ϵ -Bio/UNAB-Ambiental utilizando fondos de su operación, pero dado que su mantenimiento, operación permanente y mejora continua no pueden depender de esta unidad, su desarrollo será suspendido a partir de junio de 2024. Se espera que la mesa dinamice la gestión de recursos para la continuidad del proyecto CAP y la escogencia de la dependencia que en adelante se encargará de esta plataforma, dado que esta es requerida para mantener la vigencia de la institución en los distintos rankings de sostenibilidad para IES y para dar respuesta a los requerimientos del Gobierno Colombiano hacia las IES en materia de acción climática.

- Priorización de planes estratégicos y prospectiva climática de largo plazo:** además de la implementación de la mesa de sostenibilidad, que es fundamental para la operación del CAP, se han identificado y sugerido otros 12 programas, para su puesta en marcha y ejecución en dos periodos 2024/2025 y 2026/2030 (esto en concordancia con los momentos de verificación de los objetivos de carbono-neutralidad del país, establecidos en la NDC).

En este orden de ideas, la mesa de sostenibilidad deberá priorizar el orden de implementación en cada periodo, definir el avance esperado y los indicadores a utilizar en su seguimiento y evaluación, con base en los compromisos institucionales en la materia y la búsqueda de un mejor desempeño en los rankings de sostenibilidad donde se aplique. Posteriormente en 2030, la mesa deberá proponer la evolución del CAP a SAP y las estrategias climáticas en concordancia con los compromisos de la NDC del país a 2050 y de manera particular, se espera que la mesa de sostenibilidad o mesa CAP, establezca mecanismos orientados a fortalecer las alianzas internas y externas, con el fin de crear enlaces de productividad institucional, regional, nacional e internacional, que permitan innovar y crear proyectos de sostenibilidad más completos.

6.5. Formulación de programas estratégicos para la acción climática UNAB

En este capítulo se detallan los programas estratégicos que fueron identificados como relevantes o pertinentes para direccionar la acción climática en la UNAB, principalmente a partir de los hallazgos de la sección 5. Los programas han sido agrupados según los 4 enfoques escogidos para orientar la acción climática; por lo tanto, las Tablas 13 y 14 contienen en su orden, los programas correspondientes a las estrategias de mitigación y adaptación y la Tabla 15, agrupa los programas de gestión prospectiva. Para cada programa se establecen las áreas, unidades o dependencias con mayor responsabilidad en su implementación y desarrollo y una propuesta preliminar de cumplimiento de cada uno de ellos en el corto plazo, es decir a 2025, porque lo correspondiente a su avance hasta 2030 será determinado desde la mesa de sostenibilidad o mesa CAP.

Tabla 13. Programas CAP para el enfoque de mitigación

Área de Responsabilidad	Programas estratégicos	% de cumplimiento o avance de acciones del programa esperado a 2025
Educación	Formación ambiental	50 – 60
Gestión Administrativa	Compras sostenibles	50 – 60
	Producción más limpia	65 – 75
Infraestructura	Control de emisiones fugitivas	50 – 60
	Ahorro, eficiencia y diversificación energética	30 – 50
	Gestión y ahorro del agua	30 – 50
	Gestión y ahorro de combustible	40 – 50
Movilidad	Movilidad y transporte	45 – 55

Tabla 14. Programas CAP para el enfoque de adaptación al cambio climático.

Área de Responsabilidad	Programas estratégicos	% de cumplimiento o avance de acciones del programa esperado a 2025
Gestión del riesgo de desastres	Gestión del riesgo de desastre	10 - 30
Gestión del ecosistema	Soluciones basadas en la naturaleza	20 - 40

Tabla 15. Programas CAP para el enfoque de gestión prospectiva de la acción climática.

Área de Responsabilidad	Programas estratégicos	% de cumplimiento o avance de acciones del programa esperado a 2025
Voluntariado y cooperación	Programa de voluntariado	30 – 50
Comunicación CAP	Canal clima	80

Con la premisa de que este documento facilite la comprensión de cada programa, estos se presentan a continuación en un formato tipo ficha resumida, con énfasis en las acciones prioritarias a 2025.

En efecto, una de las primeras asignaciones de la mesa CAP o de sostenibilidad, será la de revisar las fichas técnicas de cada uno de los programas estratégicos identificados y sugeridos como plataforma inicial del CAP, con el fin de ajustarlos si se considera conveniente y priorizar su orden de implementación en el horizonte de corto-plazo 2025. Para el horizonte 2030 acorde a la NDC del país; esto también implica, evaluar el % de cumplimiento de los indicadores y mecanismos de verificación sugeridos y replantear el enfoque y metas para 2050.

6.5.1. Programa de formación ambiental (Horizonte 2025)

Objetivo	
Fortalecer la oferta institucional de formación ambiental, para el cambio climático y la sostenibilidad.	
Antecedente y/o justificación	
<ul style="list-style-type: none"> Requerimiento del gobierno colombiano desde el Ministerio de Educación, el MADS y el DNP para fortalecer la formación en temas de cambio climático, medio ambiente y sostenibilidad. 	
Estrategias y/o acciones propuestas	
<ol style="list-style-type: none"> Estructurar una oferta de capacitación ambiental, para el cambio climático y la sostenibilidad dirigida a los docentes de toda la institución, fundamentado en los principios orientadores del CAP y el SGA. <ul style="list-style-type: none"> <u>Acción en curso:</u> Con la dirección de Asuntos Profesorales, liderada por la Dra. Adriana Martínez, se ha acordado un plan de formación docente de 6 cursos o módulos (12 a 15 horas cada uno), que iniciará en el segundo semestre de 2024 con la realización de dos de ellos. Estructurar una oferta de cursos para estudiantes de diversas áreas, programas y niveles sobre medida o requerimiento de facultades o coordinaciones, con necesidades ya identificadas a nivel de <ul style="list-style-type: none"> <u>Acciones en curso:</u> <ul style="list-style-type: none"> Actualmente se apoya a la Facultad de economía y negocios en la formulación de un “Minor” en Sostenibilidad corporativa y el fortalecimiento / reestructuración, de algunos cursos electivos ofrecidos por la facultad, tales como el curso de gestión ambiental (virtual) Actualmente se apoya a UNAB-Tec en la formulación de un programa en Técnico Ambiental Avanzado, en un programa comisionado por el Ministerio de Trabajo. Fortalecer el Seminario Permanente de medio ambiente y desarrollo sostenible (SePa+) organizado por el Centro ε-BiO / UNAB Ambiental, no solo como el principal espacio para el dialogo abierto sobre las ciencias y las problemáticas ambientales, sino como una oferta que pueda llegar a avalarse formalmente en los cursos de formación docente o en la de los estudiantes. 	
Indicadores (posibles)	
<ul style="list-style-type: none"> No. de cursos formulados y realizados sobre medio ambiente y sostenibilidad para capacitación docente. No. de cursos formales sobre temáticas ambientales y de sostenibilidad para estudiantes. Participación de los estudiantes en los cursos formales sobre temáticas ambientales y de sostenibilidad vs. participación en cursos de otras temáticas transversales. Incremento de la participación de la comunidad universitaria en las actividades del SePA+. 	
Responsable Principal	Responsable Secundario
<ul style="list-style-type: none"> Dirección de asuntos profesorales Facultades y direcciones de programa CIPA (Comité Interinstitucional de Programas Académicos) 	Centro ε-BiO / UNAB Ambiental.

6.5.2. Programa de Compras sostenibles (Horizonte 2025)

Objetivo	
Vincular en los procesos de compras, algunos criterios mínimos de gestión ambiental y de acción climática para la selección de proveedores UNAB.	
Antecedente y/o justificación	
<ul style="list-style-type: none"> Algunos rankings de sostenibilidad para IES ponderan favorablemente la tenencia de este tipo de estrategia. 	
Estrategias y/o acciones propuestas	
<p>Vincular dentro de los principios de la gestión de compras de la Resolución 568 de 2020¹²³, algunos criterios básicos de Sostenibilidad Ambiental. Algunos posibles criterios ambientales para la selección de los proveedores de bienes y servicios de la Universidad, que podrían ser considerados son los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> Que la operación del proveedor no aumente el alcance 2 y 3 de la huella de carbono de la universidad. Que los proveedores de insumos químicos y sustancias entreguen fichas de seguridad y protocolos de uso claros y completos, con información suficiente para discernir sobre su impacto ambiental de manera integral. En el caso de los gestores de residuos que presentan servicios a la institución (e. g. residuos peligrosos, residuos electrónicos, grasas y aceites, podas, etc.), presentar un plan de gestión integral de los residuos aprovechables, orgánicos aprovechables y no aprovechables, según el caso y la gestión de su cadena de custodia. Requerir a estos gestores, una participación más activa en los eventos y actividades institucionales, que tengan impacto en la concientización y educación ambiental de la sociedad. A los proveedores de servicios de “catering” para eventos, demostrar prácticas de bajo carbono, disminución de materiales de desecho, minimización de plásticos y promoción de insumos reciclables. Iniciar el estudio para incluir adecuadamente en los procesos de licitación de cafeterías, y arrendamiento de oficinas y otros espacios dentro de los campus UNAB, criterios de acción climática y de mejor desempeño ambiental, por parte de estos terceros. 	
Indicadores (posibles)	
<ul style="list-style-type: none"> % de proveedores sostenibles según los criterios sugeridos o requeridos. Valoración de la huella de carbono en los eventos organizados por la institución. 	
Responsable Principal	Responsable Secundario
<ul style="list-style-type: none"> Compras y Almacén Infraestructura y operaciones 	Mesa de Sostenibilidad

¹²³ Resolución 568. (2020). Por la cual se promulga el Reglamento de Compras para la Universidad Autónoma de Bucaramanga -UNAB y el Instituto Caldas. Bucaramanga: Universidad Autónoma de Bucaramanga. Obtenido de https://repository.UNAB.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/13542/2020_Resolucion_568.pdf?sequence=1&isAllowed=

6.5.3. Programa de producción más limpia – P+L (Horizonte 2025)

Objetivo	
Promover prácticas de producción más limpia en escenarios académicos y administrativos que impliquen la generación y manejo de residuos y uso eficiente de los recursos.	
Estrategias y/o acciones propuestas	
<p>Además de la articulación del Sistema de Gestión Ambiental al CAP, formalizada en el cuerpo de este documento, se requiere proceder con las siguientes acciones complementarias en los preceptos básicos de P+L:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Formulación de un Plan de gestión de manejo integral de residuos sólidos (PGIRS) reglamentado por la Resolución 0754 de 2014¹²⁴ y el Plan de gestión integral de residuos peligrosos (PGIRSP) en concordancia del Decreto 4741 de 2005¹²⁵. 2. Generación de estrategias para el aprovechamiento de los residuos ordinarios generados en los campus, con el fin de disminuir la carga entregada a las empresas prestadoras de servicio de aseo. Entre las estrategias se contempla la producción de compostaje de los residuos de podas. 3. Implementación de un “Protocolo del sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos”, entre los laboratorios de los campus. 4. Tomar como referencia las iniciativas de alto impacto que adelanta el Instituto Caldas, estimulando su debida documentación y divulgación, análisis de resultados en la comunidad y en la institución, estudio de la cantidad y calidad de productos que se obtienen de las prácticas de reciclaje que fomenta el instituto, entre otros. 	
Indicadores (posibles)	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ kg de residuos generados (por tipo). ▪ kg de residuos reciclados o recuperados / kg de residuos reciclables o recuperables generados. ▪ Cantidad de materia orgánica compostada. ▪ Incremento de contenedores por tipología de residuos disponibles en los campus. ▪ Efectividad en el uso de los contenedores para clasificación de residuos. 	
Responsable Principal	Responsable Secundario
Centro ε-BiO / UNAB Ambiental. Coordinación ambiental del instituto caldas	Mesa de Sostenibilidad. Aseo Servicio SAS.

¹²⁴ Resolución 0754. 2014. Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos. MinAmbiente.

¹²⁵ Decreto 4741.2005. Por la cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. MinAmbiente.

6.5.4. Programa de control de emisiones fugitivas (Horizonte 2025)

Objetivo	
<p>Mitigar el impacto ambiental por fuga de propelentes y gases contenidos en los extintores y dispositivos de aire acondicionado en todos los campus. Los hidroclorofluorocarbónosos (HCFCs), son sustancias que primero fueron reconocidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Comercio Industria y Turismo, en razón al convenio de Viena para Protección de la Capa de Ozono y el Protocolo de Montreal, como Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono¹²⁶; luego algunas de estas sustancias también han sido catalogadas como gases de efecto invernadero de alto poder de calentamiento global.</p>	
Estrategias y/o acciones propuestas	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Articular el programa de Salud y Seguridad en el trabajo de la UNAB con la dependencia de Infraestructura y Operaciones, para que se gestione y se implemente un plan de eliminación del consumo de los HCFCs de alto impacto, que compromete el reemplazo gradual de 138 extintores repartidos en los campus Jardín, Bosque, CSU, Casona e Instituto Caldas, con la asignación presupuestal necesaria. 2. Mejorar el inventario de los aires acondicionados y “chillers” que se encuentran en los campus de la universidad, es decir, mejorar la identificación de las características de funcionamiento asociadas a la pérdida y recarga de los gases halogenados utilizados como refrigerantes, sus eficiencias, y estado actual de su hoja de mantenimiento y recarga. 3. Reemplazar de forma prioritaria los dispositivos que utilizan el refrigerante R-22 con un gas menos contaminante que esté disponible en el mercado y evaluar la incorporación de refrigerantes de 4 generación que no deterioran la capa de ozono y no son precursores del efecto invernadero. Ros (2020), describe los refrigerante de 4 generación como altamente eficientes, fluido puros, inflamabilidad muy baja o nula y debajo impacto ambiental, se citan entre ellos, los gases R744, R717, R718, R290 y R600a¹²⁷. 	
Indicadores (posibles)	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Número de extintores por tipo de propelente (bajo impacto ambiental vs. alto impacto) ▪ Número de aires acondicionados por tipo de refrigerante (bajo impacto ambiental vs. alto impacto) 	
Responsable Principal	Responsable Secundario
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seguridad y salud en el trabajo ▪ Infraestructura y mantenimiento ▪ Programa de ingeniería en energía 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mesa de Sostenibilidad. ▪ Proveedores de extintores y aires acondicionados seleccionados

¹²⁶ Resolución 2749.2017. Por la cual se prohíbe la importación de sustancias agotadoras de la capa de ozono listadas en los grupos II y III del protocolo de Montreal. MinAmbiente.

¹²⁷ Ros, J. Refrigerantes de 4 generación entorno normativo y tecnología. Carrier. COITIRM.

6.5.5. Programa de “Ahorro, eficiencia y diversificación energética” (Horizonte 2025)

Objetivo	
Promover el uso eficiente del recurso energético (electricidad) y la implementación de equipos alimentados con energía eléctrica renovable.	
Antecedente y/o justificación	
<ul style="list-style-type: none"> • Los principales rankings de sostenibilidad para IES ponderan favorablemente y en alto grado, la tenencia de este tipo de estrategia, debido a su alto impacto en la huella de carbono. • Esta estrategia complementa y refuerza las acciones sobre el impacto ocasionado por los sistemas de climatización utilizados en la universidad. 	
Estrategias y/o acciones propuestas	
Estas se encuentran contenidas en un documento desarrollado por el programa de ingeniería en energía, al que se le solicitará lo aporte como material complementario del CAP.	
Indicadores	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Consumo de electricidad/superficie construida ▪ Consumo de electricidad para climatización/Consumo total ▪ Consumo de electricidad en iluminación/Consumo total ▪ % de energía eléctrica consumida de origen renovable ▪ Número de instalaciones de energía renovable en los campus ▪ Edificios con implementación de ISO 5001¹²⁸. 	
Responsable Principal	Responsable Secundario
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Programa de ingeniería en energía ▪ Infraestructura y mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mesa de sostenibilidad

¹²⁸ ISO 5001:2011. Sistemas de gestión de la energía- Requisitos con orientación para su uso. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:50001:ed-1:v1:es>

6.5.6. Programa de gestión y ahorro del agua (Horizonte 2025)

Objetivo del programa	
Fortalecer el uso racional y eficiente del agua potable, incorporando estrategias de recolección y reutilización de agua lluvia y disminución de la carga contaminante de las aguas residuales en los distintos campus de la institución.	
Antecedente y/o justificación	
<ul style="list-style-type: none"> • Los principales rankings de sostenibilidad para IES ponderan favorablemente y en alto grado, la tenencia de este tipo de estrategia, debido a su correlación con el alcance 3 de la huella de carbono. • La huella hídrica se perfila como el segundo indicador relevante en la valoración del desempeño ambiental integral de las IES. 	
Estrategias y/o acciones propuestas	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Monitoreo de las condiciones de vertimiento de aguas residuales y evaluar las posibles necesidades de implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales para los campus El Jardín y El Bosque. ▪ Implementar acciones de reducción de las cargas contaminantes presentes en los vertimientos de los campus El Jardín y El Bosque, en especial en los parámetros de norma y en los que impactan de forma indirecta en la huella de carbono. ▪ Fomentar el uso racional y eficiente del agua, a través de una administración más racional de la infraestructura instalada, mediante acciones específicas, por ejemplo: aumentar la implementación de griferías eficientes, cisternas de doble descarga, baños ecológicos, recolección y uso de agua lluvia para uso sanitario y riego, entre otros. <p>NOTA: De acuerdo con los últimos monitoreos requeridos por la autoridad ambiental, y estudios propios realizados por el Centro ε-BiO/UNAB Ambiental, las cargas contaminantes expresadas por los parámetros, demanda química de oxígeno (DQO) y nitrógeno total en los vertimientos del campus El Bosque, reportan mediciones que superan los valores máximos permisibles para vertimientos puntuales en alcantarillado de acuerdo con la resolución 0631 de 2015, y estos son parámetros que también generan huella de carbono indirecta, por lo que este es un punto que requiere seguimiento y acciones graduales de mejoramiento, que reduzcan la necesidad de implementar una Planta de Tratamiento de Aguas residuales, o disminuir el tamaño y prestaciones del sistema que llegue ser requerido, para reducir su costo.</p>	
Indicadores (posibles)	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Consumo de agua/usuario ▪ Consumo de agua/superficie construida ▪ % de agua reutilizada ▪ % de grifos automáticos ▪ % de reducción de cargas contaminantes en los vertimientos. 	
Responsable Principal	Responsable Secundario
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Centro ε-BiO / UNAB Ambiental. ▪ Infraestructura y mantenimiento. ▪ Mesa de sostenibilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Facultad de Salud

6.5.7. Programa de Gestión y ahorro de combustible en fuentes fijas (Horizonte 2025)

Objetivo del programa	
Reducir el uso de combustibles fósiles en actividades de huella de carbono de alcance 1.	
Estrategias y/o acciones propuestas	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implementar buenas prácticas en las cocinas de enseñanza y del hostel, para reducir el consumo de gas natural. ▪ Fomentar el uso responsable de la guadañadora en las podas. ▪ Realizar un análisis de eficiencia de las plantas de respaldo de generación de electricidad, para identificar y corregir causas de desperdicio de combustible. ▪ Privilegiar cuando sea posible, el uso de gas natural en lugar de cilindros de GLP. 	
Indicadores (posibles)	
% Reducción de huella de carbono asociada al uso de combustibles fósiles en los campus.	
Responsable Principal	Responsable Secundario
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Infraestructura y mantenimiento. ▪ Programa de gastronomía. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mesa de sostenibilidad

6.5.8. Programa de Movilidad y transporte (Horizonte 2025)

Objetivo	
Promover la movilidad sostenible mediante el fomento del uso compartido de automóviles propios, la incorporación de estrategias de movilidad eléctrica y la mayor eficiencia de la ruta del bus UNAB.	
Estrategias y/o acciones propuestas	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recalcular el componente de huella de carbono debida a movilidad y transporte utilizando la metodología de Greenmetric, mientras no exista una alternativa mejor. ▪ Fomentar la estrategia de transporte de personal UNAB y acarreo compartido, cuando se identifiquen a través del Servicio Integrado de Solicitudes (SIS) peticiones de servicio de traslado o acarreo de materiales desde y hacia los campus de la universidad, así como servicios de mensajería y taxis de trabajadores de la institución, que representen una situación de “movilización unitaria” desde una sola dirección y mismo destino, que pueda realizarse en un misma temporalidad o que no demande un transporte urgente. Es decir, se plantea la programación de los transportes en razón a las necesidades y direcciones de origen y destino, tenido en cuenta la posibilidad de enviar todos los paquetes, elementos y equipos en un mismo transporte. ▪ Implementar un estudio de segmentación de la comunidad UNAB (estudiantes, profesores, administrativos) para establecer estrategias de estímulo a la movilidad “cero o bajo carbono”, según su distancia de ubicación de la vivienda al campus que más frecuenten. Así, por ejemplo, los miembros de la comunidad que se ubiquen en distancias inferiores a 0.5 km deberían tener una mayor incidencia en la movilidad de bajo carbono, según condiciones de topografía, tiempo de permanencia en los campus, edad, estado de salud y buscar maximizar esa reducción de huella de carbono. Dentro de estas estrategias se pueden considerar: aumentar la frecuencia de recorridos del bus UNAB en horas pico, entre los campus el Jardín y CSU, modernizar la flota de buses para evitar o reducir el uso de combustibles fósiles (e. g. buses eléctricos, híbridos¹²⁹), aumentar los puntos de recarga de vehículos eléctricos individuales y el uso de la bicicleta, mejorar las condiciones de seguridad para el desplazamiento a pie, auxilio salarial al no transporte fósil, etc.) 	
Indicadores (posibles)	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ % Vehículos sostenibles (tipo)/usuario ▪ Número de estaciones para vehículos eléctricos ▪ km. persona, transportados en las rutas UNAB intercampus. ▪ Segmentación de la población por ubicación de su vivienda en relación con el campus que más visita o frecuenta, incluye caracterización por género, edad, limitaciones de salud o la movilidad propia, disponibilidad o no de transporte propio. ▪ Incremento de la movilidad cero o baja en carbono para miembros de la comunidad UNAB que habiten a menos de un radio de 0.5 de su campus más habitual. 	
Responsable Principal	Responsable Secundario
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seguridad y Transporte. ▪ Infraestructura y mantenimiento. ▪ Alta dirección universitaria. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mesa de sostenibilidad

¹²⁹ ESSA. 2023. Primer bus eléctrico al servicio de Metrolínea rueda por la ciudad. <https://www.essa.com.co/site/clientes/pagina-detalle/primer-bus-electrico-al-servicio-de-metrolinea-rueda-por-la-ciudad>

6.5.9. Programa de Gestión del riesgo de desastre (Horizonte 2025)

Objetivo	
Mitigar la vulnerabilidad de la infraestructura física de la institución a los eventos o fenómenos extremos de tipo ambiental, mediante acciones preventivas ante el riesgo de desastre.	
Estrategias y/o acciones propuestas	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Actualizar el plan de emergencias y su análisis de amenazas, vulnerabilidad y riesgo para todos los campus de la Universidad, donde se involucren factores biológicos y físicos, que se estén afectando por los cambios y fenómenos climáticos extremos de clima. ▪ Actualización o Implementación de acciones que den respuesta positiva con evidencia documental a los interrogantes que manifiesta el formato GTH04-01-PL-15 A14, del análisis de vulnerabilidad físicos, como la identificación de puntos críticos del sistema de drenaje pluvial, implementación de recomendaciones resultantes de las visitas de la secretaría de salud, inspección de control internos de los funcionarios de las cocinas y establecer el Plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS). ▪ En la Propuesta del Sistema de Gestión Ambiental para la UNAB, se plantea el control integrado de plagas y vectores específicos, implementado prácticas de saneamiento ambiental descritas en la resolución 2674 de 2013 y 1675 de 2012. Se sugiere revisar y ampliar el alcance del plan de control de plagas de la UNAB. ▪ Reducir el impacto potencial que la operación del campus el Jardín genera sobre la Quebrada la iglesia, una fuente hídrica que conecta a Bucaramanga y Girón y que pasa por la zona baja de este campus. Se sugiere adelantar algunas acciones más frecuentes sobre protección, conservación, mitigación, conexión y restauración ecológica. ▪ Reducción de los riesgos de incendios forestales en los campus de la Universidad y la Finca la Orozco promoviendo una mayor recolección de residuos vegetales en la época seca y prevenir la disposición de residuos con potencial incendiario (vidrios, papeles, plásticos, colillas, etc.) ▪ Actualización del inventario forestal de los campus UNAB, especialmente el del Jardín, para enfocar el manejo de los árboles, sus podas oportunas, el uso adecuado de los suelos y evitar el ataque intempestivo de potenciales plagas y eventos de deslizamiento de tierras. 	
Indicadores	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento de los recursos asignados a la implementación de medidas de gestión del riesgo. ▪ Aumento de los programas y acciones de conservación, restauración de áreas verdes y terrenos de los campus. ▪ Cumplimiento de los controles físicos de plagas. ▪ Cumplimiento de criterios análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo según ARL. 	
Responsable Principal	Responsable Secundario
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alta dirección universitaria. ▪ Infraestructura y mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Centro ε-BiO / UNAB Ambiental. ▪ Salud ocupacional y seguridad en el trabajo

6.5.10. Programa de Soluciones basadas en la naturaleza

Objetivo	
Potenciar el valor intrínseco de la fauna y flora con la que cuenta los campus universitarios de la UNAB para el mantenimiento del equilibrio de flujo natural ecosistémico y el control de factores de cambio climático.	
Estrategias y/o acciones propuestas	
<p>Establecer según Inventarios forestales la capacidad de sumideros de carbono de los campus UNAB, como posible medida de compensación de huella de carbono.</p> <p>Desarrollar soluciones de sostenibilidad basadas en la biodiversidad de los campus UNAB, dentro de los que se manifiesta como prioritarios los siguientes: Plan de manejo ambiental del AREA DE VIDA “finca la OROZCO”, y la articulación del CAP UNAB con el PRAE del Instituto caldas, este último altamente inspirado en el uso de la biodiversidad y las soluciones basadas en la naturaleza (mariposario, compostaje con los residuos de podas, huertas biológicas, jardines verticales, entre otros).</p> <p>Incorporación de estrategias para el mantenimiento de la fauna que habita en los cerros orientales de la ciudad y potenciación de su valor ecosistémico.</p> <p>Evaluar la posibilidad de implementar edificios verdes que eventualmente puedan optar por la certificación Leadership in Energy and Envirometal Design (LEED) en Colombia¹³⁰.</p>	
Indicadores	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estimativo del potencial de sumideros naturales de carbono de los campus UNAB y su conservación y posible mejora. ▪ Proyectos o acciones puntuales basadas en la naturaleza que sean implementados 	
Responsable Principal	Responsable Secundario
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alta dirección universitaria. ▪ Infraestructura y mantenimiento. ▪ Instituto Caldas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Centro ε-BiO / UNAB Ambiental. ▪ Mesa de Sostenibilidad.

¹³⁰ ISMD. (2023). *ISMD Ingeniería Sostenible*. Obtenido de Certificación LEED: En Colombia es una práctica que llegó para quedarse: <https://www.ismd.com.co/blog-certificacion-leed-colombia#:~:text=LEED%20garantiza%20un%20ahorro%20en,salud%20humana%20y%20el%20ambiente.>

6.5.11. Programa de voluntariado y cooperación ambiental (Horizonte 2025)

Objetivo	
Fortalecer el esquema de responsabilidad social con la incorporación de la sostenibilidad y cambio climático dentro el relacionamiento de la infraestructura académica y física con su entorno.	
Estrategias y/o acciones propuestas	
Las áreas de transformación social y bienestar universitario, en alianza con el componente UNAB-Ambiental del Centro ε-BiO, el Consejo Superior Estudiantil (CSE) y el Instituto Caldas, deben proponer una estrategia que convoque una mayor vinculación y participación del estudiantado en el cuidado ambiental de la institución, en la protección de la fauna y flora que rodea o hace parte de los campus la UNAB, y en los proyectos que se deriven de cada uno de los programas que aquí se plantean para la operación del CAP.	
Indicadores	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ N° de voluntarios implicados/total de la comunidad universitaria ▪ N° de proyectos de voluntariado disponibles resultantes de la cooperación entre las áreas mencionadas. ▪ Incremento en el número de horas de bienestar certificadas por la participación en actividades de voluntariado y cooperación ambiental. 	
Responsable Principal	Responsable Secundario
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transformación Social ▪ Bienestar universitario ▪ Instituto Caldas ▪ CSE 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Centro ε-BiO / UNAB Ambiental.

6.5.12. Estrategia de comunicación para la Sostenibilidad Ambiental (Horizonte 2025)

Objetivo del programa	
Aumentar la visibilización efectiva, tanto interna como externa de los esfuerzos institucionales por preservar el ecosistema natural local y contribuir en la lucha contra el cambio climático.	
Estrategias y/o acciones propuestas	
<p>Es un hecho comprobado, de que el compromiso institucional y las acciones emprendidas en materia de sostenibilidad y lucha contra el cambio climático, deben hacerse visibles ante el público general, en los canales oficiales con que cuenta la institución, particularmente en su sitio web, para que estos sean adecuadamente valorados por los rankings en sostenibilidad como el Greenmetric y el componente de sostenibilidad del ranking QS, donde cada vez se aspira a tener un mejor desempeño; por lo tanto se debe avanzar en la creación del sitio o la página de sostenibilidad Ambiental UNAB, con la siguiente propuesta de contenido básico:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Somos CAP: Política de sostenibilidad y unidad de coordinación. ✓ Huella de carbono e indicadores ambientales (Resultados en Ranking Green Metric) ✓ Enfoques estratégicos y sus programas de acción ✓ Investigación y formación para la sostenibilidad ✓ UNAB Sostenible: Eventos, campañas y noticias. 	
Indicadores	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Creación de la Página web para la “Sostenibilidad Ambiental” ✓ Incremento de la puntuación en los rankings de sostenibilidad atribuido al sitio web de sostenibilidad ambiental. 	
Responsable Principal	Responsable Secundario
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comunicación Organizacional ▪ Planeación y xx 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mesa de Sostenibilidad ▪ Dirección de investigaciones ▪ Proyecto ROBLE

7. ESTRATEGIA DE TRANSICIÓN HACIA LA SOSTENIBILIDAD



7. ESTRATEGIA DE TRANSICIÓN HACIA LA SOSTENIBILIDAD

El CAP de la UNAB ha sido desarrollado y presentado con el alcance de constituirse en el documento maestro para direccionar la acción climática de la institución, y en esta elaboración ha sido dotado con atributos importantes, para que pueda ser flexible y fácilmente adaptable en una posterior transición donde exprese un enfoque de sostenibilidad más amplio.

Como parte de este propósito, es necesario analizar los nuevos retos que comienza a afrontar la institución, cuando de evaluar su desempeño ambiental y al compararlo con otras IES se trata, tanto en el ámbito nacional como internacional. Especialmente, el caso de la aplicación a los rankings de sostenibilidad y de calidad de IES, están siendo tomados como referentes principales y determinadores, por parte de potenciales estudiantes, padres de familia, posibles financiadores, empleadores, organizaciones del estado, organismos de cooperación, OGN, entre otros, para orientar su escogencia y modos de relacionamiento con IES y en particular el “desempeño ambiental”, es un motivador y factor esencial para evaluar la oferta de valor de estas instituciones.

En este sentido, la presente sección ha sido reservada para elaborar un análisis detallado de las expectativas de participación de la institución en tres mediciones, a saber: i) ranking de sostenibilidad ambiental “GreenMetric”; ii) componente de sostenibilidad del ranking QS y iii) reporte de información sobre medio ambiente, cambio climático y sostenibilidad a los Ministerios de Educación y Ambiente.

El objeto de este análisis va más allá de la identificación de potenciales fortalezas y posibles debilidades al momento de medir el desempeño de la institución en cada caso, y por consiguiente, también se busca establecer, que elementos o aspectos de sostenibilidad ampliada, tanto en lo ambiental como en lo social, se incluyen en estas mediciones; esto con el fin, de direccionar el mejoramiento continuo del CAP, para que este instrumento pueda atender estas y otras mediciones similares de la manera más eficiente posible y al mismo tiempo, orientar su evolución hacia un plan de sostenibilidad en sentido pleno.

7.1. Participación en el Ranking GreenMetric

Posiblemente el principal ranking de valoración de sostenibilidad ambiental para IES a nivel internacional, es el denominado “GreenMetric”¹³¹, el cual concentra su enfoque en principios-criterio relacionados directa o indirectamente con aspectos o factores de cambio climático, pero algunos de estos permiten un primer abordaje a otras áreas de actuación o relacionamiento ambiental por parte de las IES.

Este ranking evalúa seis Principios-Criterio de desempeño ambiental, el principal, es directamente referido como “Energía y Cambio climático”. Este indicador, así como los otros, a saber, “Entorno Físico e Infraestructura”, “Gestión de Residuos”, “Transporte”, “Uso y Gestión del agua” y “Educación Ambiental”, reciben contribuciones de varios ítems que son evaluados mediante preguntas o cuestionarios, que permiten identificar como estos refuerzan en buena medida, directa o indirectamente, la valoración del componente climático (ver Tabla 16).

¹³¹ Universitas Indonesia. (2023). *Guideline UI GreenMetric World University Rankings 2023 "Innovation, Impacts and Future Direction of Sustainable Universities"*. Indonesia: Universitas Indonesia.

Tabla 16. Estructura del ranking GreenMetric y su enfoque en relación a la acción climática.

Principio-criterio ambiental	No. Ítems o sub-indicadores evaluados	Total, de preguntas para evaluar el principio criterio	% de afinidad o de ítems que refuerzan el componente climático
Energía y Cambio Climático	10	14	100 %
Entorno e Infraestructura	11	24	37 %
Gestión de Residuos (orgánicos, inorgánicos, peligrosos, aguas residuales...)	6	6	90 %
Uso y Gestión del Agua	5	5	90 %
Transporte	8	17	75 %
Educación Ambiental	11	16	91 %
TOTALES →	51	82	78.4%

Al correlacionar los principios-criterio del ranking GreenMetric, con los programas propuestos para estructurar el CAP-UNAB presentados en la sección precedente, se observa que estos últimos, tienen todos su imagen correspondiente en alguno de los principios-criterio del ranking y otros programas del CAP están embebidos en algún ítem albergado por un principio-criterio de GreenMetric, es el caso de los programas de “comunicación para la sostenibilidad ambiental” y el de “Formación Ambiental”, que tienen sus contrapartes en algunos ítems del principio-criterio “Educación Ambiental”.

Esta similitud tanto en enfoque como en agrupación de aspectos ambientales, entre el GreenMetric y el CAP, indica que tomar como referencia al ranking para ir fortaleciendo al CAP y diversificándolo en la valoración de indicadores distintos al de huella de carbono, es una iniciativa no solo válida, sino práctica y coherente para preparar gradualmente el CAP hacia una versión más amplia en sostenibilidad integral y también, para que el CAP provea una herramienta más robusta que permita a la universidad una mejor presencia en los rankings de medio ambiente y sostenibilidad.

Es importante señalar que tomar la referencia de GreenMetric para desarrollar el CAP-UNAB, también es importante para incorporar métricas para ciertos indicadores, que, si bien no son totalmente estrictas en su fundamento científico y todavía son objeto de debate y mejora, si ofrecen una ruta práctica y con una aceptación relativa por parte de la comunidad de IES que participan en este ranking (e.g. Movilidad y Transporte). Igualmente, la agrupación de principios-criterio que utiliza GreenMetric en su metodología, ofrece una alternativa para identificar áreas de mejora, sin incurrir en una discriminación en extremo detallada de factores de impacto, que puede dificultar la implementación de programas o acciones coordinadas para un propósito común.

La UNAB actualmente se encuentra vinculada con este ranking, a través de la gestión realizada por el Centro de Investigación en Bioeconomía Circular (ϵ -BiO) /UNAB Ambiental, que permitió la primera participación de la institución en esta evaluación a finales de 2023. El resultado obtenido por la institución fue el lugar 928 a nivel mundial entre 1083 IES, el puesto 114 a nivel latinoamericano entre 125 IES de la región y el puesto 43 entre 45 IES colombianas; así mismo en el grupo de universidades de talla media (5000 a 15000 estudiantes), logró la plaza 350 entre 436 IES del mundo, clasificadas en esta subcategoría del GreenMetric, según se resume en la Tabla 17.

Tabla 17. Resultados comparativos de la primera participación de la UNAB en GreenMetric

Principio-Criterio Ambiental	Máximo Posible	Puntaje UNAB	Mejor entre IES del Mundo	Mejor IES del Mundo Subgrupo Media talla*	Mejor IES colombiana
Energía y Cambio Climático	2100	775	1975 (Libera Università Internazionale degli Studi Sociali "Guido Carli" – Italia)	1975 (Libera Università Internazionale degli Studi Sociali "Guido Carli" – Italia)	1950 (UAO)
Entorno e Infraestructura	1500	690	1500 (Univ. Autónoma de Yucatán – México)	1475 (National Pingtung University of Science & Technology – Taiwan)	1400 (UDES)
Gestión de Residuos (orgánicos, inorgánicos, peligrosos, aguas residuales...)	1800	450	1800 (Carleton University – Canadá, empatada con 45 IES)	1800 (Wageningen Univ. – Holanda)	1800 (Univ. de Caldas y UNINORTE)
Uso y Gestión del Agua	1000	400	1000 (Wageningen Univ. – Holanda, empatada con 35 IES)	1000 (Wageningen Univ. – Holanda)	1000 (Univ. del Rosario, UNAL Bogotá, Univ. del Bosque, UNINORTE, UDCA)
Transporte	1800	1085	1800 (Univ. Leiden y Groningen – Holanda y Univ. Bolonia - Italia)	1750 (Wageningen Univ. – Holanda)	1725 (Univ. del Rosario)
Educación Ambiental	1800	685	1800 (Nottingham Trent University – UK, empatada con 24 IES)	1975 (Libera Università Internazionale degli Studi Sociali "Guido Carli" – Italia, empatada con 4 IES)	1750 (ICESI)
Puntaje Total →	10000	4085	9500 (Wageningen Univ. – Holanda, empatada con 35 IES)	9500 (Wageningen Univ. – Holanda)	8835 (Univ. del Rosario)

Estos resultados son acordes a lo esperado en un análisis previo a la participación, donde más allá de la expectativa optimista, el equipo de trabajo del Centro ε -BiO había establecido una valoración de la capacidad de respuesta de la institución al ranking, en razón al instrumento metodológico de evaluación, que como se indicó en la Tabla 16 está compuesto por 82 preguntas que alimentan 6 principio-criterio o macro indicadores de sostenibilidad ambiental, expresando que:

- 1) Era posible dar respuesta inmediata (satisfactoria o no / con buen desempeño en el indicador o no) al 54.9% de las preguntas; todas posibles al estado de desarrollo del CAP para octubre de 2023. Donde, el 40% de esta fracción de respuestas, corresponde a: i) respuestas de "NO" se dispone en la actualidad de la información o de una métrica para el indicador requerido; ii) casos, donde sería conveniente tener una directriz de la alta dirección, para tomar las acciones que permitan dar una respuesta, sea informativa, declaratoria o cuantitativa (e. g. puede el CAP elevarse a la categoría de política de sostenibilidad ambiental

a la institución y desde allí direccionar formalmente los programas de gestión del agua, transporte y eficiencia energética?, puede incorporarse como parte de esta política, la publicación permanente de un sitio de sostenibilidad ambiental dentro del sitio web de la institución, con la posibilidad de dar acceso a las proyecciones de huella de carbono institucional, con la interfase de visualización de HC_{TOOLS}?)

- 2) Era posible dar respuesta en un tiempo relativamente corto (3 a 4 meses) - (satisfactoria o no / con buen desempeño en el indicador o no) a un 29.3% adicional de las preguntas y para ello se requiere seguir avanzando en la implementación del CAP y en su formalización progresiva como directriz ambiental institucional, necesariamente en su implementación y aspectos operativos.
- 3) Sería posible respuesta al 14.9% de las preguntas restantes, mediante acciones de mayor plazo y dedicación de recursos, sea para realizar mediciones, implementar estudios, planes o acciones ambientales muy específicas. Este porcentaje se concentra en preguntas que requieren soportes o evidencias (e. g. gestión del agua en los campus, política de movilidad, etc.)

Ante la congruencia de los resultados obtenidos y el análisis de la expectativa de participación previa, sin duda queda en evidencia que se puede lograr una mejora substancial en próximas participaciones, en la medida que pueda aportarse mayor evidencia de soporte para puntuación en el principal principio-criterio del ranking “Energía/cambio climático”, que puede ser mejor evaluado si la “visibilidad web” de la herramienta huella de carbono y del CAP como documento, adquiere el carácter de política de sostenibilidad ambiental institucional y que además tiene el potencial para jalonar puntos adicionales en los otros indicadores, especialmente “Gestión de residuos” y “Usos y gestión del agua”.

No obstante, el criterio de “Educación ambiental” se presenta crítico para lograr una puntuación más alta en el ranking, por cuanto este, además de ser un punto bajo, no es uno de fácil mejoría en el corto plazo en la UNAB, debido a la falta de una oferta académica específica y un mayor número de programas, carreras y cursos (formales y no) de índole ambiental, lo que además se refleja en una baja inversión e investigación en este frente. Por esta razón, el “programa de formación ambiental” incorporado en el CAP, es crucial en sus inicios, ya que con ciertas acciones en formación profesoral, apoyo a la formulación de líneas de sostenibilidad en algunos programas de pregrado (menores), y el apoyo a cursos de educación continua solicitados por las unidades académicas, se espera mantener un puntaje básico en este apartado y alguna mejora marginal, en tanto avanzan los proyectos de formulación de carreras de pregrado con enfoque ambiental en la institución (e. g. posible oferta de pregrados en ecología, educación ambiental, etc.), y mientras, los procesos de investigación conexos al Doctorado en Sostenibilidad, aumentan y se consolidan.

7.2. Aplicación al componente de sostenibilidad del Ranking QS

La UNAB desde hace algunos años ha aplicado al Ranking QS, el cual es desarrollado y gestionado por la compañía Quacquarelli Symonds, especializada en análisis de servicios de educación superior¹³², con el fin de comparar la oferta de valor de las universidades e IES a nivel internacional y guiar a los estudiantes, empresas y demás grupos de interés, en la toma de decisiones con respecto a su relacionamiento estratégico con la academia, en los diferentes aspectos del quehacer propio de este tipo de instituciones.

Este Ranking es considerado uno de los tres más influyentes de su tipo y utiliza una metodología que evalúa las características de las IES y su relación con la calidad de su oferta de valor; entre otras, prestaciones analiza la percepción de los empleadores con respecto a los egresados, la producción investigativa y diferentes cualidades de la oferta académica.

¹³² QS. (2023). *Clasificaciones QS de Universidades Mundiales*. Obtenido de <https://www.qs.com/rankings-performance/>

En la edición de 2023, la UNAB se clasificó en la posición 192 en la región Latinoamérica-Caribe entre 430 instituciones, mejorando su habitual ubicación entre el puesto 200 y 300. En la edición 2024, el ranking incorporará tres métricas adicionales: Sostenibilidad, resultados de sus egresados en materia de Empleo y algunos nuevos aspectos en materia de “networking” investigativo y la UNAB también espera ser participe en estos ítems.

Ante estos nuevos desafíos y de manera particular en lo correspondiente al componente de sostenibilidad, se ha realizado un ejercicio preliminar, para entender la manera más eficiente y apropiada para abordar este aspecto de la nueva “metodología QS”. En dicho sentido, se debe explicar que el componente de sostenibilidad de la metodología QS, no solo se concentra en lo ambiental, sino que este incluye una valoración sobre como las IES interpretan y participan en temas sociales y de gobernanza. Sin embargo, el componente ambiental y dentro de este el de acción climática, siguen siendo fundamentales, lo que de alguna manera indica que esta metodología es más cercana a un enfoque CAP de tránsito hacia un SAP, que a una visión cerrada de carbono-neutralidad.

En el ejercicio exploratorio de posible participación en este componente del ranking, al cual se ha hecho mención, el equipo de trabajo del Centro ϵ -BiO encuentra posible dar respuesta positiva (respuestas exactas y aproximaciones cercanas) al cuestionario de sostenibilidad, en sus preguntas generales, aspectos de impacto ambiental, consumo energético y consumo de agua, en cerca del 77% y con el perfeccionamiento y consolidación del CAP, sería posible ampliar esta proyección.

Por otra parte, y de forma complementaria, se ha indagado sobre las IES colombianas que ya hicieron una primera aplicación al componente de sostenibilidad del ranking QS, encontrando que solo 12 IES lo hicieron. De este grupo de IES colombianas, 10 también aplican en GreenMetric, pero su ubicación relativa en ambos rankings no sigue el mismo patrón de resultados; así, por ejemplo, la Universidad de los Andes que en GreenMetric es apenas el puesto 10 entre las IES colombianas, en el ranking de sostenibilidad de QS es la primera de las nuestras y la Universidad del Norte pasa del puesto 11 en GreenMetric al cuarto en el de sostenibilidad QS. Esto es un indicativo claro de que la forma como ambas organizaciones recaudan la evidencia y como asignan puntaje en sus metodologías es diferente, pero el CAP como instrumento, parece ofrecer una versatilidad y adaptabilidad para ir mejorando el posicionamiento de la UNAB en ambos casos.

7.3. Reporte de información sobre medio ambiente, cambio climático y sostenibilidad a los Ministerios de Educación y Ambiente.

El Ministerio de Educación Nacional bajo los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia potencia mundial de la vida”, diseñó dos encuestas para evidenciar el aporte de las IES en la acción climática y la educación ambiental, en los enfoques de mitigación y adaptación¹³³, posiblemente por el ánimo de avanzar en el compromiso del país, de fortalecer la oferta educativa en materia de cambio climático y sostenibilidad, declarado en la NDC¹³⁴.

La UNAB, ha respondido de acuerdo con su capacidad a más de 35 preguntas, de las cuales 26 tienen relación con la gestión que realiza el Centro ϵ -BiO/UNAB Ambiental y en algunos casos con la disponibilidad de oferta de educación ambiental, para la sostenibilidad y el cambio climático en la universidad, tanto de programas formales como no formales, incluyendo cursos, diplomados, investigaciones, entre otras formas de apropiar y divulgar el conocimiento en estos temas. Dentro de los aspectos específicos, que considera esta encuesta se destacan:

- Implementación de la Política Nacional de Educación Ambiental (PNEA) y cambio climático dentro del Proyecto Educativo Universitario (PEU-PEI).

¹³³ Minieducación. (2023). *Encuentada identificación de acciones en adaptación y mitigación frente al cambio climático en las Instituciones de Educación Superior*. Obtenido de <https://encuestas.mineducacion.gov.co/index.php/547264?lang=es>

¹³⁴ Gobierno-de-Colombia 2019 Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC), p. 112, Bogotá.

- Registros calificados y cursos catedráticos que se relaciona con PNEA y cambio climático.
- Educación continua en temas relacionados en la PNEA y el cambio climático.
- Formación docente en temas de concordancia con la PNEA y cambio climático.
- Alianzas o proyectos con entidades locales de articulación con PNEA.
- Participación en procesos de riesgos de desastres del municipio.
- Participación en redes de instituciones de educación superior en áreas ambientales.
- Diseño de estrategias de educación ambiental.
- Grupos de investigación asociados al PNEA.
- Centro de pensamiento articulador de la PNEA.
- Productos tangibles que fomenten la PNEA.
- Promoción de prácticas de gestión ambiental.

Como se observa, esta encuesta también refuerza la necesidad de aumentar la formación ambiental y para la sostenibilidad en la institución y por ende, contribuye a enfatizar la importancia y prioridad que debe tener el programa de “Formación ambiental” del CAP, como también se pone en evidencia en las metodologías de GreenMetric y de sostenibilidad del ranking QS.

8. SÍNTESIS Y PROYECCIÓN DEL CAP-UNAB



8. SÍNTESIS Y PROYECCIÓN DEL CAP-UNAB

La participación de las IES en la acción climática como principio base de sostenibilidad y la inclusión gradual de otros indicadores ambientales, al igual que de nuevos compromisos de responsabilidad social, han venido transformado las declaratorias misionales de estas instituciones y la orientación de su enfoque, acudiendo al compromiso y capacidad propias de las organizaciones y comunidades de carácter académico y científico, para convocar y orientar desde lo moral y lo pertinente, los esfuerzos de la sociedad para revertir el actual modelo de desarrollo, hacia uno más sostenible y equitativo para todos los ciudadanos.

Con la formulación del Plan de acción climática o CAP, la UNAB se incorpora a una comunidad de IES, que hacen parte activa de la lucha contra el cambio climático, pero también expresa su interés en intervenir de manera más integral, en distintos aspectos de la sostenibilidad y dado que este CAP puede considerarse una herramienta de punto medio, la institución cuenta a partir de ahora con una capacidad de respuesta básica, a los más inmediatos requerimientos de carbono-neutralidad, pero también dispone de una ruta de tránsito, hacia un modelo de sostenibilidad más completo, que debería ser logrado en un escenario de 5 a 7 años.

Sustentado en una revisión sólida del estado del arte, que ha permitido perfilar su orientación y estructura, este CAP se convierte en referente y modelo, debido a su riguroso sustento investigativo y la alta capacidad de adaptación a los desafíos siempre cambiantes de la sostenibilidad, iniciando con una visión ambiental incluyente y fortalecida en aspectos adicionales a la acción climática. Bajo estas consideraciones y más que a manera de conclusiones, la síntesis de este documento puede darse en virtud del potencial que muestra el CAP como instrumento metodológico, para:

- Responder a los requerimientos estatales hacia las IES con respecto a la acción climática, especialmente:
i) Medición, reducción y compensación de la huella de carbono institucional (Programa de Carbono-neutralidad, MinAmbiente) y ii) fortalecimiento de oferta educativa en temas de cambio climático y sostenibilidad, (MinAmbiente, MinEducación y DNP).
- Posicionar la oferta de valor institucional a través de su compromiso ambiental y con los temas de desarrollo sostenible, en escenarios de alta visibilidad y reconocimiento, que además son propicios para el “networking” académico e investigativo en este frente, como lo son los rankings GreenMetric y QS.
- Fortalecer el relacionamiento con los grupos de interés externos, mediante la identificación y presentación de un portafolio de capacidades, apropiado para apalancar más acciones conjuntas y de mayor impacto, con empresas, instituciones del estado, cooperantes y comunidades, en proyectos ambientales, especialmente a nivel regional.

Finalmente, y dado que el CAP asimila el SGA y las demás acciones ambientales de la institución, se pone a consideración de alta dirección, que este instrumento sea llevado al nivel de política ambiental institucional; un paso necesario para potencializar toda acción y toda respuesta en los tres frentes antes mencionados, en los que se espera desafíos cada vez demandantes, promotores de nuevos modos de relacionamiento con los grupos de interés y el entorno, que serán determinantes de la percepción integral sobre la oferta de valor de la Universidad.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, M.R., Friedlingstein, P., Girardin, C.A.J., Jenkins, S., Malhi, Y., Mitchell-Larson, E., Peters, G.P. and Rajamani, L. 2022. Net Zero: Science, Origins, and Implications. *Annual Review of Environment and Resources* 47, 849-887.
- Awuzie, B. and Emuze, F. 2017. Promoting sustainable development implementation in higher education Universities in South Africa. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 18(7), 1176-1190.
- Barragan, J. (2013). Estimación de la huella de carbono productiva durante el año 2013 en la Universidad Nueva Granada, sede calle 100. Bogota: Universidad Militar Nueva Granada.
- Barron, A.R., Domeshek, M., Metz, L.E., Draucker, L.C. and Strong, A.L. 2021. Carbon neutrality should not be the end goal: Lessons for institutional climate action from US higher education. *One Earth* 4(9), 1248-1258.
- Bautista-Puig, N. and Sanz-Casado, E. 2021. Sustainability practices in Spanish higher education institutions: An overview of status and implementation. *Journal of Cleaner Production* 295.
- Bedoya-Dorado, C., Murillo-Vargas, G. and Gonzalez-Campo, C.H. 2022. Sustainability in the mission and vision statements of Colombian Universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 23(1), 67-86.
- Cabezas, J., & Chavarro, M. (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. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1883 .
- Cano, N., Berrio, L., Carvajal, E. and Arango, S. 2023. Assessing the carbon footprint of a Colombian University Campus using the UNE-ISO 14064-1 and WRI/WBCSD GHG Protocol Corporate Standard. *Environmental Science and Pollution Research* 30(2), 3980-3996.
- CEPAL. (2005). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Cifci, E. and Oliver, M.E. 2018. Reassessing the Links between GHG Emissions, Economic Growth, and the UNFCCC: A Difference-in-Differences Approach. *Sustainability* 10(2).
- Colding, J. and Barthel, S. 2017. The Role of University Campuses in Reconnecting Humans to the Biosphere. *Sustainability* 9(12).
- Cook, J., Nuccitelli, D., Green, S.A., Richardson, M., Winkler, B., Painting, R., Way, R., Jacobs, P. and Skuce, A. 2013. Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. *Environmental Research Letters* 8(2), 024024.
- Da Silva, L.A., Dutra, A.R.D. and Guerra, J. 2023. Decarbonization in Higher Education Institutions as a Way to Achieve a Green Campus: A Literature Review. *Sustainability* 15(5).

- De la Poza, E., Merello, P., Barberá, A. and Celani, A. 2021. Universities' Reporting on SDGs: Using THE Impact Rankings to Model and Measure Their Contribution to Sustainability. *Sustainability* 13(4).
- Dixson-Declève, S., Gaffney, O., Ghosh, J., Randers, J., Rockström, J. and Stoknes, P.S. (2022) *Earth 4All: A survival guide for humanity*, New Society Publishers & Club de Rome.
- EEA 2006 How much bioenergy can Europe produce without harming the environment? Report No 7/2006, p. 70, European Environment Agency.
- Findler, F., Schönherr, N., Lozano, R., Reider, D. and Martinuzzi, A. 2019. The impacts of higher education institutions on sustainable development A review and conceptualization. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 20(1), 23-38.
- Franco, I., Saito, O., Vaughter, P., Whereat, J., Kanie, N. and Takemoto, K. 2019. Higher education for sustainable development: actioning the global goals in policy, curriculum and practice. *Sustainability Science* 14(6), 1621-1642.
- García-Arce, J.G. and Gutiérrez-Barba, B.E. 2023. Institutional philosophy and sustainable development goals: underlying linkages. *Alteridad-Revista De Educacion* 18(1), 72-84.
- Gazheli, A., van den Bergh, J. and Antal, M. 2016. How realistic is green growth? Sectoral-level carbon intensity versus productivity. *Journal of Cleaner Production* 129, 449-467.
- GHG Protocol.2014. Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte. World Business Council for Sustainable Development.
- Gobierno-de-Colombia 2019 Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC), p. 112, Bogotá.
- Guereca, L.P., Torres, N. and Noyola, A. 2013. Carbon Footprint as a basis for a cleaner research institute in Mexico. *Journal of Cleaner Production* 47, 396-403.
- Hignite, K. 2008 Practical Guide to Reducing the Campus Carbon Footprint, p. 36, APPA Leadership in educational facilities - Citado en: www.appa.org.
- IDESA, I. d. (2017). Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Bogota D.C.: Universidad Sergio Arboleda.
- IPPC. 2021. Cambio climático 2021. Resumen para responsabilidades de políticas. Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Experto sobre el Cambio Climático. PNUMA.
- ISO 14064. 2018. 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.
- Klein-Banai, C. and Theis, T.L. 2013. Quantitative analysis of factors affecting greenhouse gas emissions at institutions of higher education. *Journal of Cleaner Production* 48, 29-38.
- Manso, D., Alicia, C. and Julián, A. 2017. Inventario de gases efecto invernadero en la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (UTADEO). *mutis* 7(2), 44-58.

- Martínez-Acosta, M., Vázquez-Villegas, P., Mejía-Manzano, L.A., Soto-Inzunza, G.V., Ruiz-Aguilar, K.M., Cuellar, L.K., Caratozzolo, P. and Membrillo-Hernández, J. 2023. The implementation of SDG12 in and from higher education institutions: universities as laboratories for generating sustainable cities. *Frontiers in Sustainable Cities* 5.
- Meneses-Jácome, A. and Ruiz-Colorado, A.A. 2020. A new approach of ecologically based life cycle assessment for biological wastewater treatments focused on energy recovery goals. *Environmental Science and Pollution Research* 28(4), 4195 - 4208.
- MinAmbiente 2023 Programa Nacional de Carbono Neutralidad (Colombia), Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (República de Colombia), Website: <https://carbononeutral.minambiente.gov.co/programa-nacional-de-carbono-neutralidad/>.
- Mishra, L., Gupta, T., & Shree, D. (2020). Online teaching-learning in higher education during lockdown period of COVID-19 pandemic. *International Journal of Educational Research Open*, 1, 100012. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2020.100012>
- Nerini, F.F., Sovacool, B., Hughes, N., Cozzi, L., Cosgrave, E., Howells, M., Tavoni, M., Tomei, J., Zerriffi, H. and Milligan, B. 2019. Connecting climate action with other Sustainable Development Goals. *Nature Sustainability* 2(8), 674-680.
- Niagara-College-Canada 2020 Climate Action Plan, Niagara College of Canada, Website: <https://www.niagaracollege.ca/sustainability/projects/niagara-college-climate-action-plan/>.
- OMS. (2020). Brote de enfermedad por coronavirus (COVID-19): orientaciones para el público. Recuperado el 20 de agosto de 2020. Obtenido de <https://acortar.link/xh6JC>
- Ortiz, A., & Hostos, A. (2016). *Calculo de la huella de carbono para la facultad de artes ASAB de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Tecnología en gestión ambiental y servicios públicos.*
- Powell, J.L. 2015. Climate Scientists Virtually Unanimous: Anthropogenic Global Warming Is True. *Bulletin of Science, Technology & Society* 35(5-6), 121-124.
- QS-Quacquarelli-Symonds 2023 QS World University Rankings: Sustainability 2023, Website: <https://www.topuniversities.com/university-rankings/sustainability-rankings/2023>.
- Quevedo, A. 2018. La responsabilidad social y la huella de carbono en las organizaciones. *Revista estratégica organizacional*. 7 (2).43-49.
- Quiñonez, L. (2010). *Gestión forestal urbana como mecanismo de pactura de carbono en el campus de la Pontificia Universidad Javeriana Sede Bogotá D.C. Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana.*
- Rodríguez, M., & Martínez, C. (2018). *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de la Universidad Libre-Sede Principal. Bogotá D.C.: Universidad Libre. Facultad de Ingeniería.*
- Rojas y Chacón. 2011. *Cuantificación general de emisiones de dióxido de carbono generadas por las actividades en la universidad industrial de Santander y propuestas de mitigación. UIS.*

- Roosa, T. and Mischcn, P. 2022. Measuring the impact of organizational characteristics on the sustainability performance of US institutions of higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 23(7), 1543-1559.
- Sanches, F.E.F., Campos, M.L., Gaio, L.E. and Belli, M.M. 2022. Proposal for sustainability action archetypes for higher education institutions. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 23(4), 915-939.
- Spirovski, D., Abazi, A., Iljazi, I., Ismaili, M., Cassulo, G. and Venturin, A. 2012. Realization of a Low Emission University Campus Through the Implementation of a Climate Action Plan. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 46, 4695-4702.
- Stevenson, S., Collins, A., Jennings, N., Köberle, A., Laumann, F., Laverty, A.A., Vineis, P., Woods, J. and Gambhir, A. 2021. A hybrid approach to identifying and assessing interactions between climate action (SDG13) policies and a range of SDGs in a UK context. *Discover Sustainability* 2(1).
- Toquero, C. (2020). challenges and opportunities for higher education amid the COVID-19 pandemic: The Philippine context. *Pedagogical Research*, 5(4), 1-5.
- UNAB 2019 Plan de Desarrollo Institucional 2019-2024, UNAB, Website: https://UNAB.edu.co/plan_desarrollo/.
- UNAB 2023 Plan de desarrollo, Somos UNAB: ¿Te perdiste Diálogos con Rectoría? En tres puntos te lo resumimos, Website: <https://UNAB.edu.co/te-perdiste-dialogos-con-rectoria-en-tres-puntos-te-lo-resumimos/>.
- UNAB- Acuerdo N°106. (2020). Por el cual se aprueba el Reglamento de Compras de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. Bucaramanga.
- UNEP 2014b Greening Universities Toolkit V2.0: Transforming universities into green and sustainable campuses, p. 164, United Nations Environment Programme (UNEP).
- UNEP 2019 First in class: how schools and universities are practising what they preach on carbon emissions, United Nations Environment Programme (UNEP).
- United-Nations 2018 Sustainable Development Goals, United Nations, <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>.
- Universitas-Indonesia 2023 UI GreenMetric World University Ranking, Universitas Indonesia, Website: <https://greenmetric.ui.ac.id/about/welcome>.
- University-of-Pittsburgh 2018 Pitt Sustainability Plan, p. 28, University of Pittsburgh.
- UPB. (2019). Estimación de la huella de carbono y de IA huella hídrica de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga en el año 2018. Bucaramanga: Facultad de Ingeniería Ambiental.
- Valls-Val, K. and Bovea, M.D. 2021. Carbon footprint in Higher Education Institutions: a literature review and prospects for future research. *Clean Technologies and Environmental Policy* 23(9), 2523-2542.
- Villegas Vilchis, A., Platas Rosado, D., Gallardo-López, F., & López-Romero, G. (27 de septiembre de 2020). Análisis estructural MicMac para determinar las variables estratégicas de la agroindustria en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(6), 1325 - 1335. doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.2194>

Wageningen-University 2018 CO2-footprint WUR 2018, p. 34, Wageningen University.

Wang, Y., Liu, Y.X. and Gu, B.H. 2022. COP26: Progress, Challenges, and Outlook. *Advances in Atmospheric Sciences* 39(8), 1209-1216.

Yusoff, S., Abu Bakar, A., Fakri, M.F.R. and Ahmad, A.Z. 2021. Sustainability initiative for a Malaysian university campus: living laboratories and the reduction of greenhouse gas emissions. *Environment Development and Sustainability* 23(9), 14046-14067.

Zuluaga, M. (2019). Un campus amigable con el planeta. *Revista Universidad EAFIT- Periodismo científico*, 26-31.