

Conference Paper

Sustainability in Higher Education Institutions: Theoretical Management of the Carbon Footprint at UNESUM

Sostenibilidad en Instituciones de Educación Superior: Gestión teórica de la Huella de Carbono en la UNESUM

J Muentes*, M Alcívar, E León, and C Chata

Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), Manabí, Ecuador. 130607

ORCID

J Muentes: <https://orcid.org/0000-0002-5362-8008>

IX CONGRESO
INTERNACIONAL DE
INVESTIGACIÓN DE LA RED
ECUATORIANA DE
UNIVERSIDADES Y
ESCUELAS POLITÉCNICAS Y
IX CONGRESO
INTERNACIONAL DE
CIENCIA TECNOLOGÍA
EMPRENDIMIENTO E
INNOVACIÓN
SECTEI-ESPOCH 2022

Corresponding Author: J
Muentes; email:
josellyn.muentes@unesum.edu.ec

Published: 9 November 2023

Production and Hosting by
Knowledge E

© J Muentes et al. This article is distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](#), which permits unrestricted use and redistribution provided that the original author and source are credited.

Abstract

Higher education institutions (HEI) play a fundamental role, potentially generating positive and negative social and environmental impacts. The quantification of environmental indicators such as the carbon footprint (CF) within HEI allows for evaluation of the negative impact generated. In turn, the pertinent management of the CF permits valuing the environmental position of the HEI according to its level of resources consumption and generation of greenhouse gases (GHG) emissions. The objective of this study was to estimate the CF of the Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM) and to propose an integrating approach that affirms its environmental commitment to move toward being a sustainable campus. Several authors have identified that the activities of HEI and their infrastructure are essential points in management and sustainability. In this context, the integration of an environmental management system (EMS) and the green building initiative are two approaches with great potential for fulfilling the second stated objective.

Keywords: carbon footprint (CF), greenhouse gases (GHG), climate crisis, sustainability, mitigation.

Resumen

Las Instituciones de Educación Superior (IES) juegan un papel fundamental siendo potencialmente generadoras de impactos sociales y ambientales positivos y negativos. La cuantificación de indicadores ambientales como la Huella de Carbono (HC) dentro de las IES permite evaluar el impacto negativo generado; a su vez, la gestión pertinente de la HC admite valorar la posición medioambiental de la IES respecto a su nivel de consumo de recursos y generación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). El objetivo de este estudio fue estimar la HC de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM) y plantear un enfoque integrador que permita afirmar su compromiso medioambiental para encaminarse a ser un campus sustentable. Varios autores han identificado que las actividades de las IES y su infraestructura son puntos esenciales en la gestión y sostenibilidad. Bajo ese contexto, la integración de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) y la iniciativa de construcción ecológica son dos enfoques con un gran potencial para el cumplimiento del segundo objetivo planteado.

Palabras Clave: Huella de Carbono (HC), Gases de Efecto Invernadero (GEI), crisis climática, sostenibilidad, mitigación.

 OPEN ACCESS



1. Introducción

Dentro de la ecología humana moderna, la degradación ambiental aparenta ser la consecuencia directa más notoria de la interacción entre el ser humano y su entorno, debido a la gestión inadecuada de los recursos naturales, al consumo insostenible y el modelo económico lineal extractivista [1]. En el Ecuador, la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (2017), presentó registros de intensificación de eventos climáticos extremos donde las proyecciones muestran que se puede esperar un aumento aproximado de 2°C hasta fin de siglo, aunque, la Amazonía y Galápagos podrían tener temperaturas superiores [2]. El país, ha ratificado el Protocolo de Kioto desde su categoría “en vías de desarrollo” no obligado a la reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI); sin embargo, a nivel nacional, se establecen esfuerzos enfocados a la mitigación y adaptación de la crisis climática desde espacios públicos y privados. En referencia a lo establecido por el Acuerdo de París (2015) como tratado internacional sobre el cambio climático jurídicamente vinculante, la UNESCO reconoce la importancia de la educación para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) hasta el 2030 [3].

El concepto de sostenibilidad ambiental se entiende en el marco del término desarrollo sostenible, que fue utilizado por primera vez en el informe de la Comisión de las Naciones Unidas denominada “Brundtland”, en el año 1987; en este informe el desarrollo sostenible fue definido como “aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones”. Por su parte, el reto de educar para la sostenibilidad fue tomado por 22 Instituciones de Educación Superior (IES) en 1990 en la Cumbre de Río, Declaración de Talloires, estas cifras han ido en aumento y transformación a lo largo del tiempo con ligeras modificaciones como por ejemplo, el compromiso de promover el desarrollo sostenible, incluir el aspecto social además de la protección ambiental, evaluar los campus a partir del establecimiento de indicadores para determinar su aporte a la sostenibilidad u otros indicadores de desempeño ambiental [4]. [5] mencionan que las IES se pueden asemejar a pequeñas ciudades relacionando que cuentan con una población o comunidad universitaria, vehículos de transporte, poseen bienes y servicios consumidos, además de otras actividades. Los impactos negativos de las IES se deben, en parte, a que su funcionamiento cotidiano requiere de extracción de recursos de manera directa e indirecta; sin embargo, al encontrarse en un proceso permanente de autoorganización, tienen compromisos con la sociedad para transformar, desde sus actividades, las razones que agotan el ambiente y sostienen las desigualdades [6]. En este sentido, las IES se deben al servicio social como formadoras de futuros profesionales que pueden incidir en la toma de



decisiones y el desarrollo del país. Es por esto que, los campus deben convertirse en modelos de sostenibilidad para que las universidades desempeñen ese papel de liderazgo que les corresponde ante los desafíos planetarios actuales mediante una administración eficiente y racional de sus bienes y servicios [7].

Con base en lo anteriormente expuesto, las IES son imprescindibles para fomentar activamente la evolución del Ecuador hacia una sociedad con bajas emisiones de carbono, de manera que sus respuestas de adaptación estratégica a la crisis climática representen un aspecto crítico para la viabilidad y relevancia que tengan a largo plazo. Desde finales del año 2014, la Unidad de Investigación Ambiental (UIA) del Proyecto Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) por delegación de la Dirección de Información, Seguimiento y Evaluación (DISE), en coordinación con la Oficina del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) para América Latina y el Caribe, junto con la Alianza de Redes Iberoamericanas de Universidades por la Sustentabilidad y el Ambiente (ARIUSA), acordó trabajar en el fortalecimiento de una red interuniversitaria de investigación en torno al Cambio Climático y posteriormente en el año 2015, promover la red temática de medio ambiente como parte de la articulación con la Red de Universidades y Escuelas Politécnicas para la Investigación y el Postgrado (REDU). El formulario contó con cinco secciones: Gestión Institucional, Formación Académica, Investigación, Vinculación con la Colectividad y Gestión de Recursos con un total de 32 preguntas, donde se identificaron 28 indicadores sujetos a valoración. El Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE) actualmente Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) invitó a 25 IES de las 52 Universidades y Escuelas Politécnicas de Pregrado reconocidas por el Consejo de Educación Superior (CES) durante ese año, a participar en el diagnóstico; en la primera etapa se seleccionó una muestra que representa un 30,91% de las Universidades y Escuelas Politécnicas, aunque la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNSEUM), no formó parte del listado de IES asistentes. De las 25 Universidades convocadas para ingresar la información en el formulario, un total de 17 instituciones completaron el registro, es decir un 68%; mientras que ocho instituciones no completaron la información solicitada. Dentro del diagnóstico se expresa que *“el concepto que se busca implementar en el Ecuador desde la Autoridad Ambiental Nacional, es el de universidades responsables con el ambiente, instituciones educativas resilientes al cambio actual de los ecosistemas mundiales y que sean capaces de cuestionarse: ¿La gestión interna de la Universidad es ambientalmente responsable?, ¿Cómo la Universidad puede mitigar sus impactos negativos al ambiente?, ¿Los ámbitos universitarios de currículum, investigación, gestión y extensión son consecuentes con el cuidado del ambiente?, ¿Las universidades implementan buenas prácticas ambientales dentro de su comunidad?, entre otras”* [8].



La cuantificación de indicadores ambientales como la Huella de Carbono (HC) dentro de las IES, permite evaluar el impacto negativo generado para el posible planteamiento de políticas y medidas encaminadas a la reducción o mitigación de emisiones de GEI [9]. A su vez, la gestión pertinente de la HC admite evaluar la posición medioambiental de la IES respecto a su nivel de consumo de recursos y generación de emisiones de GEI [10]. Los objetivos de este estudio fueron estimar la HC de la UNESUM y plantear un enfoque integrador que permita afirmar su compromiso medioambiental para encaminarse a ser un campus sustentable. En ese sentido, varios autores han identificado que las actividades de las IES y su infraestructura son puntos esenciales en la gestión y sostenibilidad [11]. La integración de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) y la iniciativa de construcción ecológica como dos enfoques con un gran potencial para el cumplimiento del segundo objetivo planteado y que han sido ampliamente utilizados. Ambos enfoques se complementan el uno al otro sobrellevando sus limitaciones; puesto que, por sí mismos no pueden garantizar la sostenibilidad [12]. Por un lado, la iniciativa de construcción ecológica permite disminuir la producción de residuos y materiales peligrosos, así como promover la eficiencia en el uso de la energía y los recursos; mientras que, los SGA incluyen prácticas, procedimientos y procesos para desarrollar y mantener la política universitaria otorgando a la IES, la responsabilidad de implementar reglamentos que permitan reducir impactos ambientales [13]. Este artículo toma como referencia el enfoque de la figura 1 que da una mirada a los temas de sostenibilidad tendiendo a los campus en una línea sistemática que considera las limitaciones existentes.

2. Materiales y Métodos

2.1. Definición del área de estudio

La Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM) se encuentra ubicada en el casco urbano de la ciudad de Jipijapa, Manabí, Ecuador. Cuenta con varios campus: CECADEL PAJAN, CECADEL Santa Ana, campus Los Ángeles, campus Divino Maestro. Los dos primeros que se mencionan, se encuentran inhabilitados para funciones académicas en la actualidad, a continuación (Tabla 1) se pueden visualizar los espacios de la UNESUM y sus áreas.

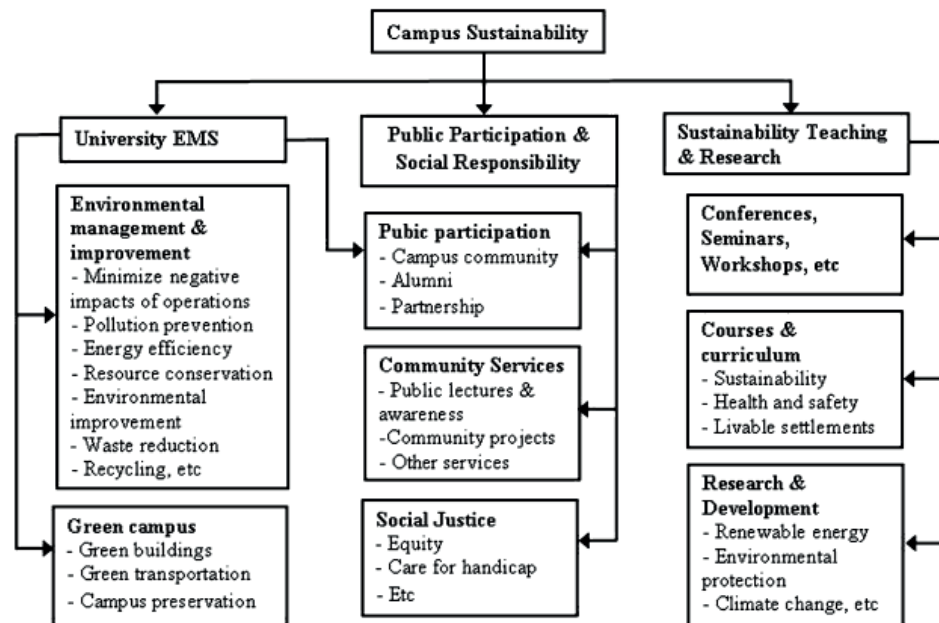


Figura 1

Marco del enfoque propuesto para lograr la sostenibilidad del campus. Fuente: [5,9].

Tabla 1

Características de área y construcción de los campus UNESUM.

Espacios de la UNESUM	Construcción (m2)	Terreno total (m2)	N° de edificios
Campus Los Ángeles	11428,28	252000,00	27
Complejo Universitario	1349,41	8487,23	5
Campus Divino Maestro	1964,12	4712,60	1

2.2. Cuantificación de emisiones de GEI

Para la cuantificación de la HC institucional se aplicó la ISO 14064-1, el *GHG Protocol* y las Directrices del IPCC (2006), inicialmente se definieron los límites organizacionales y operativos para así establecer el periodo temporal, año base, el cual fue de cinco meses de actividades. Posteriormente se identificaron las fuentes de emisión directas e indirectas más significativas dentro de los Alcance 1, 2 y 3 que corresponden a las emisiones directas, indirectas y otras emisiones indirectas respectivamente. Luego de esto, se realizó la recolección de información (Tabla 2), datos de consumo y factores de emisión.

Aunque las emisiones de los tres alcances se estiman mediante la ecuación 1, en algunos casos, esta no puede emplearse directamente. Para establecer los DA



Tabla 2

Datos de actividad y factores de emisión utilizados en la cuantificación de emisiones.

Alcances	Tipo de emisión	Fuentes de emisión	Dato de consumo	Unidades	Factores de emisión	Unidades
Alcance 1	Emisión Directa	Consumo combustible Gasolina Extra	727,2	gal	69300	kg CO ₂ /TJ
					33	kg CH ₄ /TJ
					33	kg N ₂ O/TJ
		Consumo combustible Diésel	558,4	gal	74100	kg CO ₂ /TJ
					3,9	kg CH ₄ /TJ
					3,9	kg N ₂ O/TJ
Alcance 2	Emisión Indirecta	Consumo eléctrico	208,9	MWh	0,38	tCO ₂ e/MWh
Alcance 3	Otras emisiones indirectas	Consumo agua	4189,5	m ³	0,14	(kgCO ₂ e/m ³)

del alcance 1, fue necesario realizar conversiones aplicando la densidad y el Poder Calorífico Neto (PCN) de los combustibles considerados (Tabla 3).

$$E = DA * FE(1)$$

Donde:

E: Emisiones de GEI

DA: Dato de Actividad

FE: Factor de emisión

Tabla 3

Densidad y Poder Calorífico Neto (PCN) de los combustibles.

Combustible	Densidad (kg/l)	PCN (TJ/Gg)
Diésel	0,865	41,8
Gasolina extra	0,7643	39,8

Fuente: [14].

Posteriormente, las emisiones de GEI se transformaron a la unidad estándar de la HC, es decir, ton CO₂e utilizando los Potenciales de Calentamiento Global (PCG) (Tabla 4), determinados por el IPCC y comunicados a través del *Assesment Report (AR6)* mediante la ecuación 2.

$$E_{CO_2e} = E_{GEI} * PCG_{GEI}(2)$$



Donde:

E_{CO_2e} : Emisiones de CO₂e

E_{GEI} : Emisiones de GEI

PCG_{GEI} : Potencial de Calentamiento Global

Tabla 4

Valores de Potenciales de Calentamiento Global (PCG).

GEI	PCG en 100 años (CO ₂)
Dióxido de carbono (CO ₂)	1
Metano (CH ₄)	29,8
Óxido nitroso (N ₂ O)	273

Fuente: [15].

Una vez estandarizadas las unidades, se suman para obtener las emisiones totales.

2.3. Gestión teórica de la HC

El presente estudio propone una gestión teórica de la HC a partir de los siguientes pasos:

1. Identificación de puntos críticos
2. Determinación de oportunidades de reducción
3. Creación del Plan estratégico de reducción
 - (a) Estrategias para la reducción del consumo de materiales desde las áreas (pedagógica y administrativa)
 - (b) Estrategias para la reducción del consumo energético desde las áreas (pedagógica y administrativa).
4. Establecimiento de metas de reducción
5. Establecimiento de indicadores de cumplimiento de metas de reducción

Se espera que los indicadores de cumplimiento de metas de reducción de la HC posteriormente den apertura a otros indicadores ambientales específicos que se puedan monitorear y evaluar regularmente. La conversión de indicadores de sostenibilidad tras la implementación del Sistema de Gestión Ambiental (SGA) ISO 14001 que incluya procedimientos para lograr y mantener la política ambiental universitaria y adicionalmente, otorgando el enfoque de bienestar social. Para la implementación de la ISO 14001 se proponen los siguientes puntos:



1. Estudio preliminar de los procesos institucionales que se verán inmersos en la gestión sostenible ambientalmente.
2. Creación de un listado de prioridades y oportunidades de actuación.
3. Identificación de actores de interés.
4. Conformación del comité de sostenibilidad institucional
5. Creación de Política Ambiental institucional.
6. Diseño de Manual de Buenas Prácticas Ambientales (MBPA).
7. Diseño del plan de difusión de MBPA
8. Control de indicadores ambientales establecidos
9. Ciclo Planear, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA)

Se propone establecer un Plan estratégico de reducción y la iniciativa “Cocreando sustentabilidad humana mediante la reducción de HC desde la participación estudiantil” a partir de los enfoques: educación ambiental, divulgación y comunicación ambiental, gestión de recursos y desechos.

3. Resultados y Discusión

La HC total estimada fue de 85,9 ton CO₂e, la misma que está conformada en mayor proporción por el alcance 2 con 80,1 ton CO₂e, el alcance 1 con 5,2 ton CO₂e y el alcance 3 con 0,6 ton CO₂e. Dentro del alcance 2, se establece que el mes con mayor emisión fue mayo con 19,31 tonCO₂e.

[14] mencionan que el manejo de la energía es importante para los campus universitarios, a partir de los resultados, y priorizando su significancia como posible punto crítico de reducción, se analizaron las emisiones derivadas del consumo eléctrico (Figura 2) en tres horarios: 07h -18h, 18h – 22h, 22h- 07h. Se muestra que el mayor consumo se da en el campus Los Ángeles durante el horario de 07h – 22h, es esperado ya que es el horario laboral y académico de la institución en el cual se desempeñan las principales actividades; sin embargo, las emisiones del horario 22h-07h representaron el 22% para el campus Los Ángeles y Edificio Central, a pesar de que las actividades en dicho horario están suspendidas. A su vez, durante el horario 22h-07h las emisiones del Complejo universitario representaron el 42% y son similares en proporción a las emisiones generadas por el consumo de energía eléctrica del horario 18h – 22h del Edificio Central o el Complejo universitario. Se estima que existen oportunidades de

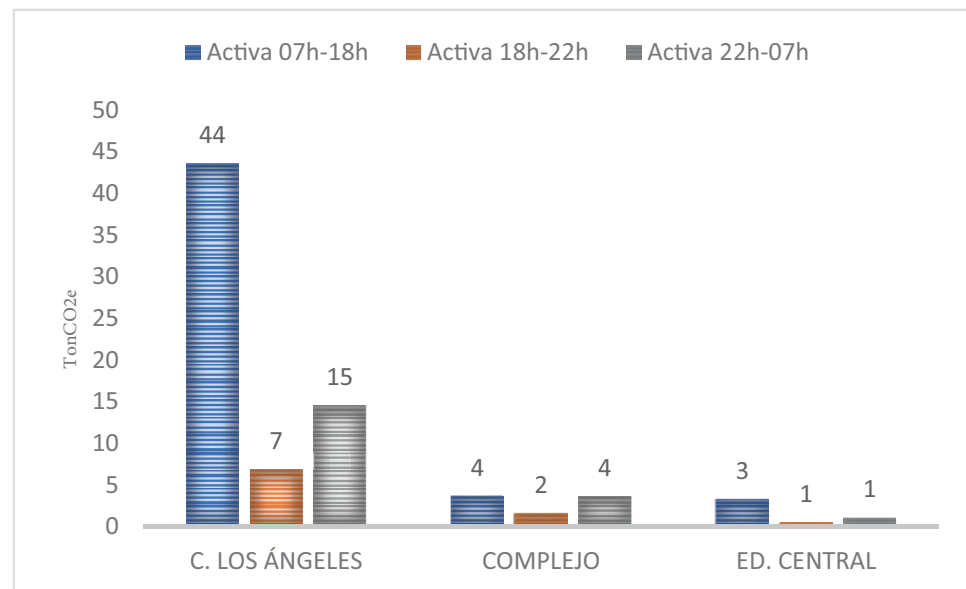


Figura 2

Análisis del consumo eléctrico UNESUM.

reducción del 16% de la HC total y el 17% del alcance 2, donde se evitarían 13,4 ton CO_2e tras lograr la disminución del 70% de las emisiones en el horario 22h-07h. Por otro lado, aunque en el presente estudio, no se consideró el desplazamiento de los estudiantes en el alcance 3, es bien sabido que las IES producen grandes cantidades de emisiones de GEI debido a la movilidad de estudiantes y personal [14]; en estudios como [4, 15, 16] donde sí se ha contemplado el transporte universitario como fuente de emisión, el alcance 3 suele ser el de mayor aporte a la HC total. Por lo anteriormente dicho, las fuentes de emisión incluidas durante la definición de límites, determinan no sólo el resultado de la HC total, sino que afectan las fuentes identificadas con mayor o menor aporte a la HC y por ende a la priorización de medidas de reducción y compensación a considerar posteriormente. Por otro lado, se debe recalcar que un año base para la HC suele ser un año calendario, por lo tanto, las comparaciones con otras huellas deben hacerse a partir de esa consideración. Desde el punto de vista de este artículo, la HC es un indicador compatible con la crisis climática así como con el Acuerdo de París, su estimación aporta especialmente al cumplimiento del ODS 13, Acción por el clima; la estimación de la HC en Universidades del Ecuador puede considerarse un paso importante ante la Educación para el Desarrollo sostenible (EDS) pues contribuye a la descarbonización y a la sostenibilidad debido a que el cambio climático causa y causará afectaciones de carácter ambiental, social y económico, es así que, tomar acciones preventivas y proactivas incrementará la capacidad de respuesta. Las IES generan resultados cualitativos y cuantitativos a través de diferentes



enfoques que requieren planificar estrategias para transformar sus prácticas y sus procesos organizacionales para impactar positivamente su entorno [16]. La política institucional de las IES propenderá a asegurar que su gestión alcance el objetivo de formar ciudadanos integrales capaces de aportar al desarrollo sostenible. Uno de los compromisos adquiridos en el XIX Foro de Ministerio de Ambiente de Latinoamérica y el Caribe organizado por el PNUMA, comprende la aplicación de un formulario de encuesta dirigido a las redes de universidades nacionales, con el fin de obtener un análisis exploratorio sobre el nivel de transversalización de la perspectiva ambiental y de sostenibilidad en diferentes universidades del Ecuador. Actualmente la Universidad Estatal del Sur de Manabí no cuenta con una Unidad de Gestión Ambiental, pero se está trabajando en la generación de una política ambiental institucional desde la carrera de Ingeniería Ambiental. Como lo indican [16] la concepción de Responsabilidad Social Universitaria (RSU), que entra en vigencia como un constructo superior a un simple enfoque de mejoramiento medioambiental y social, implica liderazgo para la construcción de una política clara, generadora de cohesión entre la administración, los procesos educativos y los impactos esperados por la sociedad, apropiados desde su modelo curricular. [17] cuestionan los modelos pedagógicos de la educación superior y plantean la necesidad de asumir la RSU como una forma de estimular el consumo responsable en los estudiantes, y de esta manera permear incluso a la sociedad.

4. Conclusiones

1. Para alcanzar la sostenibilidad institucional en la UNESUM se requiere iniciar un proceso participativo y toma de decisiones entre distintos actores a más del cálculo de la HC, sin embargo, este paso es fundamental para establecer la gestión del carbono de la IES, para lo cual, es prioritaria la participación de los alumnos como categoría con mayor magnitud dentro de la comunidad universitaria. Se requiere, además, en ese sentido, un cambio de carácter curricular, que impulse la sostenibilidad impartida desde las aulas y fomentada desde otros espacios académicos extracurriculares, de esta manera, se evitarán incongruencias entre el discurso y la práctica, partiendo de que el establecimiento de una política ambiental es el siguiente paso en el camino a la responsabilidad social universitaria de la institución.
2. Aunque la implementación de esta propuesta permitiría demostrar un grado de interés significativo de la gestión ambiental, así como aportar al contexto de IES ecuatorianas en la integración de los ODS específicamente la EDS trazando una línea de apoyo a alcanzar metas propuestas por el Acuerdo de París y



ser una sociedad resiliente con bajas emisiones de carbono. Se necesita que exista un ambiente de colaboración pro sustentabilidad desde la práctica, con acciones concretas considerando que las iniciativas de sostenibilidad institucional se clasifiquen conforme a las categorías: Eco eficiencia, Producción y consumo sostenibles, Cambio Climático, Modelos de Gestión.

References

- [1] Burgui M. Medio ambiente y calidad de vida. *Cuad Bioet.* 2008;293–317.
- [2] Melo Castillo GP. Medidas de reducción y mitigación de la huella de carbono en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador matriz Quito. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador; 2018.
- [3] Moreira L. El clima organizacional y su influencia en la productividad laboral en las Instituciones de Educación Superior (IES) públicas de la provincia de Manabí-Ecuador. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2018.
- [4] Valls K, Bovea M. Carbon footprint assessment tool for universities: CO2UNV. *Sustainable Production and Consumption.* 2021;791–804.
- [5] Alshuwaikhat H, Abubakar I. An integrated approach to achieving campus sustainability: assessment of the current campus environmental management practices. *Cleaner Production.* 2008;1777–1785.
- [6] Parrado Á, Hernán T. Universidad y sostenibilidad: una aproximación teórica para su implementación. *AD-minister.* 2015;:149–163.
- [7] Zúñiga C, Cristina B, Elizabeth A. Campus Universitarios como agente de la educación para la sostenibilidad ambiental. *Biocenosis.* 2015;25–28.
- [8] Ministerio de Ambiente, «“Diagnóstico sobre la inclusión de consideraciones ambientales y de sostenibilidad en las universidades del Ecuador – primera fase”». Quito: Unidad de Investigación Ambiental; 2016.
- [9] Castro R, Charbel C. Evaluating sustainability of an Indian university. *Cleaner Production;* 2013; 54–58.
- [10] Rodríguez R, Manzur MJ. Estimación de la Huella de Carbono 2009-2013 de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo. Guayaquil: Universidad de Especialidades Espíritu Santo; 2016.
- [11] Programa HuellaChile. Gestión de gases de efecto invernadero avanza pese a la pandemia. *Diario Financiero.* 2020 Dec;23:24–31.



- [12] Saavedra E. Huella de carbono- emisiones de GEI por uso del sistema de iluminación de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú: Tecnia; 2020. pp. 121–138.
- [13] Filimonau V, Archer D, Bellamy L, Smith N, Wintrip R. The carbon footprint of a UK University during the COVID-19 lockdown. *Science of The Total Environment*. 2020.
- [14] IPCC, «Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Capítulo 3: Combustión móvil,» 2006.
- [15] IPCC. Sixth Assessment Report. Intergovernmental Panel on Climate Change 2022.
- [16] Yoshida Y, Shimoda Y, Ohashi T. Strategies for a sustainable campus in Osaka University. *Energy and Buildings*. 2017;147:1-8. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.04.020>
- [17] Zhou X, Yan J, Panpan C. «The carbon footprint of a UK University during the COVID-19 lockdown,» *Science of the Total Environment*., 112-118, 2020.
- [18] Olarte D, Ríos L. « Enfoques y estrategias de responsabilidad social implementadas en Instituciones de Educación Superior. Una revisión sistemática de la literatura científica de los últimos 10 años.» *Revista de la Educación Superior*. 2015;3:19-40. ISSN: 0185-2760.
- [19] Barth M, Adombent M, Fischer D, Sonja R. «Learning to change universities from within: A service-learning perspective on promoting service-learning perspective on promoting.» *Journal of Cleaner Production*. 2014;62:72-81. ISSN: 09596529.
- [20] Vásquez L, Iriarte A, Almeida M, Villalobos P. «Evaluation of greenhouse gas emissions and proposals for their reduction at a university campus in Chile.» *Journal of Cleaner Production*. 2015;924-<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.073>
- [21] Valls-Val K, Bovea M. «Carbon footprint assessment tool for universities: CO2UNV.» *Sustainable Production and Consumption*. 2021;29. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.11.020>.
- [22] Fitzpatrick J, McCarthy S, Edmond B. «Sustainability insights and reflections from a personal carbon footprint study: The need for, » *Sustainable Production and Consumption*. 2015;1:34-46. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2015.05.004>