

Artículo de Investigación

Un Marco de Trabajo para Evaluar y Reportar la Sostenibilidad en Instituciones de Educación Superior

A Framework for Sustainability Evaluation and Reporting in Higher Education Institutions

Saray Galeano Ospino¹: Corporación Universitaria Adventista, Colombia.

sagaleano@unac.edu.co

Luz Marcela Restrepo Tamayo: Universidad de Medellín, Colombia.

lmrestrepo@udemedellin.edu.co

Adriana Cristina Jiménez Ortiz: Corporación Universitaria Adventista, Colombia.

ing.industrial@unac.edu.co

Dilan Sebastián Rueda Cabrera: Corporación Universitaria Adventista, Colombia.

dilans.ruedac@unac.edu.co

José David Gómez Torreglosa: Corporación Universitaria Adventista, Colombia.

josed.gomezt@unac.edu.co

Fecha de Recepción: 18/09/2025

Fecha de Aceptación: 19/10/2025

Fecha de Publicación: 24/10/2025

Cómo citar el artículo

Galeano Ospino, S., Restrepo Tamayo, L. M., Jiménez Ortiz, A. C., Rueda Cabrera, D. S. y Gómez Torreglosa, J. D. (2026). Un Marco de Trabajo para Evaluar y Reportar la Sostenibilidad en Instituciones de Educación Superior [A Framework for Sustainability Evaluation and Reporting in Higher Education Institutions]. *European Public & Social Innovation Review*, 11, 01-28. <https://doi.org/10.31637/epsir-2026-2158>

Resumen

Introducción: Este estudio aborda el interés creciente de las Instituciones de Educación Superior (IES) en medir y reportar su desempeño en sostenibilidad. Actualmente, las metodologías utilizadas presentan limitaciones en la visualización y sistematización de los datos, lo que dificulta un seguimiento de los indicadores. **Metodología:** El proyecto se desarrolló en cuatro fases: una revisión de literatura para identificar los principales indicadores sostenibles, la definición de 16 factores, el diseño tecnológico mediante Power BI,

¹ Autor Correspondiente: Saray Galeano Ospino. Corporación Universitaria Adventista (Colombia).

y finalmente, la validación de este a través de una encuesta. **Resultados:** Los resultados indicaron que el marco de trabajo facilita el seguimiento de los indicadores de sostenibilidad. Los usuarios del sistema, mediante una encuesta de satisfacción, evaluaron positivamente la plataforma. **Discusión:** En particular, se observó que los factores ambientales recibieron mayor atención en el proceso de monitoreo, mientras que los factores sociales y económicos, aunque presentes, requieren una mayor integración en estudios futuros. **Conclusiones:** el marco de trabajo propuesto constituye una herramienta eficaz para la evaluación de la sostenibilidad en IES, aunque es necesario continuar su desarrollo para lograr una cobertura más equilibrada de todas las dimensiones de la sostenibilidad y garantizar un enfoque holístico en la gestión de estos indicadores.

Palabras clave: factores; marco de trabajo; instituciones de educación superior; indicadores; sostenibilidad; evaluación de la sostenibilidad; desempeño sostenible; desarrollo sostenible.

Abstract

Introduction: This study addresses the growing interest of higher education institutions (HEIs) in measuring and reporting their sustainability performance. Currently, the methodologies used have limitations in terms of data visualization and systematization, which makes it difficult to monitor indicators. **Methodology:** The project was developed in four phases: a literature review to identify the main sustainability indicators, the definition of 16 factors, the technological design using Power BI, and finally, its validation through a survey. **Results:** The results indicated that the framework facilitates the monitoring of sustainability indicators. System users evaluated the platform positively in a satisfaction survey. **Discussions:** In particular, it was observed that environmental factors received greater attention in the monitoring process, while social and economic factors, although present, require greater integration in future studies. **Conclusions:** The proposed framework is an effective tool for assessing sustainability in HEIs, although further development is needed to achieve a more balanced coverage of all dimensions of sustainability and ensure a holistic approach to the management of these indicators.

Keywords: factors; framework; higher education institutions; indicators; sustainability; sustainability assessment; sustainable performance; sustainable development.

1. Introducción

Las IES son actores que influyen en el desarrollo de la mentalidad y los valores de la población en relación con las cuestiones de sostenibilidad a través de la educación, al mismo tiempo que desempeñan un papel importante en las transiciones sociales hacia patrones de desarrollo sostenible a través de la investigación y colaboración con actores sociales (Horan & O'regan, 2021).

Actualmente, las IES utilizan marcos de trabajo y metodologías internacionales para medir la sostenibilidad, entre las cuales se encuentran UI GreenMetrics (Hanieh y Hasan, 2023), Times Higher Education Impact Rankings (THE IR) (Nogueiro y Margarida, 2023) y *The Sustainability Tracking, Assessment & Rating System* (STARS) (Peterson *et al.*, 2023). Sin embargo, estos instrumentos evidencian debilidades relacionadas con los indicadores y métricas que utilizan, debido a que pueden ser mal interpretados y utilizados, lo que incrementa la probabilidad de doble conteo. Este aspecto, a su vez, genera una falsa clasificación y puntuación, lo que debilita la confiabilidad de las estrategias (Horan y O'regan, 2021).

Por otro lado, algunas IES miden su desempeño sostenible a través de listas de comprobación individuales de su sistema de gestión ambiental, de cuestionarios propios de sostenibilidad o en Key Performance Indicators (KPI) ambientales. Donde usualmente dichos KPI's están basados en el análisis cualitativo de la literatura de investigación previa y en entrevistas realizadas a PYME's (Adel, 2017).

Otras investigaciones señalan que las principales iniciativas de sostenibilidad llevadas a cabo por las universidades no vinculan la teoría con la práctica (Aleixo *et al.*, 2018). Este problema se deriva del hecho de que los métodos de medición actuales que utilizan las IES pueden ser limitados en su capacidad para capturar la complejidad de la sostenibilidad y, aunque son útiles para medir algunos de sus aspectos, no son suficientes para capturar espectros más cualitativos, como la cultura y la gobernanza. Además, varios estudios sugieren que es necesario identificar los valores fundamentales y la visión de una "buena universidad" sostenible (Saleh *et al.*, 2021).

Aunque hay mecanismos que permiten medir y evaluar la sostenibilidad, es evidente que las IES carecen de herramientas que faciliten la sistematización y visualización del avance en la implementación del desarrollo sostenible, lo que impide un adecuado seguimiento. La falta de sistematización y visualización impide comprender el impacto real de las estrategias y limita su potencial para promover el desarrollo sostenible (Mrzygłocka-Chojnacka & Ryńca, 2023). Por lo tanto, el uso de una herramienta de inteligencia de negocios constituye un apoyo a la implementación de actividades orientadas a mejorar el perfil de sostenibilidad de las IES.

En este sentido, el objetivo de esta investigación es presentar un marco de trabajo que permita evaluar y reportar la sostenibilidad en las IES. El desarrollo de este marco de trabajo se soporta en una metodología que comprende 4 fases. En la Fase 1 se identifican los indicadores clave que reportan estudios a través de revisión sistemática de literatura. Luego, en la Fase 2 se definen cuáles son los indicadores más relevantes y se detalla su método de medición a través de fichas. Seguidamente, en la Fase 3 se desarrolla una herramienta tecnológica de inteligencia de negocios que permite recopilar, analizar y visualizar los indicadores definidos anteriormente. Finalmente, en la Fase 4 se realiza una encuesta para evaluar la metodología y se medirá la satisfacción de dicha herramienta en una IES.

El documento está estructurado de la siguiente manera: la Sección 1 detallan los elementos de la metodología y se describe el diseño de la encuesta. En la Sección 2 se presentan los resultados, que son discutidos en la Sección 3. Finalmente, en la Sección 4 se enuncian las conclusiones y el trabajo futuro.

2. Metodología

Esta investigación se realiza en cuatro fases: Fase 1: Contexto; Fase 2: Definición de indicadores; Fase 3: Diseño Tecnológico, y Fase 4: Ejecución (Figura 1).

Figura 1.

Metodología



Fuente: Elaboración propia.

2.1. Fase 1: Contexto

En esta fase, a través de una revisión sistemática de literatura (Kitchenham, B & Charters, 2007), se identifican los indicadores que se han utilizado para medir la sostenibilidad en las IES. Además, también se identifican cuáles son los factores o criterios de dominio en los que se agrupan dichos indicadores. Se utilizó Microsoft Excel para analizar los datos extraídos de los artículos seleccionados.

2.2. Fase 2: Definición de indicadores

Los factores o criterios de dominio y los indicadores que van a ser incluidos en el marco de trabajo se seleccionan a través de un análisis de frecuencia. Luego, se realiza una consulta a expertos académicos en desarrollo sostenible que validen la selección de dichos indicadores. Finalmente, se construye la ficha técnica de cada indicador que va a ser incluido, detallando sus características y el método de medición (DANE, 2020).

2.3. Fase 3: Diseño Tecnológico

En esta fase, se selecciona la herramienta de inteligencia de negocios Microsoft Power BI (versión 2.145.1262.0 64-bit) la cual permite recopilar, visualizar y analizar los datos relacionados con el desarrollo sostenible en la IES. En esta herramienta, se diseñará el cuadro de mando (dashboard) que incluya los resultados de la ejecución de las dos primeras fases.

2.4. Fase 4: Ejecución

Finalmente, en esta fase se selecciona la institución en la cual se realizará el piloto de estudio. Seguidamente, se analiza dicha IES para conocer sus intereses en la evaluación de la sostenibilidad a través de su planeación estratégica y alinear los indicadores con el desarrollo de sus funciones básicas.

La validación de la metodología propuesta se realizará mediante una prueba piloto (Hernandez-Sampieri y Mendoza, 2018). Una Prueba Piloto sirve para crear aproximaciones reales de los proyectos de investigación antes de establecer la prueba final.

El objetivo de dicha prueba es contribuir a disminuir los posibles sesgos y errores en la obtención de los datos que pueden orientar a mejorar la metodología previamente planteada (Mayorga-ponce *et al.*, 2020). La estrategia se aplicará en una IES de Sur América donde el escenario de evaluación se plantea desde dos puntos de vistas:

- 1) describir la aplicación del marco de trabajo en una IES, y
- 2) evaluar dicho marco de trabajo propuesto desde la percepción de los participantes respecto a su satisfacción.

En este sentido, el análisis de estos dos puntos es de naturaleza descriptiva por lo que no requieren planteamiento de hipótesis.

La metodología, por su parte, ofrece una exposición exhaustiva del diseño del estudio, proporcionando detalles sobre la selección y características de la población y muestra, así como los criterios de inclusión y exclusión. Describe meticulosamente los procedimientos y materiales empleados para la recolección de datos, incluyendo cualquier instrumento o tecnología específica utilizada, y detalla los métodos de análisis de datos aplicados, desde las técnicas estadísticas hasta el software de análisis, asegurando que otros investigadores puedan replicar el estudio o evaluar su rigor metodológico.

3. Resultados y Discusión

En esta sección se presentan los resultados acordes a las fases definidas en la metodología.

3.1. Fase 1: Contexto

A partir de un mapeo sistemático de literatura, considerando publicaciones comprendidas entre 2019 y 2023, relacionado con las estrategias que utilizan las IES para reportar sus esfuerzos con respecto a la sostenibilidad, fue posible identificar las siguientes estrategias (Tabla 1):

Tabla 1.

Estrategias encontradas en la literatura.

Estrategia	Referencia
UI Green Metrics	(Cardozo <i>et al.</i> , 2020) (Hanieh y Hasan, 2023) (Alawneh <i>et al.</i> , 2021) (Puertas y Marti, 2019) (Serban <i>et al.</i> , 2020) (Matana Júnior <i>et al.</i> , 2023) (Zanellato y Tiron-Tudor, 2021) (Friman <i>et al.</i> , 2022) (Fahmy <i>et al.</i> , 2023)
THE-IR	(Nogueiro y Margarida, 2023) (Bautista-Puig <i>et al.</i> , 2022)
STARS	(Bashir <i>et al.</i> , 2023) (Peterson <i>et al.</i> , 2023)
A sustainable University: Digital Transformation and Beyond	(Mohamed Hashim <i>et al.</i> , 2022)
Developing a business intelligence tool for sustainability management	(Chalmeta y Ferrer Estevez, 2023)
Students' satisfaction and empowerment of a sustainable university campus	(Pedro <i>et al.</i> , 2023)

The LGBTQIAP+ inclusive model	(Cembranel <i>et al.</i> , 2023)
The Important Role of Universities in Enhancing Sustainability: The Case of the University of Milano-Bicocca	(Capocchi <i>et al.</i> , 2019)
Implementing a Sustainability Plan on a Small, Young Campus in Brazil	(Bizerril <i>et al.</i> , 2021)
Sustainable Assessment Tools for Higher Education Institutions: Developing Two-Hierarchy Tools for China	(Du <i>et al.</i> , 2023)

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Fase 2: Definición de indicadores

Cada una de las estrategias identificadas en la Fase 1 se apoya en factores y, cada factor a su vez se mide a través de un conjunto de indicadores. En total, se identificaron 50 factores y 551 indicadores. Sin embargo, incluir todos estos indicadores en un sistema de gestión representa una actividad demandante de tiempo, especialmente en etapas tempranas de la implementación. Por lo tanto, se seleccionaron las tres estrategias que tienen más reconocimiento en el contexto académico: UI Green Metrics (IREG Observatory, 2024), THE-IR (THE - Times Higher Education, 2024), y STARS (Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education, 2024).

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante hacer una preselección de cuáles factores, y cuáles indicadores de esos factores deben ser incluidos. De esta manera, siguiendo la metodología propuesta, se hizo una encuesta a expertos académicos en desarrollo sostenible. Dado que la población de expertos es infinita, que no se dispone de información previa para determinar el porcentaje de la población que responderá estar de acuerdo con incluir cada factor y cada indicador, entonces se asume que este porcentaje es $p = 0,5$. Con un nivel de confianza igual a 95% y un margen de error del 5%, se debería encuestar a un total de 385 expertos (ver Ecuación 1).

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \times p \times (1 - p)}{e^2} = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times (1 - 0.5)}{0.05^2} = 384.16 \cong 385$$

Ecuación 1. Tamaño de muestra ideal

El esquema de muestreo utilizado fue un esquema no probabilístico denominado muestreo por conveniencia, debido a restricciones de tiempo y costo (Tracy, 2013), además de las limitaciones de acceso a datos personales como correo electrónico o número telefónico para contactar a la cantidad de expertos de manera aleatoria. De esta manera, la encuesta se compartió a expertos conocidos externos a este proyecto, y se hizo a través de correo electrónico garantizando el resguardo de los datos personales. Lamentablemente, solo fue posible obtener respuestas por parte de 21 expertos, con los cuales, el margen de error en la estimación asciende al 21.5% (Ecuación 2).

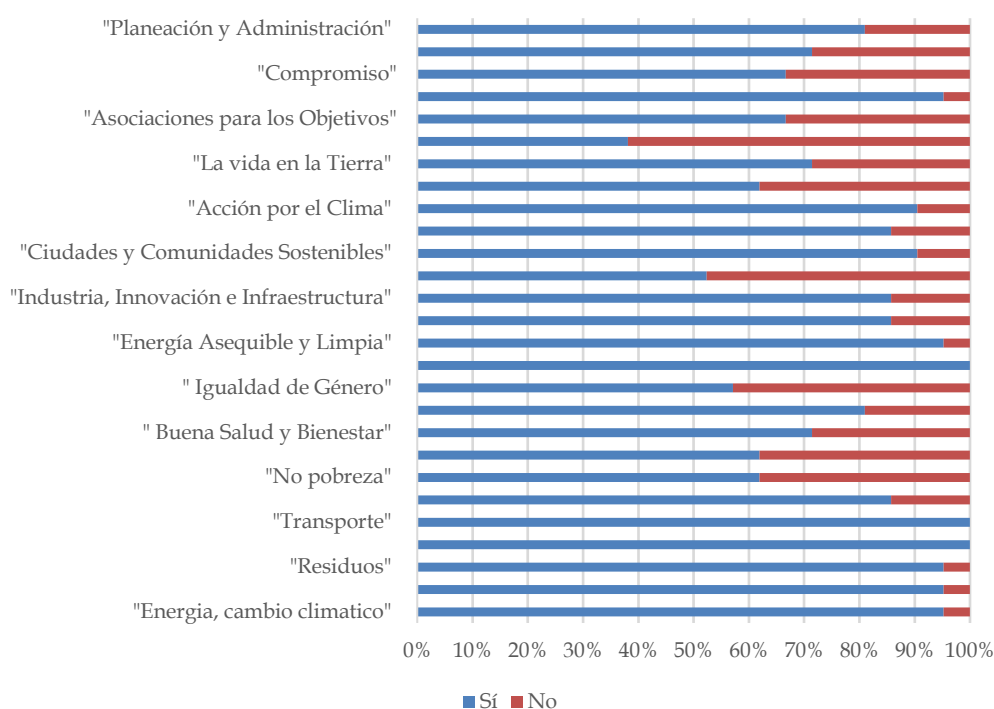
$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \times p \times (1 - p)}{e^2} = \frac{1.96^2 \times 0.5 \times (1 - 0.5)}{0.215^2} = 20.78 \cong 21$$

Ecuación 2. Tamaño de muestra real

Una vez consolidados los resultados de la encuesta, fue posible identificar que hay tres factores que los expertos coinciden completamente en que deben ser tenidos en cuenta en el sistema de gestión de la sostenibilidad de una institución de educación superior: “Agua”, “Transporte”, “Agua Potable y Saneamiento”. Por otro lado, más de la mitad de los expertos indicó que el factor “Reducción de las Desigualdades” y “Paz, Justicia e Instituciones fuertes” no es relevante en este contexto. La Figura 2 presenta el porcentaje de acuerdo, en color azul, para incluir cada uno de los 27 factores.

Figura 2.

Porcentaje de acuerdo con respecto a los factores



Fuente: Elaboración propia.

A partir de los resultados anteriores, se decidió incluir a aquellos factores cuyo porcentaje de acuerdo estuviera por encima del 80%, de esta manera, los factores seleccionados de manera preliminar se presentan en la Tabla 2.

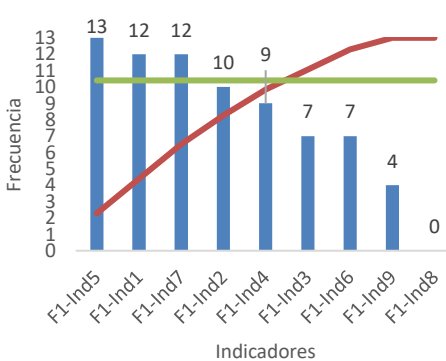
Tabla 2.*Detalle de valoración de los factores a incluir*

Factor	Sí	No	Porcentaje
"Energía, cambio climático"	20	1	95%
"Entorno e infraestructura"	20	1	95%
"Residuos"	20	1	95%
"Agua"	21	0	100%
"Transporte"	21	0	100%
"Educación e investigación"	18	3	86%
"Educación de Calidad"	17	4	81%
"Agua Potable y Saneamiento"	21	0	100%
"Energía Asequible y Limpia"	20	1	95%
"Trabajo Digno y Crecimiento Económico"	18	3	86%
"Industria, Innovación e Infraestructura"	18	3	86%
"Ciudades y Comunidades Sostenibles"	19	2	90%
"Consumo y Producción Responsables"	18	3	86%
"Acción por el Clima"	19	2	90%
"Académico"	20	1	95%
"Planeación y Administración"	17	4	81%

Fuente: Elaboración propia.

Para cada uno de los factores que se presentan en la Tabla 2, los indicadores a incluir se definen de manera preliminar de acuerdo con el principio de Pareto. Dicho principio establece que el "el 20% de algo siempre es responsable del 80% de los resultados" (Westreicher, 2020). En la Tabla 3 se relacionan los factores seleccionados de UI Green Metrics y los respectivos indicadores.

Tabla 3.*Factores seleccionados de UI Green Metrics*

Factor	Gráfica de Pareto	Indicadores seleccionados
Energía, cambio climático		F1-Ind5: Número de fuentes de energía renovables en el campus.
		F1-Ind1: Uso de electrodomésticos energéticamente eficientes.
		F1-Ind7: Huella de carbono total dividida por la población total del campus (toneladas métricas por persona).
		F1-Ind2: Uso total de electricidad dividido por la población total del campus (kWh por persona).
		F1-Ind4: Elementos de implementación de edificios sustentables reflejados en todas las políticas de construcción y renovación.

Factor	Gráfica de Pareto	Indicadores seleccionados
Entorno e infraestructura		F2-Ind4: Área total del campus cubierta de vegetación plantada. F2-Ind11: Porcentaje del presupuesto universitario para esfuerzos de sostenibilidad. F2-Ind2: Área total del campus cubierta de vegetación forestal. F2-Ind6: Área total del campus para absorción de agua además del bosque y la vegetación plantada. F2-Ind5: Conservación: plantas, animales y vida silvestre, recursos genéticos para la alimentación y la agricultura asegurados en instalaciones de conservación a mediano o largo plazo. F2-Ind8: Instalaciones del campus para discapacitados, necesidades especiales o atención de maternidad. F2-Ind1: La relación entre el área de espacio abierto y el área total
Residuos		F3-Ind1: Programa de reciclaje de residuos universitarios. F3-Ind3: Tratamiento de residuos inorgánicos
Agua		F4-Ind1 Implementación del programa de conservación del agua. F4-Ind2 Implementación del programa de reciclaje de agua. F4-Ind3 Consumo de agua tratada

Factor	Gráfica de Pareto	Indicadores seleccionados																								
Transporte	<table><caption>Datos para Gráfica de Pareto - Transporte</caption><thead><tr><th>Indicador</th><th>Frecuencia</th></tr></thead><tbody><tr><td>F5-Ind3</td><td>13</td></tr><tr><td>F5-Ind4</td><td>11</td></tr><tr><td>F5-Ind5</td><td>9</td></tr><tr><td>F5-Ind8</td><td>9</td></tr><tr><td>F5-Ind1</td><td>8</td></tr><tr><td>F5-Ind2</td><td>5</td></tr><tr><td>F5-Ind6</td><td>4</td></tr><tr><td>F5-Ind7</td><td>4</td></tr></tbody></table>	Indicador	Frecuencia	F5-Ind3	13	F5-Ind4	11	F5-Ind5	9	F5-Ind8	9	F5-Ind1	8	F5-Ind2	5	F5-Ind6	4	F5-Ind7	4	F5-Ind3 El número total de vehículos (automóviles y motocicletas) dividido por la población total del campus. F5-Ind4 Servicio de transporte. F5-Ind5 Número de iniciativas para disminuir los vehículos privados en el campus. F5-Ind8 Camino peatonal en el campus. F5-Ind1 Política de vehículos de cero emisiones (ZEV) en el campus.						
Indicador	Frecuencia																									
F5-Ind3	13																									
F5-Ind4	11																									
F5-Ind5	9																									
F5-Ind8	9																									
F5-Ind1	8																									
F5-Ind2	5																									
F5-Ind6	4																									
F5-Ind7	4																									
Educación e investigación	<table><caption>Datos para Gráfica de Pareto - Educación e investigación</caption><thead><tr><th>Indicador</th><th>Frecuencia</th></tr></thead><tbody><tr><td>F6-Ind3</td><td>15</td></tr><tr><td>F6-Ind2</td><td>12</td></tr><tr><td>F6-Ind4</td><td>11</td></tr><tr><td>F6-Ind10</td><td>11</td></tr><tr><td>F6-Ind1</td><td>10</td></tr><tr><td>F6-Ind8</td><td>10</td></tr><tr><td>F6-Ind5</td><td>8</td></tr><tr><td>F6-Ind11</td><td>4</td></tr><tr><td>F6-Ind9</td><td>3</td></tr><tr><td>F6-Ind6</td><td>2</td></tr><tr><td>F6-Ind7</td><td>2</td></tr></tbody></table>	Indicador	Frecuencia	F6-Ind3	15	F6-Ind2	12	F6-Ind4	11	F6-Ind10	11	F6-Ind1	10	F6-Ind8	10	F6-Ind5	8	F6-Ind11	4	F6-Ind9	3	F6-Ind6	2	F6-Ind7	2	F6-Ind3 Número de proyectos de servicios comunitarios de sostenibilidad organizados y/o que involucran a estudiantes. F6-Ind2 Número de eventos relacionados con la sostenibilidad. F6-Ind4 La relación entre la financiación de la investigación sobre sostenibilidad y la financiación total de la investigación. F6-Ind10Reporte de Sostenibilidad. F6-Ind1 Número de organizaciones estudiantiles relacionadas con la sostenibilidad. F6-Ind8 Número de publicaciones académicas sobre sostenibilidad.
Indicador	Frecuencia																									
F6-Ind3	15																									
F6-Ind2	12																									
F6-Ind4	11																									
F6-Ind10	11																									
F6-Ind1	10																									
F6-Ind8	10																									
F6-Ind5	8																									
F6-Ind11	4																									
F6-Ind9	3																									
F6-Ind6	2																									
F6-Ind7	2																									

Fuente: Elaboración propia.

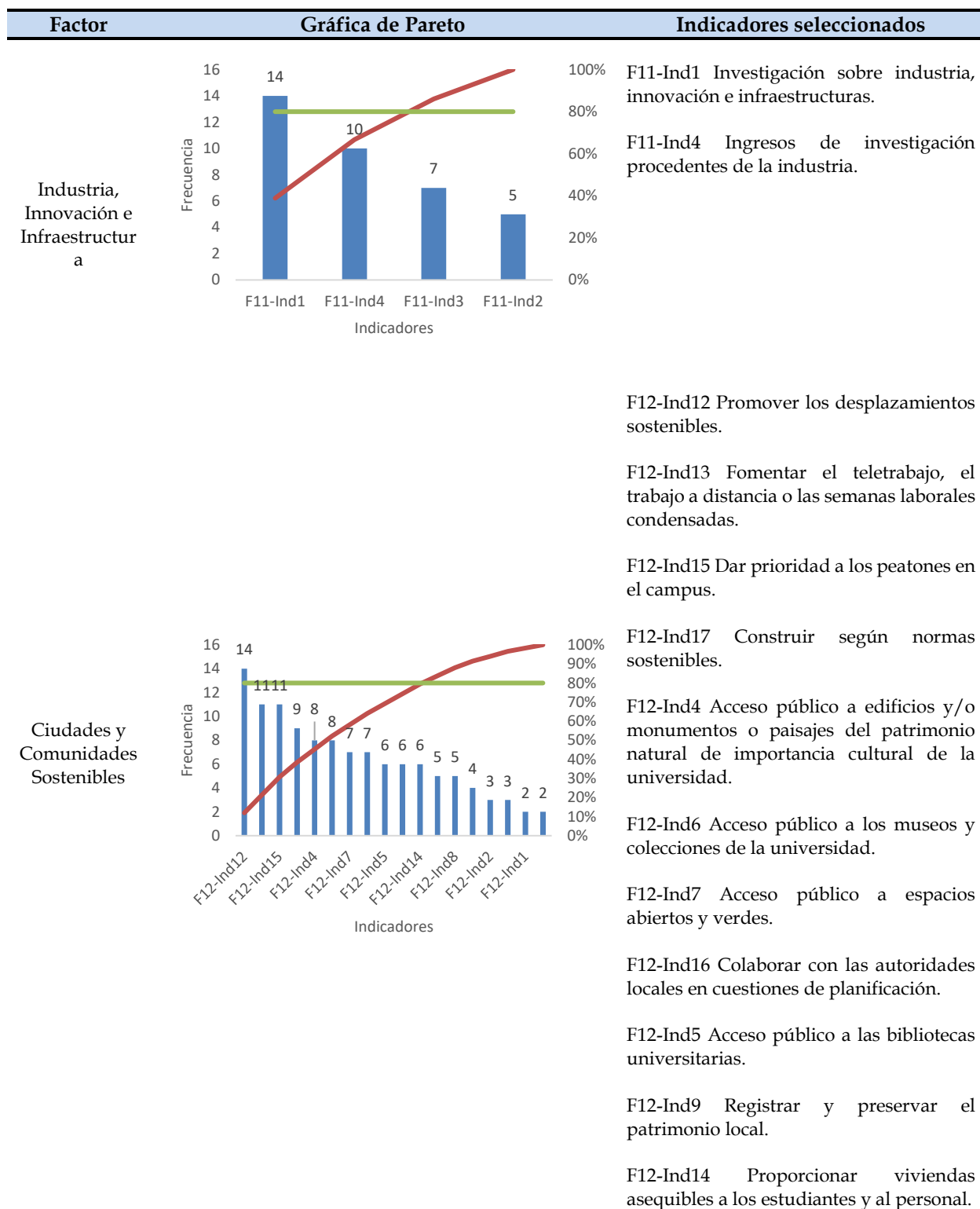
En la Tabla 4 se relacionan los factores seleccionados de THE-IR y los respectivos indicadores.

Tabla 4.

Factores seleccionados de THE-IR

Factor	Gráfica de Pareto	Indicadores seleccionados																										
Educación de Calidad	<table><tr><th>Indicadores</th><th>Frecuencia</th></tr><tr><td>F7-Ind8</td><td>11</td></tr><tr><td>F7-Ind5</td><td>10</td></tr><tr><td>F7-Ind7</td><td>9</td></tr><tr><td>F7-Ind4</td><td>8</td></tr><tr><td>F7-Ind3</td><td>6</td></tr><tr><td>F7-Ind6</td><td>5</td></tr><tr><td>F7-Ind2</td><td>4</td></tr><tr><td>F7-Ind9</td><td>4</td></tr><tr><td>F7-Ind1</td><td>3</td></tr></table>	Indicadores	Frecuencia	F7-Ind8	11	F7-Ind5	10	F7-Ind7	9	F7-Ind4	8	F7-Ind3	6	F7-Ind6	5	F7-Ind2	4	F7-Ind9	4	F7-Ind1	3	F7-Ind8 Políticas para garantizar que estas actividades estén abiertas a todos, independientemente de su origen étnico, religión, discapacidad, estatus migratorio o sexo. F7-Ind5 Actividades educativas abiertas al público en general, como conferencias o cursos específicos. F7-Ind7 Actividades de divulgación educativa en la comunidad local, incluidas las escuelas. F7-Ind4 Acceso gratuito a los recursos educativos para quienes no estudian en la universidad. F7-Ind3 Educación de Calidad: Número de publicaciones.						
Indicadores	Frecuencia																											
F7-Ind8	11																											
F7-Ind5	10																											
F7-Ind7	9																											
F7-Ind4	8																											
F7-Ind3	6																											
F7-Ind6	5																											
F7-Ind2	4																											
F7-Ind9	4																											
F7-Ind1	3																											
Agua Potable y Saneamiento	<table><tr><th>Indicadores</th><th>Frecuencia</th></tr><tr><td>F8-Ind4</td><td>13</td></tr><tr><td>F8-Ind6</td><td>12</td></tr><tr><td>F8-Ind11</td><td>11</td></tr><tr><td>F8-Ind12</td><td>10</td></tr><tr><td>F8-Ind8</td><td>9</td></tr><tr><td>F8-Ind15</td><td>8</td></tr><tr><td>F8-Ind16</td><td>7</td></tr><tr><td>F8-Ind2</td><td>6</td></tr><tr><td>F8-Ind1</td><td>6</td></tr><tr><td>F8-Ind5</td><td>5</td></tr><tr><td>F8-Ind3</td><td>5</td></tr><tr><td>F8-Ind10</td><td>4</td></tr></table>	Indicadores	Frecuencia	F8-Ind4	13	F8-Ind6	12	F8-Ind11	11	F8-Ind12	10	F8-Ind8	9	F8-Ind15	8	F8-Ind16	7	F8-Ind2	6	F8-Ind1	6	F8-Ind5	5	F8-Ind3	5	F8-Ind10	4	F8-Ind4 Seguimiento del consumo de agua. F8-Ind14 Promover el uso consciente del agua en el campus y en la comunidad en general. F8-Ind6 Proceso para tratar las aguas residuales. F8-Ind10 Plantación de jardines para minimizar el consumo de agua. F8-Ind11 Política para maximizar la reutilización del agua en toda la universidad. F8-Ind9 Normas de construcción para minimizar el consumo de agua. F8-Ind12 Medir la reutilización del agua en toda la universidad. F8-Ind5 Consumo de agua por persona. F8-Ind8 Agua potable gratuita para estudiantes, personal y visitantes. F8-Ind3 Agua Potable y Saneamiento: Número de publicaciones. F8-Ind15 Apoyar la conservación del agua fuera del campus.
Indicadores	Frecuencia																											
F8-Ind4	13																											
F8-Ind6	12																											
F8-Ind11	11																											
F8-Ind12	10																											
F8-Ind8	9																											
F8-Ind15	8																											
F8-Ind16	7																											
F8-Ind2	6																											
F8-Ind1	6																											
F8-Ind5	5																											
F8-Ind3	5																											
F8-Ind10	4																											

Factor	Gráfica de Pareto	Indicadores seleccionados																																
Energía Asequible y Limpia	<table><tr><th>Indicadores</th><th>Frecuencia</th></tr><tr><td>F9-Ind5</td><td>15</td></tr><tr><td>F9-Ind7</td><td>12</td></tr><tr><td>F9-Ind4</td><td>11</td></tr><tr><td>F9-Ind6</td><td>11</td></tr><tr><td>F9-Ind8</td><td>9</td></tr><tr><td>F9-Ind10</td><td>9</td></tr><tr><td>F9-Ind3</td><td>8</td></tr><tr><td>F9-Ind12</td><td>7</td></tr><tr><td>F9-Ind13</td><td>7</td></tr><tr><td>F9-Ind11</td><td>6</td></tr><tr><td>F9-Ind14</td><td>5</td></tr><tr><td>F9-Ind15</td><td>5</td></tr><tr><td>F9-Ind9</td><td>4</td></tr><tr><td>F9-Ind2</td><td>3</td></tr><tr><td>F9-Ind1</td><td>2</td></tr></table>	Indicadores	Frecuencia	F9-Ind5	15	F9-Ind7	12	F9-Ind4	11	F9-Ind6	11	F9-Ind8	9	F9-Ind10	9	F9-Ind3	8	F9-Ind12	7	F9-Ind13	7	F9-Ind11	6	F9-Ind14	5	F9-Ind15	5	F9-Ind9	4	F9-Ind2	3	F9-Ind1	2	F9-Ind5 Planes para mejorar la eficiencia energética de los edificios existentes. F9-Ind7 Plan para reducir el consumo total de energía. F9-Ind4 Política para garantizar que todas las renovaciones o nuevas construcciones siguen las normas de eficiencia energética. F9-Ind6 Proceso de gestión del carbono y reducción de las emisiones de dióxido de carbono. F9-Ind8 Revisiones para identificar las áreas donde el derroche de energía es mayor. F9-Ind10 Uso de energía.
Indicadores	Frecuencia																																	
F9-Ind5	15																																	
F9-Ind7	12																																	
F9-Ind4	11																																	
F9-Ind6	11																																	
F9-Ind8	9																																	
F9-Ind10	9																																	
F9-Ind3	8																																	
F9-Ind12	7																																	
F9-Ind13	7																																	
F9-Ind11	6																																	
F9-Ind14	5																																	
F9-Ind15	5																																	
F9-Ind9	4																																	
F9-Ind2	3																																	
F9-Ind1	2																																	
Trabajo Digno y Crecimiento Económico	<table><tr><th>Indicadores</th><th>Frecuencia</th></tr><tr><td>F10-Ind4</td><td>11</td></tr><tr><td>F10-Ind5</td><td>10</td></tr><tr><td>F10-Ind3</td><td>9</td></tr><tr><td>F10-Ind8</td><td>9</td></tr><tr><td>F10-Ind9</td><td>8</td></tr><tr><td>F10-Ind13</td><td>7</td></tr><tr><td>F10-Ind7</td><td>6</td></tr><tr><td>F10-Ind10</td><td>6</td></tr><tr><td>F10-Ind12</td><td>5</td></tr><tr><td>F10-Ind2</td><td>4</td></tr><tr><td>F10-Ind6</td><td>4</td></tr><tr><td>F10-Ind1</td><td>2</td></tr><tr><td>F10-Ind11</td><td>1</td></tr></table>	Indicadores	Frecuencia	F10-Ind4	11	F10-Ind5	10	F10-Ind3	9	F10-Ind8	9	F10-Ind9	8	F10-Ind13	7	F10-Ind7	6	F10-Ind10	6	F10-Ind12	5	F10-Ind2	4	F10-Ind6	4	F10-Ind1	2	F10-Ind11	1	F9-Ind3 Energía Asequible y Limpia: Número de publicaciones. F9-Ind12 Promover el compromiso público con las energías 100% renovables más allá de la universidad. F9-Ind13 Servicios destinados a mejorar la eficiencia energética y la energía limpia para la industria local. F10-Ind4 Reconocimiento de los derechos sindicales y laborales. F10-Ind5 Política para acabar con la discriminación en el lugar de trabajo. F10-Ind3 Pago de un salario digno al personal y al profesorado. F10-Ind8 Política de igualdad y diferencias salariales entre hombres y mujeres. F10-Ind9 Medición y seguimiento de la igualdad de género en la escala salarial. F10-Ind13 Proporción de empleados con contratos seguros. F10-Ind7 Garantías de igualdad de derechos para la mano de obra subcontratada. F10-Ind10 Procedimientos para que los empleados recurran las decisiones sobre derechos y/o retribución.				
Indicadores	Frecuencia																																	
F10-Ind4	11																																	
F10-Ind5	10																																	
F10-Ind3	9																																	
F10-Ind8	9																																	
F10-Ind9	8																																	
F10-Ind13	7																																	
F10-Ind7	6																																	
F10-Ind10	6																																	
F10-Ind12	5																																	
F10-Ind2	4																																	
F10-Ind6	4																																	
F10-Ind1	2																																	
F10-Ind11	1																																	



Factor	Gráfica de Pareto	Indicadores seleccionados																												
Consumo y Producción Responsables	<table><thead><tr><th>Indicadores</th><th>Frecuencia</th></tr></thead><tbody><tr><td>F13-Ind8</td><td>14</td></tr><tr><td>F13-Ind7</td><td>13</td></tr><tr><td>F13-Ind5</td><td>12</td></tr><tr><td>F13-Ind11</td><td>10</td></tr><tr><td>F13-Ind12</td><td>10</td></tr><tr><td>F13-Ind6</td><td>9</td></tr><tr><td>F13-Ind4</td><td>8</td></tr><tr><td>F13-Ind13</td><td>8</td></tr><tr><td>F13-Ind3</td><td>6</td></tr><tr><td>F13-Ind9</td><td>6</td></tr><tr><td>F13-Ind10</td><td>5</td></tr><tr><td>F13-Ind1</td><td>2</td></tr><tr><td>F13-Ind2</td><td>1</td></tr></tbody></table>	Indicadores	Frecuencia	F13-Ind8	14	F13-Ind7	13	F13-Ind5	12	F13-Ind11	10	F13-Ind12	10	F13-Ind6	9	F13-Ind4	8	F13-Ind13	8	F13-Ind3	6	F13-Ind9	6	F13-Ind10	5	F13-Ind1	2	F13-Ind2	1	F13-Ind8 Política para minimizar el uso de artículos desechables. F13-Ind7 Política de minimización del uso de plásticos. F13-Ind5 Política de eliminación adecuada de residuos peligrosos. F13-Ind11 Medir la cantidad de residuos generados y reciclados en toda la universidad. F13-Ind12 Proporción de residuos reciclados. F13-Ind6 Política para medir la cantidad de residuos enviados a vertederos y la cantidad reciclada. F13-Ind4 Política de abastecimiento ético de bienes. F13-Ind13 Publicación de un informe de sostenibilidad.
	Indicadores	Frecuencia																												
	F13-Ind8	14																												
	F13-Ind7	13																												
	F13-Ind5	12																												
	F13-Ind11	10																												
	F13-Ind12	10																												
	F13-Ind6	9																												
	F13-Ind4	8																												
	F13-Ind13	8																												
F13-Ind3	6																													
F13-Ind9	6																													
F13-Ind10	5																													
F13-Ind1	2																													
F13-Ind2	1																													
Acción por el Clima	<table><thead><tr><th>Indicadores</th><th>Frecuencia</th></tr></thead><tbody><tr><td>F14-Ind7</td><td>13</td></tr><tr><td>F14-Ind4</td><td>9</td></tr><tr><td>F14-Ind6</td><td>9</td></tr><tr><td>F14-Ind3</td><td>8</td></tr><tr><td>F14-Ind11</td><td>8</td></tr><tr><td>F14-Ind5</td><td>7</td></tr><tr><td>F14-Ind12</td><td>7</td></tr><tr><td>F14-Ind9</td><td>6</td></tr><tr><td>F14-Ind8</td><td>5</td></tr><tr><td>F14-Ind10</td><td>4</td></tr><tr><td>F14-Ind1</td><td>3</td></tr><tr><td>F14-Ind2</td><td>2</td></tr></tbody></table>	Indicadores	Frecuencia	F14-Ind7	13	F14-Ind4	9	F14-Ind6	9	F14-Ind3	8	F14-Ind11	8	F14-Ind5	7	F14-Ind12	7	F14-Ind9	6	F14-Ind8	5	F14-Ind10	4	F14-Ind1	3	F14-Ind2	2	F14-Ind7 Existencia de un plan universitario de acción climática compartido con el gobierno local y el grupo comunitario. F14-Ind4 Medir la cantidad de energía baja en carbono utilizada. F14-Ind6 Ofrecer programas o campañas locales de educación sobre el cambio climático. F14-Ind3 Acción por el Clima: Número de publicaciones. F14-Ind11 Compromiso de neutralidad de carbono. F14-Ind5 Proporción de electricidad procedente de fuentes con bajas emisiones de carbono. F14-Ind12 Cumplir los plazos de los compromisos de neutralidad de carbono.		
	Indicadores	Frecuencia																												
	F14-Ind7	13																												
	F14-Ind4	9																												
	F14-Ind6	9																												
	F14-Ind3	8																												
	F14-Ind11	8																												
	F14-Ind5	7																												
	F14-Ind12	7																												
	F14-Ind9	6																												
F14-Ind8	5																													
F14-Ind10	4																													
F14-Ind1	3																													
F14-Ind2	2																													

Fuente: Elaboración propia.

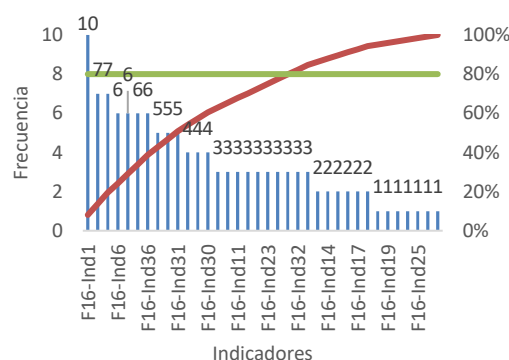
En la Tabla 5 se relacionan los factores seleccionados de STARS y los respectivos indicadores.

Tabla 5.

Factores seleccionados de STARS

Factor	Gráfica de Pareto	Indicadores seleccionados																																		
Académico	<table><thead><tr><th>Indicadores</th><th>Frecuencia</th></tr></thead><tbody><tr><td>F15-Ind9</td><td>10</td></tr><tr><td>F15-Ind2</td><td>9</td></tr><tr><td>F15-Ind8</td><td>7</td></tr><tr><td>F15-Ind17</td><td>7</td></tr><tr><td>F15-Ind4</td><td>7</td></tr><tr><td>F15-Ind10</td><td>6</td></tr><tr><td>F15-Ind14</td><td>6</td></tr><tr><td>F15-Ind11</td><td>6</td></tr><tr><td>F15-Ind16</td><td>5</td></tr><tr><td>F15-Ind1</td><td>5</td></tr><tr><td>F15-Ind12</td><td>5</td></tr><tr><td>F15-Ind13</td><td>5</td></tr><tr><td>F15-Ind15</td><td>4</td></tr><tr><td>F15-Ind3</td><td>3</td></tr><tr><td>F15-Ind6</td><td>3</td></tr><tr><td>F15-Ind5</td><td>2</td></tr></tbody></table>	Indicadores	Frecuencia	F15-Ind9	10	F15-Ind2	9	F15-Ind8	7	F15-Ind17	7	F15-Ind4	7	F15-Ind10	6	F15-Ind14	6	F15-Ind11	6	F15-Ind16	5	F15-Ind1	5	F15-Ind12	5	F15-Ind13	5	F15-Ind15	4	F15-Ind3	3	F15-Ind6	3	F15-Ind5	2	F15-Ind9 Listados de cursos de sostenibilidad publicados.
		Indicadores	Frecuencia																																	
		F15-Ind9	10																																	
		F15-Ind2	9																																	
		F15-Ind8	7																																	
		F15-Ind17	7																																	
		F15-Ind4	7																																	
		F15-Ind10	6																																	
		F15-Ind14	6																																	
		F15-Ind11	6																																	
		F15-Ind16	5																																	
		F15-Ind1	5																																	
		F15-Ind12	5																																	
		F15-Ind13	5																																	
		F15-Ind15	4																																	
		F15-Ind3	3																																	
F15-Ind6	3																																			
F15-Ind5	2																																			
F15-Ind5 Programa de aprendizaje aplicado para la sostenibilidad.																																				
F15-Ind2 Porcentaje de titulaciones de grado que tienen resultados de aprendizaje sostenibilidad.																																				
F15-Ind3 Resultados institucionales del aprendizaje de la sostenibilidad para estudiantes universitarios.																																				
F15-Ind8 Apoyo a los empleados académicos para integrar la sostenibilidad en el plan de estudios.																																				
F15-Ind13 Centro, instituto o unidad de investigación de sostenibilidad organizado.																																				
F15-Ind17 Colaboración entre campus para una investigación e innovación responsables.																																				
F15-Ind1 Porcentaje de departamentos académicos con cursos de sostenibilidad.																																				
F15-Ind4 Porcentaje de titulaciones de postgrado que tienen resultados de aprendizaje sostenibilidad.																																				
F15-Ind6 Programas de posgrado con resultados de aprendizaje centrados en la sostenibilidad.																																				
F15-Ind10 Diseño y administración de la evaluación de la alfabetización en sostenibilidad.																																				
F15-Ind12 Porcentaje de departamentos académicos dedicados a la investigación sobre sostenibilidad.																																				
F15-Ind14 Reconocimiento de la investigación integrada, comunitaria y extraacadémica.																																				

Planeación y Administración



F16-Ind1 Objetivos de sostenibilidad medibles.

F16-Ind2 Compromiso público de sostenibilidad.

F16-Ind7 Participación del personal no académico en gobernanza.

F16-Ind6 Participación del personal académico en la gobernanza.

F16-Ind8 Participación comunitaria en la gobernanza.

F16-Ind27 Evaluación del clima institucional.

F16-Ind36 Ambientes libres de humo.

F16-Ind3 Comité coordinador, funcionario u oficina para la sustentabilidad.

F16-Ind4 Evaluación y planificación de la resiliencia climática.

F16-Ind31 Evaluación interna de equidad salarial.

F16-Ind10 Divulgación de tenencias de inversiones.

F16-Ind29 Programas de asistencia y bienestar estudiantil.

F16-Ind30 Programas de asistencia y bienestar a los empleados.

F16-Ind5 Participación estudiantil en la gobernanza.

F16-Ind9 Porcentaje del fondo de inversión asignado a inversiones positivas en sostenibilidad.

F16-Ind11 Política o comité de inversión sostenible.

F16-Ind12 Análisis negativo y desinversión.

F16-Ind22 Tasa de finalización para estudiantes de bajos ingresos.

F16-Ind23 Tasa de finalización de estudiantes con identidades de género marginadas.

F16-Ind24 Porcentaje de estudiantes con identidades de género marginadas.

F16-Ind28 Porcentaje de empleados que reciben un salario digno.

F16-Ind32 Porcentaje de empleados elegibles para licencia familiar/médica remunerada para todos los géneros.

F16-Ind35 Porcentaje de contratistas importantes que pagan un salario digno o determinado colectivamente.

Fuente: Elaboración propia.

También, se llevó a cabo la construcción de las fichas técnicas que describen los indicadores de sostenibilidad seleccionados en fases anteriores (Galeano-Ospino *et al.*, 2024). Estas fichas fueron elaboradas con el propósito de detallar el método de medición, las variables, las unidades de medida y las fuentes de datos requeridas para cada indicador, proporcionando así una guía clara para el monitoreo y la evaluación de la sostenibilidad en la institución (DANE, 2020). Un ejemplo de dichas fichas se presenta en la Tabla 6, la cual describe la forma en la que se calcula el indicador F1-Ind5: Número de fuentes de energía renovables en el campus. A través de este indicador, es posible conocer el compromiso de la IES frente a la reducción de la huella de carbono, toda vez que considera la generación de energías limpias en sus instalaciones.

Tabla 6.

Ficha técnica para el indicador F1-Ind5: Número de fuentes de energía renovables en el campus

Característica	Descripción
Nombre del indicador	Número de fuentes de energía renovables en el campus
Sigla	NFERC
Objetivo	Conocer el compromiso que tiene la IES en generar energías limpias dentro de su campus.
Definiciones y conceptos	Se considera que la disponibilidad de más fuentes de energía renovable indica que una universidad ha puesto más esfuerzo para proporcionar energía alternativa.
Método de medición	Seleccionar el número de fuentes de energía renovables utilizadas en su campus [1] Ninguno [2] 1 fuente [3] 2 fuentes [4] 3 fuentes [5] > 3 fuentes
Unidad de medida	Número de fuentes
Fórmula	NFEI: Número total de fuentes instaladas
Variables	NFEI
Limitaciones del indicador	Es muy específico, depende del campus y el entorno natural del mismo, las condiciones climáticas, entonces no se puede determinar con precisión cuanto podría llegar ahorrar sin antes hacer un estudio meticuloso de las instalaciones
Fuente de los datos	Registros de mantenimiento, inventario de las instalaciones, facturas o registros energéticos.
Desagregación temática	No aplica
Desagregación geográfica	Campus en general
Periodicidad de los datos	Anual
Fecha de información disponible	2023,2024
Responsable	Oficina de mantenimiento, unidad responsable de los equipos en el campus
Observaciones	Se podría implementar el porcentaje sobre como influyen estas fuentes en la disminución del consumo energético.

Fuente: (DANE, 2020).

3.3. Fase 3: Diseño Tecnológico

En esta fase, se construyeron las visualizaciones interactivas que facilitan la interpretación de los datos recolectados de los indicadores de sostenibilidad previamente seleccionados. Dichas visualizaciones se desarrollaron con el fin de proporcionar una vista clara y comprensible de los datos correspondientes a las diferentes áreas de la organización y a los factores clave relacionados con la sostenibilidad.

Para esto, se seleccionó la herramienta de inteligencia de negocios Microsoft Power BI como la más adecuada, debido a su capacidad para integrar múltiples fuentes de datos y su versatilidad en la creación de informes interactivos. Power BI maneja grandes volúmenes de datos lo que permite el análisis de los indicadores definidos en fases anteriores. También, permite aplicar filtros dinámicos que ajustan los objetos visuales según necesidades específicas. Adicionalmente, la herramienta facilita la personalización de los resultados para comunicar el progreso en términos de sostenibilidad de manera eficaz y transparente.

La Figura 3 presenta la página principal del dashboard elaborado para visualizar los factores e indicadores seleccionados para medir la sostenibilidad: UI GreenMetric, THE IR y STARS. Los datos que se representan en dicha visualización fueron capturados y organizados en una hoja de Microsoft Excel, la cual contiene cada uno de los indicadores con su fórmula de acuerdo con la ficha técnica desarrollada. Dicho archivo es la fuente de datos que alimenta el Power BI, permitiendo la creación de visualizaciones interactivas y análisis dinámicos de los indicadores (Galeano Ospino *et al.*, 2024a).

Figura 3.

Página principal Dashboard



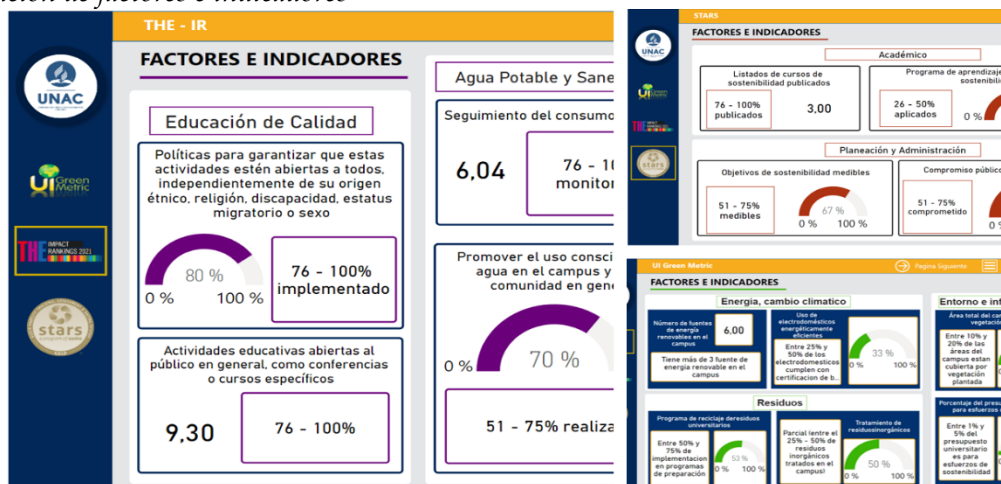
Fuente: Elaboración propia.

Para los indicadores de UI Green Metric, se utilizaron las categorías definidas por la metodología oficial de este ranking, mientras que las categorías correspondientes a THE IR y STARS fueron definidas por un experto del departamento de sostenibilidad de la institución seleccionada para la prueba piloto. Esto se hizo con el fin de asegurar una adecuada adaptación a los contextos evaluados. Además, los factores más relevantes de cada estrategia se agruparon para ser visualizados de forma independiente, facilitando la comparación entre las diferentes áreas de actuación dentro de la institución.

La Figura 4 presenta el dashboard que combina los factores e indicadores de sostenibilidad provenientes de las tres estrategias globales: UI Green Metric, THE IR y STARS. Este tablero ofrece una visualización comprensible de los datos obtenidos para cada uno de los indicadores seleccionados como, por ejemplo, energía y gestión de residuos. En este sentido, cada indicador se representa mediante una gráfica y una tarjeta informativa que permiten monitorear su avance. Además, el dashboard facilita la comparación de los resultados entre los distintos indicadores agrupados, lo que permite identificar oportunidades de mejora y realizar un seguimiento continuo de su progreso hacia la sostenibilidad.

Figura 4.

Visualización de factores e indicadores



Fuente: Elaboración propia.

3.4. Fase 4: Ejecución

El estudio piloto se llevó a cabo siguiendo los pasos metodológicos previamente establecidos, y su ejecución se realizó en una IES, situada en la ciudad de Medellín, Colombia. Durante este proceso, se seleccionaron varios departamentos de la institución, con el fin de identificar las áreas responsables en materia de sostenibilidad. Los 16 factores y los 125 indicadores seleccionados fueron expuestos y dados a conocer al encargado del departamento de sostenibilidad, con el propósito de garantizar que estuvieran alineados con los objetivos institucionales.

Los expertos del departamento de sostenibilidad construyeron categorías específicas para aquellos indicadores que carecían de una estructura definida. También, se ajustaron valores aproximados para los indicadores que serían visualizados en el tablero de control, garantizando una representación confiable de los avances en sostenibilidad. De manera complementaria, los indicadores seleccionados fueron alineados a los tres pilares fundamentales de la sostenibilidad: social, ambiental y económica.

Además, estos se relacionaron con los ejes estratégicos de la institución seleccionada: Docencia, Investigación, Responsabilidad Social, Formación Misional y Gestión. Una vez finalizadas estas validaciones, se hizo el despliegue del instrumento en la plataforma, permitiendo que los responsables de la sostenibilidad monitorearan, con la debida precisión, los progresos alcanzados en las áreas clave.

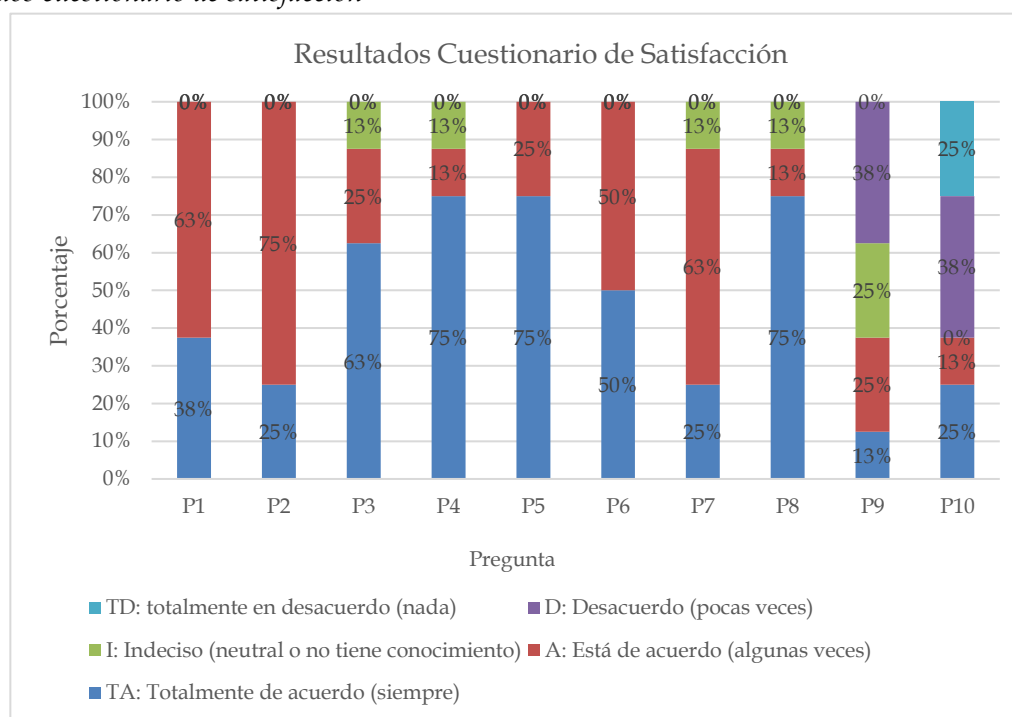
Una vez implementado el marco de trabajo que permite evaluar y reportar la sostenibilidad en IES, se realizó una encuesta con la finalidad de medir la satisfacción sobre el uso del tablero de control que muestra los factores y algunos indicadores seleccionados por los expertos (Galeano Ospino *et al.*, 2024b). Para esto, se optó por el método Likert para formular preguntas específicas a 10 colaboradores que desarrollan actividades relacionadas con el departamento de sostenibilidad de una IES en Colombia. Además, para garantizar la ética en la recolección de los datos, se obtuvo el consentimiento informado de cada participante y se aseguró la estricta confidencialidad de sus respuestas, utilizando los datos de forma anónima y agregada únicamente para fines de mejora del dashboard.

Se utilizó la siguiente escala de medición para todas las preguntas formuladas: TA: Totalmente de acuerdo (siempre), A: Está de acuerdo (algunas veces), I: Indeciso (neutral o no tiene conocimiento), D: Desacuerdo (pocas veces) y TD: Totalmente en desacuerdo (nada). Con el fin de asegurar que los encuestados prestarán una atención adecuada a las preguntas y evitar respuestas planas o automáticas, se incluirán afirmaciones contrarias dentro del cuestionario. Estas afirmaciones contradictorias permitieron verificar que los encuestados realmente leyeran cada enunciado con detenimiento y respondieran de acuerdo con su verdadera opinión, evitando incoherencias en sus respuestas, como decir que una herramienta es "muy fácil" en una pregunta y luego calificarla de "súper difícil" en otra. Este enfoque permitió garantizar que las respuestas fueran reflexivas y coherentes.

En el análisis de los resultados de la encuesta, se compararon dichas respuestas utilizando una escala homogénea que permitiera una interpretación coherente, toda vez que algunas de las preguntas son contrarias. Por ejemplo, si un encuestado señala que está "totalmente en desacuerdo" con que el uso de la plataforma es difícil, esto debe ser interpretado como que está "totalmente de acuerdo" con que la plataforma es fácil de usar. La Figura 5 presenta los resultados del cuestionario de satisfacción.

Figura 5.

Resultados cuestionario de satisfacción



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en la implementación del marco de trabajo muestran que la mayoría de los indicadores seleccionados se relacionan con factores sociales. Esto refleja el creciente interés de las IES por promover la equidad y el bienestar social en sus comunidades, priorizando aspectos como la igualdad de género, la inclusión y la participación comunitaria. Esto relacionado con estudios previos que señalan la importancia del factor humano como eje transformador hacia la sostenibilidad (Serban *et al.*, 2020). Además, los resultados muestran que las universidades no solo deben ser líderes en aspectos del cuidado ambiental, sino también en el fomento de una comunidad universitaria inclusiva y equitativa.

También, en cuanto al pilar ambiental los indicadores seleccionados se enfocan en la eficiencia energética, la gestión de residuos y la conservación de los recursos naturales, factores que han dominado en estudios similares. La relevancia de los factores ambientales puede explicarse por la visibilidad de los problemas ambientales en la vida cotidiana de las instituciones, como la reducción de emisiones de carbono y el uso de energías renovables. Este énfasis, es acorde con los rankings UI Green Metric y STARS los cuales refuerza la necesidad de mitigar del impacto ambiental para cumplir con los ODS.

Además, en el pilar económico se seleccionaron indicadores que están relacionados con la eficiencia en el uso de los recursos financieros, la sostenibilidad de las operaciones institucionales y la generación de ingresos a través de actividades sostenibles. Sin embargo, los resultados muestran que los factores económicos recibieron una menor prioridad en comparación con los ambientales y sociales, lo que refleja una necesidad de integrar más eficientemente estos aspectos en las estrategias institucionales.

Algunos de estos indicadores incluyen el presupuesto destinado a proyectos sostenibles, la inversión en infraestructura verde y el ahorro en costos energéticos derivados de la eficiencia operativa. Esto sugiere, que las IES reconocen la importancia de la sostenibilidad económica para asegurar su viabilidad financiera y que es necesario incorporar indicadores económicos en sus planes estratégicos de manera integral (Puertas y Marti, 2019).

Diversas barreras obstaculizan la integración de los indicadores económicos en las estrategias de sostenibilidad de las IES. Entre ellas, se destaca la dificultad en la sistematización de ciertos indicadores económicos propuestos por los rankings, lo que exige la implementación de mecanismos más robustos para su recopilación y análisis. A esto se suma la falta de recursos financieros como una de las principales limitaciones identificadas. Por otro lado, la percepción de la sostenibilidad como un complemento en lugar de una dimensión integrada y transversal en la gestión universitaria, también representa una barrera.

Esta situación se agrava por la falta de compromiso de la alta dirección, lo que dificulta la adopción de un enfoque holístico. Finalmente, la presión del mercado, que condiciona la estructura y operación de las universidades, contribuye a relegar la sostenibilidad económica a un segundo plano (Albareda Tiana *et al.*, 2017; González Gaudiano *et al.*, 2015; González-Campo *et al.*, 2022).

Por otro lado, es importante destacar que el marco de trabajo se enfocó en medir la sostenibilidad en los pilares social, ambiental y económica, sin embargo, se muestra la necesidad de integrar mejor estos tres pilares en las estrategias institucionales. Para esto es necesario ampliar y diversificar la participación de expertos en sostenibilidad para identificar indicadores más representativos, especialmente en el ámbito económico.

También, es importante fomentar una mayor integración de los indicadores económicos en la planificación estratégica de la institución, no solo como un aspecto aislado, sino como un componente intrínseco de las decisiones de docencia, investigación, responsabilidad social y gestión. Además, se sugiere desarrollar metodologías para medir el retorno de inversión de las iniciativas de sostenibilidad, lo que justificaría la inversión en proyectos de sostenibilidad y demostraría el valor económico de estas acciones.

Los indicadores sociales y ambientales evidencian el énfasis en equidad, inclusión y responsabilidad social, así como en la reducción del impacto ambiental. Sin embargo, la baja presencia de indicadores económicos refleja que las IES aún enfrentan retos para equilibrar el crecimiento económico con sus metas sostenibles. Según (Nogueiro & Margarida, 2023), es importante que las IES logren un balance entre sostenibilidad social, ambiental y económica para asegurar su viabilidad a largo plazo.

El análisis de los 125 indicadores seleccionados mostró además como estos agrupan en áreas de docencia e investigación, las cuales son unas de las funciones sustantivas definidas por el Ministerio de Educación Nacional (MEN). En este sentido, el 15% de indicadores (19) está relacionado con la docencia, mientras que el 7% (9) se asocia con la investigación. Además, el 6% (7) de dichos indicadores aborda aspectos de responsabilidad social a través de proyectos comunitarios. Finalmente, el 71% de indicadores (89) se concentra en la gestión administrativa, enfocándose en la eficiencia en el uso de recursos, la implementación de políticas sostenibles y las mejoras en la infraestructura institucional.

La literatura académica muestra que la sostenibilidad en las IES suele estar dividida en sus pilares (ambiental, social y económica), y que los indicadores ambientales suelen recibir mayor atención. Esto se refleja también en nuestro estudio, donde los factores ambientales, como el uso de energías renovables y la infraestructura sostenible, dominaron las visualizaciones. Los resultados de esta investigación y la literatura académica subrayan la importancia de un enfoque integrado para abordar todos los pilares de la sostenibilidad, tal como lo plantean otras investigaciones (Pedro *et al.*, 2023).

Un aspecto importante es la relación entre algunos indicadores seleccionados y los reportados en otras investigaciones similares. Por ejemplo, el indicador relacionado con el uso eficiente de los recursos hídricos y la reducción del consumo de agua se alinea con métricas globales de sostenibilidad, como las utilizadas en los rankings UI Green Metric y STARS. Esto afirma la validez de los indicadores seleccionados en este proyecto, ya que coinciden con parámetros internacionalmente reconocidos.

Además, se observó que los expertos que participaron en la encuesta de selección de indicadores tendieron a seleccionar factores relacionados con el medio ambiente y la gestión de recursos, lo cual explica la relevancia que estos aspectos tienen en la vida diaria de las instituciones. Dicha relevancia ha sido documentada en la literatura como una consecuencia de la percepción de urgencia frente a problemas como el cambio climático (Chebeñ *et al.*, 2020).

La definición de las categorías para los indicadores sin clasificación previa, en colaboración con los expertos del departamento de sostenibilidad, fue un proceso importante para garantizar que los indicadores reflejaran adecuadamente los factores sostenibles de la institución. Dicha colaboración, está alineada con estudios que destacan la importancia de la colaboración interdepartamental en el diseño de estrategias de sostenibilidad (Bashir *et al.*, 2023), y que de esta forma se pueda responder a las necesidades institucionales mientras se mantienen estándares globales.

Finalmente, se identificaron algunos desafíos en cuanto a la sistematización de ciertos indicadores, especialmente aquellos relacionados con la sostenibilidad económica. Esto plantea una oportunidad para futuras investigaciones que busquen equilibrar los tres pilares de la sostenibilidad y mejorar la integración de factores menos abordados. Todos los datos que soportan este estudio se encuentran en (Galeano-Ospino *et al.*, 2024).

4. Conclusiones

Este artículo presenta la propuesta de un marco de trabajo para medir y evaluar la sostenibilidad en una IES. Esta propuesta se implementó, como prueba piloto, en una IES ubicada en Antioquia, Colombia. El principal objetivo de esta investigación fue diseñar y desplegar un instrumento que permitiera a la institución monitorear de manera efectiva los indicadores de sostenibilidad, utilizando un enfoque integrado que abarcara los pilares ambiental, social y económica.

En total, se seleccionaron 16 factores de sostenibilidad, y para cada factor se escogieron dos indicadores clave para ser visualizados, resultando en un conjunto de 32 indicadores que fueron evaluados y ajustados en colaboración con expertos del departamento de sostenibilidad de dicha institución. Posteriormente, estos indicadores se visualizaron a través de un dashboard interactivo, y se realizó una encuesta de satisfacción para medir la efectividad de la propuesta.

Los resultados mostraron que la mayoría de los indicadores seleccionados por los expertos tienen un enfoque en factores sociales y ambientales, tal como se ha evidenciado en la literatura previa, donde las IES tienden a concentrar sus esfuerzos en aspectos medioambientales. Entre los indicadores más representativos se encuentran aquellos relacionados con la cantidad de proyectos de servicios comunitarios de sostenibilidad que se han realizado, la cantidad de actividades educativas abiertas al público en general, la gestión de residuos, el uso de energías renovables y la eficiencia en el consumo de agua en la IES. Estos indicadores fueron definidos inicialmente mediante una revisión exhaustiva de la literatura, en la cual se identificaron los indicadores más utilizados en estudios internacionales como UI Green Metric, THE IR y STARS. Luego de la encuesta a los expertos, se alinearon los indicadores seleccionados en categorías específicas para asegurar su alineación con los objetivos institucionales.

En cuanto a la satisfacción con el uso del dashboard, los resultados de la encuesta de satisfacción mostraron que la mayoría de los usuarios consideraron que las visualizaciones ofrecían una representación clara y precisa de los indicadores seleccionados. Dicha encuesta, reveló un alto nivel de aceptación y utilidad del instrumento. Los participantes destacaron la facilidad de uso del dashboard y su capacidad para proporcionar una visión integral del desempeño de la institución en términos de sostenibilidad. Sin embargo, algunos usuarios sugirieron la necesidad de mejorar la categorización de ciertos indicadores sociales y económicos, lo que indica oportunidades de mejora para futuras implementaciones.

4.1. Trabajo futuro

Se identificaron varias líneas de trabajo futuro. En primer lugar, se propone ampliar la cantidad de expertos en sostenibilidad para que identifiquen los indicadores relevantes en un contexto más diverso, y de esta manera, mejorar la representatividad de los indicadores seleccionados. Otro trabajo futuro consiste en el desarrollo de un software que permita la captura de datos de los indicadores de sostenibilidad de forma periódica, facilitando el monitoreo anual o semestral en las diferentes sedes que pueda tener la IES.

Además, en dicha plataforma se podría almacenar datos de diferentes IES lo que permitiría la comparación entre estas, generando un espacio para el análisis, identificación de oportunidades de mejora y reconocimiento de tendencias relacionadas con la sostenibilidad.

Por otro lado, con el propósito de robustecer la validación del marco de trabajo, se recomienda añadir análisis cuantitativos adicionales, como simulaciones o comparaciones con otras metodologías internacionales de sostenibilidad. Esto garantizaría que las IES puedan evaluar su desempeño en línea con estándares globales, y las simulaciones ayudarían a prever el impacto de diversas estrategias sostenibles bajo diferentes escenarios económicos y sociales, mejorando la toma de decisiones en IES.

Por último, se sugiere ampliar la personalización del dashboard para distintos perfiles de usuario, ampliar el despliegue del dashboard a otras IES y recolectar más datos sobre la satisfacción de uso, de tal forma que sea posible adaptar las visualizaciones y ajustar los indicadores, mejorando así la experiencia de usuario. También, se propone ampliar la muestra de usuarios para la validación del dashboard, buscando una mejor representatividad y robustez en los resultados de satisfacción de uso. Adicionalmente, se recomienda el uso de métodos estadísticos para seleccionar indicadores relevantes, con el fin de mejorar su representatividad y garantizar que los factores seleccionados reflejen con precisión las dinámicas de sostenibilidad de las IES.

Finalmente, la conclusión sintetiza los hallazgos más importantes del estudio, resaltando su contribución al avance del conocimiento en el campo y proponiendo recomendaciones específicas para la práctica, la política, o la investigación futura. Esta sección refleja sobre el valor agregado del estudio, incentivando la reflexión sobre las potenciales direcciones futuras que la investigación podría tomar, basadas en los resultados y discusiones presentadas.

5. Referencias

- Adel, H. M. (2017). *Performance Evaluation of Sustainability in Universities*. <https://www.researchgate.net/publication/317358683>
- Alawneh, R., Jannoud, I., Rabayah, H. y Ali, H. (2021). Developing a novel index for assessing and managing the contribution of sustainable campuses to achieve un sdgs. *Sustainability (Switzerland)*, 13(21). <https://doi.org/10.3390/su13211770>
- Albareda Tiana, S., Fernández Morilla, M., Maria Mallarach Carrera, J. y Vidal Ramèntol, S. (2017). Barreras para la sostenibilidad integral en la Universidad. In *Revista Iberoamericana de Educación* (Vol. 73).
- Aleixo, A. M., Leal, S. y Azeiteiro, U. M. (2018). Conceptualization of sustainable higher education institutions, roles, barriers, and challenges for sustainability: An exploratory study in Portugal. *Journal of Cleaner Production*, 172. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.010>
- Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education. (2024). *The Sustainability Tracking, Assessment & Rating System*. <https://stars.aashe.org/>
- Bashir, H., Araci, Z. C., Obaideen, K. y Alsyuf, I. (2023). An approach for analyzing and visualizing the relationships among key performance indicators for creating sustainable campuses in higher education institutions. *Environmental and Sustainability Indicators*, 19. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100267>

- Bautista-Puig, N., Orduña-Malea, E. y Perez-Esparrells, C. (2022). Enhancing sustainable development goals or promoting universities? An analysis of the times higher education impact rankings. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 23(8). <https://doi.org/10.1108/IJSHE-07-2021-0309>
- Bizerril, M., Evangelista, L. O., Layrargues, P. P., Nolasco, E., Oliveira, M. C., Oliveira, L. H., Ribeiro, R., Sousa, A. R. y Salemi, L. F. (2021). Implementing a sustainability plan on a small, young campus in Brazil. En *World Sustainability Series* (pp. 451-464). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63399-8_29
- Capocchi, A., Orlandini, P., Vallone, C., Harasheh, M. y Amelio, S. (2019). The Important Role of Universities in Enhancing Sustainability: The Case of the University of Milano-Bicocca. In *World Sustainability Series* (pp. 389-410). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03562-4_20
- Cardozo, N. H., da Silveira Barros, S. R., Quelhas, O. L. G., Filho, E. R. M. y Salles, W. (2020). Benchmarks Analysis of the Higher Education Institutions Participants of the GreenMetric World University Ranking. En *World Sustainability Series*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30306-8_40
- Cembranel, P., Teixeira Dias, F., Silva, C. G. da, Finatto, C. P. y Guerra, J. B. S. O. de A. (2023). Sustainable universities: The LGBTQIAP+ inclusive model. *Evaluation and Program Planning*, 100. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2023.102351>
- Chalmeta, R. y Ferrer Estevez, M. (2023). Developing a business intelligence tool for sustainability management. *Business Process Management Journal*, 29(8), 188-209. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-03-2023-0232>
- Chebeň, J., Lančarič, D., Munk, M. y Obdržálek, P. (2020). Determinants of economic sustainability in higher education institutions. *Amfiteatru Economic*, 22(54), 462-479. <https://doi.org/10.24818/EA/2020/54/462>
- DANE. (2020). *Guía para Diseño, Construcción e Interpretación de Indicadores 2*.
- Du, Y., Ye, Q., Liu, H., Wu, Y. y Wang, F. (2023). Sustainable Assessment Tools for Higher Education Institutions: Developing Two-Hierarchy Tools for China. *Sustainability (Switzerland)*, 15(15). <https://doi.org/10.3390/su15151551>
- Fahmy, S., Abd El-Ghany, M. N., Amer, H., Abdelsadek, M. S., Abdelazeem, M. W., Abdel Sabour, R. S., Nasr, Y. M. y Nasrallah, A. K. (2023). Developing a Sustainable University Campus in Egypt: Cairo University as a case study. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1194(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1194/1/012031>
- Friman, M., Mutanen, A., Schreiber, D. y Salminen, J. (2022). *Common features of sustainable higher education sector according to an international sustainability ranking data*. Sustainability Science. <https://doi.org/10.1007/s11625-022-01134-x>
- Galeano Ospino, S., Restrepo Tamayo, L. M., Jiménez Ortiz, A. C., Rueda Cabrera, D. S. y Gómez Torreglosa, J. D. (2024a, November). *PBI Marco de Trabajo Sostenible y Fuente de Datos*. <https://acortar.link/Ro8bCv>

- Galeano Ospino, S., Restrepo Tamayo, L. M., Jiménez Ortiz, A. C., Rueda Cabrera, D. S. y Gómez Torreglosa, J. D. (2024b, November 30). *Cuestionario Satisfacción de un tablero de control de Un Marco de Trabajo para Evaluar y Reportar la Sostenibilidad en Instituciones de Educación Superior*. <https://acortar.link/xNWAQo>
- Galeano-Ospino, S., Restrepo-Tamayo, L. M., Jimenez-Ortiz, A. C. y Rueda-Cabrera, D. S. (2024). *Repositorio Marco de Trabajo Sostenible*. <https://acortar.link/dbBLEq>
- González Gaudiano, E. J., Meira-Cardesa, P. Á. y Martínez-Fernández, C. N. (2015). Sustentabilidad y Universidad: retos, ritos y posibles rutas. *Revista de La Educación Superior*, XLIV(3), 69-93.
- González-Campo, C. H., Ico-Brath, D. y Murillo-Vargas, G. (2022). Integrating of sustainable development goals (SDG) for the fulfillment of the 2030 agenda in Colombian public universities. *Formacion Universitaria*, 15(2), 53-60. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062022000200053>
- Hanieh, A. A. y Hasan, A. A. (2023). A Proposed System for Greening Higher Education Institutions in Palestine. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 862-871. https://doi.org/10.1007/978-3-031-28839-5_96
- Hernandez-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta - roberto hernandez sampieri. En *McGraw Hill Mexico*.
- Horan, W. y O'regan, B. (2021). Developing a practical framework of sustainability indicators relevant to all higher education institutions to enable meaningful international rankings. *Sustainability (Switzerland)*, 13(2), 1-15. <https://doi.org/10.3390/su13020629>
- IREG Observatory. (2024). *UI GreenMetric World University Rankings*. <https://greenmetric.ui.ac.id/>
- Kitchenham, B. y Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. *Technical Report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report*. EBSE, 1(January 2007).
- Matana Júnior, S., Antonio Leite Frandoloso, M. y Barbosa Brião, V. (2023). The role of HEIs to achieve SDG7 goals from Netzero campuses: case studies and possibilities in Brazil. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 24(2), 462-480. Emerald Publishing. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-07-2021-0282>
- Mayorga-ponce, R. B., Virgen-quiros, A. K., Martínez-alamilla, A. y Salazar-valdez, D. (2020). Prueba Piloto Pilot Test. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de La Salud Universidad Autónoma Del Estado de Hidalgo*, 9(17).
- Mohamed Hashim, M. A., Tlemsani, I. y Duncan Matthews, R. (2022). A sustainable University: Digital Transformation and Beyond. *Education and Information Technologies*, 27(7), 8961-8996. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10968-y>
- Mrzygłocka-Chojnacka, J. y Ryńca, R. (2023). Using a Multi-Criteria Ranking Method to Assess Factors Influencing the Implementation of Sustainable Development at Higher Educational Institutions. *Sustainability (Switzerland)*, 15(7). <https://doi.org/10.3390/su15076256>

- Nogueiro, T. y Margarida, S. (2023). Global Academic Rankings. A Challenge or a Chance to Portuguese Higher Education Institutions. *Higher Education for Sustainability. Management and Industrial Engineering.*, 35-58. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-031-28793-0_2
- Pedro, E. de M., Leitão, J. y Alves, H. (2023). *Students' satisfaction and empowerment of a sustainable university campus.* Environment, Development and Sustainability. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03903-9>
- Peterson, C., Elliott, C., Smith, C. y Watson, J. (2023). Shooting for the STARS: Implementation of the Sustainable Development Goals at a University Through a Whole of Organisation Approach. *Education and the UN Sustainable Development Goals*, 7, 295-312. https://doi.org/10.1007/978-981-99-3802-5_17
- Puertas, R. y Marti, L. (2019). Sustainability in universities: DEA-GreenMetric. *Sustainability (Switzerland)*, 11(14). <https://doi.org/10.3390/su11143766>
- Saleh, M. S. M., Kassim, N. M., Tukur, N. A., Mukhiar, S. N. S. y Balaraman, R. A. (2021). Sustainable universities as brand marketing for universities: A case of universiti sains Malaysia. *Media Watch*, 12(1). <https://doi.org/10.15655/mw/2021/v12i1/205463>
- Serban, E. C., Hristea, A. M., Curea, S. C. y Cretu, R. F. (2020). Sustainable universities, from indifference to joint action-A panel data analysis. *Amfiteatru Economic*, 22(54), 376-390. <https://doi.org/10.24818/EA/2020/54/376>
- THE - Times Higher Education. (2024). *The Times Higher Education Impact Rankings.*
- Tracy, S. J. (2013). *Qualitative Research Methods.* John Wiley & Sons. www.wiley.com/go/tracy
- Westreicher, G. (2020). Ley de Pareto. *Economipedia.Com.*
- Zanellato, G. y Tiron-Tudor, A. (2021). Toward a sustainable university: Babes-bolyai university goes green. *Administrative Sciences*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/admsci11040133>

AUTOR/ES

Saray Galeano Ospino

Corporación Universitaria Adventista, Colombia.

sagaleano@unac.edu.co

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-1755-781X>

Luz Marcela Restrepo Tamayo

Universidad de Medellín, Colombia.

lmrestrepo@udemedellin.edu.co

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-9123-9030>

Adriana Cristina Jiménez Ortiz

Corporación Universitaria Adventista, Colombia.

ing.industrial@unac.edu.co

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-3281-9075>

Dilan Sebastián Rueda Cabrera

Corporación Universitaria Adventista, Colombia.

dilans.ruedac@unac.edu.co

Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0001-9273-1980>

José David Gómez Torreglosa: Corporación Universitaria Adventista, Colombia.

josed.gomez@unac.edu.co

Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0002-0083-4665>