

**DOCUMENTO PROPUESTA INDICADORES PARA REALIZAR SEGUIMIENTO  
PLATAFORMA MARKETPLACE ECONOMÍA CIRCULAR**

**CONTRATO DE CONSULTORÍA No. SDA-20231661 CELEBRADO ENTRE  
BOGOTÁ D.C. SECRETARÍA  
DISTRITAL DE AMBIENTE – SDA Y ADA S.A.S.**

**BOGOTÁ, COLOMBIA  
FEBRERO, 2024**

[www.ada.co](http://www.ada.co) | [info@ada.co](mailto:info@ada.co) | Nit: 800 167 494-4  
Carrera 35A No. 15B - 35 Of. 501 Edificio Prisma – **Medellín** PBX + (574) - 5201970  
Av. Calle 26 # 68c – 61 Oficina 531-1 Edificio Torre Central -**Bogotá**

## TABLA DE CONTENIDO

|     |                                                                                                                                                |    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | INTRODUCCIÓN.....                                                                                                                              | 3  |
| 2   | OBJETIVOS .....                                                                                                                                | 4  |
| 3   | PROCESO.....                                                                                                                                   | 5  |
| 4   | INDICADORES ECONOMÍA CIRCULAR.....                                                                                                             | 7  |
| 4.1 | LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LAS ORGANIZACIONES: ESTRATEGIAS E INDICADORES. ANÁLISIS DE CASOS (PALANCA ROIG, 2023) .....                            | 8  |
| 4.2 | METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE AVANCES EN LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LOS SECTORES PRODUCTIVOS DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL, 2022)..... | 9  |
| 4.3 | ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR APLICADA AL USO DE ENVASES PARA ALIMENTOS Y BEBIDAS EN COLOMBIA (BUENO, 2021).....             | 10 |
| 4.4 | INDICADORES DE TRANSICIÓN CIRCULAR V2.0 MÉTRICAS PARA EMPRESAS (WBCSD, 2021) .....                                                             | 11 |
| 5   | INDICADORES.....                                                                                                                               | 12 |
| 5.1 | PROCESOS DE LA PLATAFORMA DE MARKETPLACE.....                                                                                                  | 12 |
| 5.2 | INDICADORES POR RELEVANCIA Y DISPOSICIÓN DE DATOS .....                                                                                        | 12 |
| 5.3 | TIPO DE INDICADORES.....                                                                                                                       | 14 |
| 6   | CONCLUSIONES.....                                                                                                                              | 15 |
| 7   | BIBLIOGRAFÍA .....                                                                                                                             | 16 |

## 1 INTRODUCCIÓN

La economía circular, concebida como un paradigma de transformación productiva, ha emergido como una respuesta innovadora y colaborativa para abordar los desafíos contemporáneos relacionados con la eficiencia en el uso de recursos, la sostenibilidad ambiental y la recuperación económica post pandemia. Este modelo, basado en la sinergia entre la innovación tecnológica y la colaboración estratégica en las cadenas de valor, va más allá de ser una mera estrategia empresarial; se configura como una fuerza motriz para alcanzar metas cruciales como la descarbonización y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Su implementación, sin embargo, no se reduce a una serie de ajustes superficiales, sino que implica una transformación gradual y sistemática que remodela los cimientos mismos de los sistemas productivos.

En el contexto específico de los marketplaces, plataformas que facilitan la transacción de bienes y servicios, la implementación exitosa de principios de economía circular no solo representa una oportunidad para promover prácticas comerciales sostenibles, sino que también demanda una evaluación meticulosa y continua de su desempeño. Este documento se centra en la articulación técnica de indicadores fundamentales para llevar a cabo un seguimiento integral en un marketplace de economía circular. Estos indicadores se diseñan con el propósito de proporcionar una evaluación sistemática y rigurosa del impacto y la eficacia de la integración de principios circulares en la dinámica operativa de un marketplace. La propuesta se estructura para contribuir significativamente al avance del conocimiento en la aplicación práctica de la economía circular en el ámbito de los marketplaces, brindando una base analítica sólida para la toma de decisiones informadas y la optimización continua de estas plataformas en términos de sostenibilidad.

## 2 OBJETIVOS

### **OBJETIVO GENERAL:**

Desarrollar una propuesta de indicadores destinados a realizar un seguimiento efectivo en una plataforma de marketplace orientada a la economía circular, con el propósito de evaluar y optimizar su desempeño en términos de sostenibilidad, reutilización y reciclaje de productos.

A partir de una extensiva revisión bibliográfica, que comprende tanto publicaciones oficiales, como académicas, lograremos identificar aquellos indicadores que son más relevantes y aplicables a nuestro contexto regional y a las dinámicas específicas del marketplace.

La selección cuidadosa de estos indicadores es crucial, ya que nos proporcionarán las herramientas necesarias para medir el impacto real de la plataforma en promover la economía circular, facilitar decisiones informadas y estratégicas, y fomentar un entorno de transparencia y colaboración entre todos los participantes. Con este enfoque, aspiramos a que el marketplace no solo sea una plataforma de interacción, sino también un punto de referencia para la innovación sostenible y el desarrollo económico circular.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Comprender el panorama de métricas de economía circular existentes por medio del análisis de diferentes fuentes de información bibliográfica y orientar las medidas más pertinentes y oportunas que para el uso en la plataforma de marketplace de economía circular.

Identificar variables e indicadores específicos que permitan medir de manera precisa y cuantitativa el impacto y la eficacia de la integración de principios de economía circular en la plataforma de marketplace.

### 3 PROCESO

Para seleccionar los indicadores más apropiados para nuestro marketplace de economía circular, seguiremos un proceso estructurado y metódico. Primero, revisaremos una amplia gama de publicaciones y material bibliográfico para identificar los indicadores potenciales que se han utilizado en contextos similares. Este análisis nos permitirá entender las mejores prácticas y lecciones aprendidas en la medición de la circularidad. Segundo, desarrollaremos una metodología para calificar estos indicadores, asegurando que se seleccionen aquellos que son más relevantes y aplicables a nuestras operaciones específicas en el marketplace regional de economía circular. Esta metodología evaluará factores como la relevancia, facilidad de medición, y el impacto de cada indicador en la promoción de prácticas circulares. Finalmente, crearemos fichas técnicas para los indicadores seleccionados, siguiendo los formatos establecidos por los indicadores del Observatorio Ambiental de Bogotá. Estas fichas técnicas incluirán detalles como la definición del indicador, metodología de cálculo, fuentes de datos necesarias y procedimientos para la recolección de datos, lo que facilitará su implementación y seguimiento continuo.

#### Ilustración 1

#### Depuración indicadores de economía circular



Fuente: Elaboración propia

Para el presente documento, se tomó el siguiente inventario de publicaciones que están enfocados en el seguimiento de indicadores de economía circular:

- La economía circular en las organizaciones: estrategias e indicadores. Análisis de casos (Palanca Roig, 2023)
- Metodología para la evaluación de avances en la economía circular en los sectores productivos de américa latina y el caribe (CEPAL, 2022)
- Análisis del desarrollo de la economía circular aplicada al uso de envases para alimentos y bebidas en Colombia (Bueno, 2021) <sup>OBJ 16</sup>
- Indicadores de transición circular v2.0 métricas para empresas, realizadas por empresas (WBCSD, 2021)
- Indicadores del sistema de información de economía circular – SIEC

En esta línea, se realiza el procedimiento en los entregables No. 8, No. 9 y No. 10 de la siguiente manera:



## 4 INDICADORES ECONOMÍA CIRCULAR

Los indicadores que se incluirán marketplace, posterior a la revisión y clasificación, contribuirán a la toma de decisiones soportadas en datos; también ayudarán a medir el desempeño y que los usuarios puedan guiar su toma de decisiones en el momento de adoptar la circularidad como parte de su estrategia.

Los Indicadores ofrecerán información a los usuarios y administradores de la plataforma sobre su rendimiento en economía circular, permitiéndoles lo siguiente:

- Empezar conversaciones en la cadena de valor sobre las prioridades circulares compartidas.
- Identificar las oportunidades de negocios de economía circular.
- Establecer una línea de base y monitorear el progreso respecto de su transición circular.

Estos indicadores en el marketplace se implementarán como una herramienta para que los usuarios obtengan información, por lo tanto, estos indicadores deben tener las siguientes características:

- **Simplicidad:** Ser lo más simple posible en el contexto de la economía circular y que los datos sean de fácil adquisición.
- **Uniformidad:** Usar un idioma común, transversal a todas las industrias y proporcionar información consistente sobre las oportunidades circulares y los riesgos lineales, independientemente del tamaño, del sector o de la posición en la cadena de valor.
- **Integridad y flexibilidad:** Ofrecer un conjunto métricas con la flexibilidad de adaptarse a diversas necesidades empresariales.
- **Complementariedad:** Dado que la circularidad es un camino a una producción y un consumo más sostenibles, las evaluaciones nunca deben llevarse a cabo de manera aislada y siempre se deben complementar con otras métricas empresariales de sostenibilidad existentes.
- **Neutralidad:** No de priorizar un material específico por sobre otro en tanto que todos contribuyan a la economía circular.

A continuación, veremos los principales documentos revisados y sus características.

#### 4.1 LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LAS ORGANIZACIONES: ESTRATEGIAS E INDICADORES. ANÁLISIS DE CASOS (PALANCA ROIG, 2023)

La tesis "La Economía Circular en las Organizaciones: Estrategias e Indicadores. Análisis de Casos" de Ana Palanca Roig explora cómo diversas organizaciones implementan la economía circular (EC), qué estrategias utilizan y cómo miden sus progresos. La investigación profundiza en los impactos de estas implementaciones, centrándose especialmente en la triple hélice de la colaboración entre el sector académico, industrial y gubernamental.

En este documento la autora nos presenta los siguientes puntos principales:

- **Definición y Estrategias de EC:** La tesis comienza estableciendo un marco conceptual claro para la EC, describiendo cómo minimiza el uso de recursos, reduce los desechos y las emisiones, y cómo estas prácticas pueden ser coherentes con el crecimiento y la prosperidad sostenible.
- **Indicadores de EC:** Se destacan varios indicadores utilizados para medir el rendimiento en la EC, incluyendo la huella de carbono y el Análisis del Ciclo de Vida (LCA). Estos indicadores ayudan a evaluar el impacto ambiental y la eficiencia de las estrategias de EC adoptadas por las organizaciones.
- **Estudios de Caso y Metodología:** La tesis presenta un estudio comparativo basado en entrevistas con once organizaciones, lo que proporciona un análisis diverso y auténtico de la implementación de la EC en diferentes contextos.
- **Desafíos y Lecciones Aprendidas:** Identifica desafíos comunes como la monitorización de la EC y la heterogeneidad en la aplicación de sus estrategias, además de resaltar las lecciones aprendidas que incluyen la cooperación en proyectos de I+D, el impacto económico positivo y la importancia de la formación continua.
- **Recomendaciones y Conclusiones:** La tesis concluye con recomendaciones para mejorar la implementación de la EC, enfatizando la necesidad de una mejor colaboración entre todos los actores sociales y la adaptación continua a los desafíos emergentes como la pandemia de COVID-19.

Aplicabilidad de Indicadores en un Marketplace de Economía Circular:

La extensa batería de indicadores revisada en esta tesis, ver Tabla 1, serán evaluados bajo una metodología que ayudará a escoger aquellos relevantes para el uso en la plataforma de marketplace de Economía Circular.

## 4.2 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE AVANCES EN LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LOS SECTORES PRODUCTIVOS DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL, 2022)

Este documento de CEPAL explora cómo las organizaciones pueden incorporar la economía circular en sus operaciones y cuantificar su progreso mediante indicadores específicos. Analiza múltiples estudios de caso para demostrar cómo se pueden aplicar diversas estrategias de economía circular y cómo los indicadores pueden ayudar a medir la efectividad de estas estrategias. La tesis se centra en distintos niveles de implementación (micro, meso y macro) y evalúa tanto aspectos medioambientales como económicos.

### Indicadores Relevantes para un Marketplace de Economía Circular:

- **Indicadores de Reutilización y Reciclaje:** Útiles para marketplaces que promueven la venta de productos reciclados o reutilizables, midiendo la cantidad de material que se reintroduce en el ciclo productivo.
- **Indicadores de Reducción de Desperdicio:** Relevantes para plataformas que buscan minimizar los residuos generados a través de sus operaciones y las de sus usuarios.
- **Indicadores de Eficiencia de Recursos:** Cruciales para medir la cantidad de recursos naturales utilizados por producto vendido, lo cual es esencial para marketplaces que venden productos físicos.
- **Indicadores de Impacto Ambiental:** Por ejemplo, la huella de carbono de las operaciones del marketplace, lo cual es importante para evaluar y comunicar el impacto ambiental directo e indirecto de la plataforma.

### Aplicabilidad de los Indicadores:

De la batería de indicadores presentada, ver Tabla 2, pueden no ser directamente aplicables si requieren datos que no se pueden obtener fácilmente a través de las interacciones normales en un marketplace digital. Por ejemplo, indicadores que requieren inspecciones in situ o evaluaciones detalladas de procesos de fabricación que los vendedores podrían no estar dispuestos o ser capaces de proporcionar.

Esta evaluación señala que, si bien muchos indicadores de economía circular son útiles y aplicables a un marketplace, es crucial seleccionar aquellos que se pueden medir de manera efectiva y que proporcionan información valiosa para impulsar decisiones operativas y estratégicas en la plataforma.

#### 4.3 ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR APLICADA AL USO DE ENVASES PARA ALIMENTOS Y BEBIDAS EN COLOMBIA (BUENO, 2021)

El análisis presentado en el trabajo "Análisis del Desarrollo de la Economía Circular Aplicada al Uso de Envases para Alimentos y Bebidas en Colombia" por Leidy Constanza Bueno Arias se centra en cómo la economía circular puede influir en la gestión de envases en Colombia, una industria que enfrenta desafíos significativos debido al alto volumen de residuos generados y la baja tasa de reciclaje. Este estudio propone un cambio del modelo económico lineal hacia uno circular para mejorar la sostenibilidad, la eficiencia de recursos y el impacto medioambiental de los envases.

La tesis destaca varios puntos clave:

- **Impacto Ambiental Actual:** Describe cómo el modelo actual de "usar y desechar" ha contribuido a una crisis ambiental, exacerbando la contaminación y afectando la salud de los ecosistemas y seres vivos.
- **Necesidad de Cambio:** Subraya la urgencia de adoptar un modelo de economía circular que no solo recicle, sino que también diseñe productos para su reutilización, reparación y reciclaje final.
- **Datos Nacionales:** Menciona estadísticas preocupantes, como el hecho de que Colombia solo recicla un 17% de sus residuos sólidos, con gran parte del material plástico destinado a envases y empaques.
- **Propuestas de Innovación:** Sostiene que es crucial innovar en los modelos de negocio y mejorar el uso de los recursos naturales para fomentar empleos y agregar valor a la economía colombiana.

Este estudio proporciona una base sólida para entender las oportunidades y desafíos de aplicar la economía circular en el sector de envases en Colombia, sugiriendo que las políticas y estrategias adecuadas pueden llevar a un uso más eficiente y sostenible de los recursos y una mejor gestión de residuos ([repositorio.unbosque.edu](https://repositorio.unbosque.edu)).

Algunos indicadores potencialmente útiles para el marketplace propuestos por la autora para una fase avanzada del proyecto podrían incluir:

- Tasa de Reciclaje.
- Porcentaje de Materiales Reciclados Utilizados en Nuevos Productos
- Reducción de la Generación de Residuos
- Eficiencia en el Uso de Recursos

#### 4.4 INDICADORES DE TRANSICIÓN CIRCULAR V2.0 MÉTRICAS PARA EMPRESAS (WBCSD, 2021)

El documento "Indicadores de Transición Circular V2.0: Métricas para Empresas", desarrollado por el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) en 2021 proporciona un conjunto exhaustivo de métricas diseñadas para ayudar a las empresas a medir su progreso hacia la economía circular. Los indicadores están estructurados para abordar diversos aspectos del ciclo de vida del producto y la gestión de recursos, lo que es crucial para cualquier entidad que busque optimizar sus operaciones bajo principios de circularidad, y podemos encontrar las siguientes características en los indicadores presentados:

- **Enfoque Integral:** Los indicadores cubren múltiples áreas, incluyendo la eficiencia del uso de recursos, la gestión de residuos, el diseño para la reutilización y reciclaje, y la innovación en procesos productivos.
- **Aplicabilidad en Empresas:** Están diseñados para ser aplicados en diferentes sectores industriales, proporcionando una herramienta flexible pero rigurosa para que las empresas evalúen su transición hacia modelos más sostenibles.
- **Fomento de la Circularidad:** Promueven la adopción de prácticas que no solo reducen el impacto ambiental, sino que también mejoran la eficiencia operativa y pueden generar ventajas competitivas en términos de costos y reputación.
- **Soporte para Decisiones Estratégicas:** Los indicadores están pensados para informar decisiones estratégicas, apoyando a las empresas en la identificación de áreas prioritarias de intervención y en el monitoreo de progresos.

Indicadores Viables para un Marketplace de Economía Circular:

Algunos de los indicadores presentados podrían ser especialmente útiles para un marketplace de economía circular en una segunda fase pueden ser:

- Porcentaje de Materiales Reciclados Utilizados
- Tasa de Reducción de Residuos
- Eficiencia en el Uso de Recursos

La implementación de estos indicadores en un marketplace de economía circular no solo fomentaría prácticas comerciales sostenibles, sino que también proporcionaría datos valiosos para comunicar el compromiso del marketplace con la sostenibilidad a los consumidores, mejorando así su posición en el mercado.

## 5 INDICADORES

### 5.1 PROCESOS DE LA PLATAFORMA DE MARKETPLACE

El proceso de revisión y unificación de indicadores para el marketplace como plataforma de economía circular digital genera insumos para el manejo de las métricas e identifica que sus áreas susceptibles de integración con los principios de economía circular por medio de la generación de data que alimente los indicadores de seguimiento son:

- Los usuarios, las empresas, productos, servicios o iniciativas deberán registrarse en la plataforma y cargar información para comprender su valor añadido para la economía circular.
- La plataforma es un espacio de intercambio, de transferencia de conocimiento para dar visibilidad a las buenas prácticas y casos de éxito de productos y servicios de economía circular desarrollados por empresas y personas emprendedoras.
- Se recopilarán datos y se mostrará el desempeño de diferentes áreas temáticas: ecodiseño, reutilización, reparación, valorización de materiales, servitización, economía colaborativa etc.
- Los usuarios podrán revisar productos o iniciativas de manera rápida, instantánea y gratuita creándose un perfil.
- El usuario puede localizar productos por ciudad para que filtre solo los productos que te interesan por su ubicación.
- Facilitará la usabilidad de los usuarios para agilizar los procesos de todos los implicados e invitarles a contribuir en un modelo más verde en el que ganamos todos.
- Igualmente podrán solicitar búsqueda de socios en un área privada para empresas registradas.

### 5.2 INDICADORES POR RELEVANCIA Y DISPOSICIÓN DE DATOS

El propósito central de la revisión de indicadores es proporcionar una vía eficaz para la toma de decisiones fundamentadas y la identificación de aquellos indicadores pertinentes y oportunos para el uso en la plataforma marketplace de economía circular. La medición de estos indicadores desempeña un papel crucial al respaldar decisiones basadas en datos. Específicamente, en el contexto de la economía circular, los indicadores son esenciales para evaluar la implementación de los principios de este enfoque en productos, servicios y sistemas (Superti, 2021).

Como se ha identificado, las metodologías iniciales para medir indicadores de economía circular que fueron creadas por la Fundación Ellen MacArthur y entre los años 2018 y 2020 la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) consolidó un inventario de 474 indicadores en economía circular, resultado de un análisis exhaustivo de 29 estudios realizados en la Unión Europea, China, Norte y Sur América.

Este inventario clasifica los indicadores en cinco categorías principales: **medio ambiente** (39%), **gobierno** (34%), **económicos y de negocio** (14%), **infraestructura y tecnología** (8%), y **social** (5%). Además, la OCDE propone 33 subcategorías y 11 sectores para agrupar los indicadores en sistemas específicos relacionados con residuos, materiales, construcciones, energía, alimentos, agua, administración pública y aire, entre otros aspectos. Es relevante señalar que la mayoría de estos indicadores priorizan la medición de impactos ambientales sobre los socioeconómicos (CEPAL, 2022).

Con este amplio inventario de indicadores que contempla diferentes ámbitos y categorías; el paso a seguir es realizar un tamizaje identificando elementos específicos como la disponibilidad de datos, la relevancia y la pertinencia para llegar a aquellos indicadores de uso para la plataforma marketplace que cumplan los siguientes criterios:

### Relevancia:

Este criterio busca priorizar los indicadores que permitan realizar un seguimiento efectivo de los resultados de la operación de la plataforma. Se seleccionarán aquellos que:

- **Miden directamente los objetivos de la plataforma:** Los indicadores deben estar directamente relacionados con los objetivos específicos de la plataforma y su impacto en la economía circular.
- **Permiten la comparación entre diferentes actores:** Los indicadores deben ser comparables entre diferentes usuarios, ciudades y sectores de la economía.
- **Son sensibles a los cambios en la operación de la plataforma:** Los indicadores deben ser sensibles a los cambios en la actividad de la plataforma para poder detectar mejoras o áreas de oportunidad.

### Disponibilidad de datos:

Este criterio busca priorizar indicadores que:

- **Cuentan con datos confiables y actualizados:** Los datos para calcular los indicadores deben ser precisos, completos y estar disponibles de forma regular.
- **Se pueden obtener de manera eficiente:** La obtención de los datos no debe requerir un esfuerzo excesivo en términos de tiempo y recursos.
- **Son compatibles con la infraestructura de la plataforma:** Los datos deben ser compatibles con los sistemas y herramientas de la plataforma para facilitar su integración y análisis.

Además de los criterios mencionados anteriormente, se considerarán otros aspectos relevantes para la selección de indicadores, como:

- **Simplicidad y facilidad de comprensión:** Los indicadores deben ser fáciles de entender para los usuarios de la plataforma.
- **Costo de implementación:** Se tendrá en cuenta el costo de implementar y mantener los indicadores.

### 5.3 TIPO DE INDICADORES

Adicional de los criterios de elección de los indicadores para la plataforma marketplace, se realizará la respectiva clasificación de los indicadores desempeño,

- **Indicadores de Desempeño:** Se centran en medir y evaluar la eficiencia y efectividad de las prácticas circulares adoptadas por una organización, sector o región. Estos indicadores proporcionan información clave sobre cómo se gestionan los recursos, se minimizan los residuos y se promueve la sostenibilidad en la cadena de valor
- **Indicadores de Sostenibilidad:** Métricas que evalúan el impacto ambiental, social y económico de las prácticas circulares adoptadas por una organización, sector o región en el marketplace.
- **Indicadores de impacto:** Métricas que proporcionan una visión integral de cómo las estrategias de economía circular afectan a la sostenibilidad a lo largo de la cadena de valor de un producto o servicio.
- **Indicadores tecnológicos:** Por medio de la analítica web consiste en recopilar e interpretar datos relacionados la plataforma para optimizarla y mejorar sus resultados. Gracias a estos datos, se puede comprender mejor cómo se comportan los usuarios en tu web y determinar los puntos de mejora.

## 6 CONCLUSIONES

La selección de indicadores para evaluar los más relevantes, pertinentes y oportunos para el uso en el marketplace de economía circular se presenta como una tarea crucial en el camino hacia un modelo más sostenible. A lo largo de este documento, hemos explorado diversas métricas, desde eficiencia en el uso de recursos, enfatizando la importancia de una evaluación integral que refleje los principios fundamentales de la economía circular. La selección de indicadores debe ser adaptable a contextos específicos y metas particulares, posibilitando así una evaluación precisa y significativa del progreso hacia prácticas más sostenibles. En última instancia, la implementación efectiva de estos indicadores desempeñará un papel crucial en la creación de sistemas económicos más resilientes, eficientes y respetuosos con el medio ambiente.

Por esta razón, la parte metodológica y de selección será presentada en el entregable número 9, donde se detallará el análisis llevado a cabo. Esto se realizará mediante criterios específicos que me permitirán identificar las variables e indicadores óptimos para el marketplace y de economía circular.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- Alejandrino, C. M. (2021). Life cycle sustainability assessment: Lessons learned from case studies. *Environmental Impact Assessment Review*.
- Allwood, J. M. (2013). Material efficiency: providing material services with less material production. *Philosophical transactions of the royal society a: mathematical, physical and engineering sciences*, 371(1986), 20120496.
- Banaité, D. (2016). Towards circular economy: analysis of indicators in the context of sustainable development. *Social Transformation in Contemporary Society*, 4(9), 142-150.
- Bueno, L. C. (2021). *ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR APLICADA AL USO DE ENVASES PARA ALIMENTOS Y BEBIDAS EN COLOMBIA*. Recuperado el 29 de febrero de 2024, de ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR APLICADA AL USO DE ENVASES PARA ALIMENTOS Y BEBIDAS EN COLOMBIA: <https://repositorio.unbosque.edu.co/server/api/core/bitstreams/89dadcd1-5a06-4e69-b307-e653f340364c/content>
- Busu, C., & Busu, M. (2028). *Modelling the circular economy processes at the EU*.
- Busu, M., & Trica, C. (2019). *Sustainability of circular economy indicators and their impact on economic growth of the European Union*.
- Cayzer, S. G. (2017). Design of indicators for measuring product performance in the circular economy. *International Journal of Sustainable Engineering*, 10(4-5), 289-298.
- Cayzer, S. G. (2017). Design of indicators for measuring product performance in the circular economy. *International Journal of Sustainable Engineering*, 10(4-5), 289-298.
- CEPAL. (2022). *Metodología para la evaluación de avances en la economía circular en los sectores productivos de América Latina y el Caribe*. Recuperado el 29 de febrero de 2024, de Metodología para la evaluación de avances en la economía circular en los sectores productivos de América Latina y el Caribe: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/321c16c7-62ef-441d-ab18-93bfda59276f/content>
- DANE. (2021). *SISTEMA DE INDICADORES AMBIENTALES, DE SOSTENIBILIDAD Y ECONOMÍA CIRCULAR*. Recuperado el 25 de Febrero de 2024, de SISTEMA DE INDICADORES AMBIENTALES, DE SOSTENIBILIDAD Y ECONOMÍA CIRCULAR: <https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/sistema-indicadores-ambientales-sostenibilidad-economia-circular-dane-colombia.pdf>
- Di Maio, F. R. (2017). Measuring resource efficiency and circular economy: A market value approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 122, 163-171.
- El Alaoui, M. (2020). A fuzzy multiplicative performance indicator to measure circular economy efficiency. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 1118.
- Elia, V. G. (2017). Measuring circular economy strategies through index methods: A critical analysis. *Journal of cleaner production*, 142, 2741-2751.

- Figge, F. T.-J. (2018). Longevity and circularity as indicators of eco-efficient resource use in the circular economy. *Ecological economics*, , 150, 297-306.
- Franklin-Johnson, E. F. (2016). Resource duration as a managerial indicator for Circular Economy performance. *Journal of Cleaner Production*,, 133.
- Franklin-Johnson, E. F. (2016). Resource duration as a managerial indicator for Circular Economy performance. . *Journal of Cleaner Production*,, 288 - 298 133,.
- García-Sánchez, I. M.-R.-E.-A. (2021). Which region and which sector leads the circular economy? CEBIX, a multivariant index based on business actions. J. *Journal of Environmental Management*, 297,.
- Geissdoerfer, M. V. (2018). Sustainable business model innovation: A review. *Journal of cleaner production*,, 198, 401-416.
- Geng, Y. L. (2011). Regional societal and ecosystem metabolism analysis in China: A multi-scale integrated analysis of societal metabolism (MSIASM) approach. *Energy*,, 36(8), 4799-4808.
- Geng, Y., Fu, J., & Sarkis, J. (2012). Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis. *Journal of cleaner production*, 23(1), 216-224.
- Graedel, T. E. (2010). Industrial ecology and sustainable engineering.
- Haupt, M. V. (2017). Do we have the right performance Do we have the right performance. *Journal of Industrial Ecology*,, 21(3), 615-627.
- Haupt, M. V. (2017). Do we have the right performance indicators for the circular economy?: insight into the Swiss waste management system. . *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 615-627.
- Huysman, S. D. (2017). Performance indicators for a circular economy: A case study on post-industrial plastic. *Resources, conservation and recycling*, 120, 46-54.
- Huysveld, S. H. (2019). Advancing circular economy benefit indicators and application on open-loop recycling of mixed and contaminated plastic waste fractions. *Journal of Cleaner Production*, 211, 1-13.
- Jeswani, H. K. (2010). Options for broadening and deepening the LCA approaches. J. *Journal of Cleaner Production*, 1, 18(2), 120-127.
- Krajnc, D., & Glavič, P. (2003). Indicators of sustainable production. *Clean technologies and environmental policy*, 5(3), 279-288.
- Lewis Chen, J. &. (2001). An eco-innovative design approach incorporating the TRIZ method without contradiction analysis. *The Journal of Sustainable Product Design*, , 1(4), 263-272.
- Linder, M. S. (2017). A metric for quantifying product-level circularity. *Journal of Industrial Ecology*,, 21(3), 545-558.
- McDowall, W. G. (2017). Circular economy policies in China and Europe. J. *Journal of Industrial*, , 21(3), 651-661.
- Moraga, G. H. (2019). Circular economy indicators: What do they measure?. *Resources, Conservation and Recycling*, 146.

- Palanca Roig, A. (2023). *La Economía Circular en las organizaciones: estrategias e indicadores. Análisis de casos*. Recuperado el 29 de febrero de 2024, de La Economía Circular en las organizaciones: estrategias e indicadores. Análisis de casos: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/195108/Palanca%20-%20La%20Economia%20Circular%20en%20las%20organizaciones%20estrategias%20e%20indicadores%20Analisis%20de%20casos.pdf?sequence=1>
- Parchomenko, A. N. (2019). Measuring the circular economy-A Multiple Correspondence Analysis of 63 metrics. *Journal of cleaner production*, 210, 200-216.
- Parmenter, D. (2015). Key performance indicators: developing, implementing, and using winning KPIs. J. *John Wiley & Sons*.
- Pauliuk, S. A. (2017). Industrial ecology in integrated assessment models. *Nature Climate Change*, 7(1), 13-20.
- Petković et al, B. e. (2021). *Neuro fuzzy evaluation of circular economy based on waste generation, recycling, renewable energy, biomass and soil pollution*. Recuperado el 29 de febrero de 2024, de Neuro fuzzy evaluation of circular economy based on waste generation, recycling, renewable energy, biomass and soil pollution: <https://fardapaper.ir/mohavaha/uploads/2022/12/Fardapaper-Neuro-fuzzy-evaluation-of-circular-economy-based-on-waste-generation-recycling-renewable-energy-biomass-and-soil-pollution.pdf>
- Rigamonti, L. &. (2021). Life cycle assessment and circularity indicators. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 26(10), 1937-1942.
- Saidani, M. Y. (2019). A taxonomy of circular economy indicators. *Journal of Cleaner Production*, 207, 542-559.
- Schiller, G. L. (2019). Material Flows In Buildings' Life Cycle And Regions—Material Inventories To Support Planning Towards Circular Economy. In IOP. *Conference Series*., (Vol. 290, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.
- Smol, M. K. (2017). Circular economy indicators in relation to eco-innovation in European regions. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 19(3), 669-678.
- Superti, V. H. (2021). , A systemic framework to categorize Circular Economy interventions: An application to the construction and demolition sector. *Conservation and*, 173, 105711.
- Vinante, C. S. (2021). Circular economy metrics: Literature review and company-level classification framework. *Journal of cleaner production*, 288, 125090.
- Wang, S. (2015). Study on Province-Wide Evaluation Index System of Energy-Saving and Emission-Reduction in China. In *Advanced Materials Research*, (Vol. 1092, pp. 1616-.
- WBCSD. (2021). *Indicadores de transición circular C1. Métricas para empresas, realizadas por empresas*. Recuperado el 29 de Febrero de 2024, de World Business Council For Sustainable Development ( WWBCSD): <https://www.wbcsd.org/contentwbcsd/download/11123/164399/1>
- Wieland, H. L. (2021). The PIOLab: Building global physical input–output tables in a virtual laboratory. *Journal of Industrial Ecology*.

Tabla 1  
Clasificación y limitaciones de los indicadores de EC analizados

| Indicadores<br>(Autores)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Clasificación |      |      | Limitaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Eco.          | Amb. | Soc. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>(i)</b> Impacto ambiental y liberación química.<br><b>(ii)</b> Contaminación por emisiones y desechos.<br><b>(iii)</b> Indicadores relacionados con la gestión del fin de la vida útil y el uso de productos químicos.<br><b>(iv)</b> Indicadores relacionados con la gestión de las materias primas y las instalaciones.<br><b>(v)</b> Gestión de energía y agua.<br>(Krajnc & Glavič, 2003). |               |      |      | Pendiente investigación en profundidad sobre su exhaustividad, clasificación, posible complementariedad y aplicabilidad desde una perspectiva industrial o política.                                                                                                                                      |
| <b>(i)</b> Energía.<br><b>(ii)</b> Análisis de flujo de materiales (MFA).<br><b>(iii)</b> Análisis de ciclo de vida (LCA).<br><b>(iv)</b> Emisiones de CO <sub>2</sub> .<br><b>(v)</b> Rentabilidad económica.<br>(Geng, Fu, & Sarkis, 2012).                                                                                                                                                     |               |      |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>(i)</b> Tasa de producción de recursos.<br><b>(ii)</b> Tasa de consumo de recursos.<br><b>(iii)</b> Tasa de utilización de recursos integrados<br><b>(iv)</b> Eliminación de desechos.<br><b>(v)</b> Emisión de contaminantes.<br>(Geng, Fu, & Sarkis, 2012).                                                                                                                                  |               |      |      | Se deben establecer indicadores sociales, indicadores de simbiosis urbana / industrial, indicadores de negocios e indicadores orientados a la prevención.                                                                                                                                                 |
| Cumplimiento del principio de las 3 R: Reducción, Reutilización y Reciclaje.<br>(Wang, 2015)                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |               |      |      | Se centra en el nivel regional y no considera una perspectiva más global.                                                                                                                                                                                                                                 |
| El enfoque de China:<br><b>(i)</b> La producción industrial<br><b>(ii)</b> El agua,<br><b>(iii)</b> La contaminación<br><b>(iv)</b> La escala (a través de un sistema de experimentación multinivel bajo jerarquía)<br><b>(v)</b> El lugar (a través de la incorporación de ideas de EC en la planificación del uso del suelo).<br>(McDowall, 2017)                                               |               |      |      | Falta de indicadores sociales, indicadores absolutos de reducción de emisiones, indicadores absolutos de reducción de material / energía e indicadores orientados a la prevención. No existe una descripción detallada ni un proceso estandarizado sobre la recopilación, el cálculo y el envío de datos. |

|                                                                                                                                                                                                                              |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| <p>El enfoque de Europa:</p> <p>(i) Los aspectos económicos</p> <p>(ii) Las condiciones medioambientales</p> <p>(iii) El potencial de eficiencia de los recursos para impulsar la competitividad</p> <p>(McDowall, 2017)</p> |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|

Fuente: La Economía Circular en las organizaciones: estrategias e indicadores. Análisis de casos (Palanca Roig, 2023)

Tabla 1  
Clasificación y limitaciones de los indicadores de EC analizados

| Indicadores<br>(Autores)                                                                                                                                                                                                 | Clasificación |     |      | Limitaciones                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                          | Eco.          | Amb | Soc. |                                                                                                                                                                                              |
| <p>(i) Huella ecológica, que mide los recursos necesarios para producir los que se consume.</p> <p>(ii) Eco indicador 99 está orientado a la medición de daños del ciclo de vida del producto.</p> <p>(Figge, 2018).</p> |               |     |      | Indicadores que se basan solamente en cuestiones específicas ambientales en los que se evalúa la carga de cada indicador.                                                                    |
| <p><b>Indicador de Longevidad:</b></p> <p>Determina el grado en que un sistema es circular, así como cuánto permanecen los materiales en dicho sistema.</p> <p>(Franklin-Johnson E. F., 2016).</p>                       |               |     |      | No considera <i>down-cycling</i> ( <i>reprocesamiento del material</i> ), ni el consumo de recursos ni la recuperación de materiales múltiples y la dirección de los flujos en los cálculos. |
| <p>Medida del grado de los logros de circularidad alcanzados durante el ciclo de vida de los productos o de los sistemas.</p> <p>(Schiller, 2019)</p>                                                                    |               |     |      | Falta de flexibilidad y adaptación para reflejar la variabilidad y la evolución en el tiempo de las necesidades de los consumidores.                                                         |
| <p>(i) Huella de carbono.</p> <p>(ii) Ecosystem Damage Potential (EDP).</p> <p>(Elia, 2017).</p>                                                                                                                         |               |     |      | Cada indicador no abarca todos los requisitos de la EC. Presentan un enfoque medioambiental sin considerar la dimensión social o económica.                                                  |
| <p>(i) Life cycle assessment (LCA)</p> <p>(ii) Environmental Performance Strategy Map (EPSM)</p> <p>(Elia, 2017).</p>                                                                                                    |               |     |      |                                                                                                                                                                                              |
| <p>Indicadores cualitativos para verificar en qué grado una organización o producto está alineado con los principios de la EC.</p> <p>(Cayzer S. G., 2017).</p>                                                          |               |     |      | Los indicadores deben estar respaldados por metodologías científicas rigurosas y transparentes de cuantificación y monitorización.                                                           |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |  |                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicador capaz de medir el desempeño de la EC de los tratamientos de los residuos plásticos tomando como punto de partida la calidad del material reciclado. Permite seleccionar el método de tratamiento de residuos óptimo.<br>(Huysman, 2017).                                                          |  |  | No considera las fases de diseño, logística o producción. Se centra exclusivamente en el consumo de recursos plásticos. |
| (i) Importancia de las políticas<br>(ii) Cobertura de todas las categorías relevantes y recursos,<br>(iii) coherencia<br>(iv) transparencia en la comercialización y el efecto negativo del reparto de cargas<br>(v) aplicabilidad a los distintos niveles de las actividades económicas<br>(Wieland, 2021) |  |  | Es necesaria una mayor transparencia para favorecer la toma de decisiones.                                              |

Fuente: La Economía Circular en las organizaciones: estrategias e indicadores. Análisis de casos (Palanca Roig, 2023)

Tabla 1

Clasificación y limitaciones de los indicadores de EC analizados

| Indicadores<br>(Autores)                                                                                                                                                                                                                          | Clasificación |     |      | Limitaciones                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                   | Eco.          | Amb | Soc. |                                                                                                                                                                                    |
| (i) Ratios de reciclado.<br>(ii) Indicador de flujos de materiales.<br>(Haupt M. V., 2017).                                                                                                                                                       |               |     |      | Falta de información sobre la cantidad de recursos secundarios producidos o su uso final que enturbia la toma de decisiones alineadas con la EC.                                   |
| Indicador centrado en la producción de materiales secundarios.<br>(Allwood, 2013).                                                                                                                                                                |               |     |      | No considera el diseño, producción, logística o gestión de recogida de residuos.                                                                                                   |
| Circular Economy Index (CEI):<br><br>Indicador que mide la relación entre el valor del material producido por el reciclador (valor de mercado) y el valor del material intrínseco que ingresa a la instalación de reciclaje<br>(Rigamonti, 2021). |               |     |      | Está limitado al proceso de reciclado y no considera otras posibles alternativas del fin de vida de los productos. No se analizan otras fases dentro del ciclo productivo.         |
| Life Cycle Assessment (LCA)<br>(Lewis Chen, 2001).                                                                                                                                                                                                |               |     |      | Requiere un conocimiento global de todas las áreas de las empresas, suministradores y clientes tanto a nivel técnico como económico, social, comercial, medioambiental y cultural. |
| Focalizados en las estrategias de la EC y específicamente en:<br><br>(i) La eficiencia de los recursos.<br>(ii) Clima.<br>(iii) Energía.<br>(iv) Autonomía.<br>(Pauliuk, 2017).                                                                   |               |     |      | Deben estar relacionados con las políticas actuales, los objetivos de desarrollo sostenible (UN, 2017).                                                                            |

|                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ratio del valor económico de los materiales reciclados frente al valor total del producto.<br>(Linder, 2017).                                                                                                                                   |  |  | Es un indicador muy específico centrado en los materiales reciclados que no considera el ciclo de vida del producto. |
| Engloba impactos del ciclo de vida basados en la calidad técnica de los flujos de residuos plásticos y evalúa el consumo de recursos mediante el método Cumulative Exergy Extraction from the Natural Environment (CEENE).<br>(Huysveld, 2019). |  |  | Está limitado al reciclado y presupone un conocimiento en el ciclo de vida del producto.                             |

Fuente: La Economía Circular en las organizaciones: estrategias e indicadores. Análisis de casos (Palanca Roig, 2023).

Tabla 1  
Clasificación y limitaciones de los indicadores de EC analizados

| Indicadores<br>(Autores)                                                                                                                                                                              | Clasificación |     |      | Limitaciones                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                       | Eco.          | Amb | Soc. |                                                                                                                                                    |
| (i) Intensidad del material.<br>(ii) intensidad de los residuos.<br>(Jeswani, 2010).                                                                                                                  |               |     |      | Se consideran partes del ciclo de vida del producto, pero no su ciclo completo.                                                                    |
| <b>The value-based resource efficiency (VRE):</b> está alineado con el valor del mercado de los recursos.<br>(Di Maio, 2017).                                                                         |               |     |      | Los legisladores no disponen de un <i>key performance indicator</i> efectivo para estimular a la industria del reciclado.                          |
| Valor económico empleado en la toma de decisiones.<br>(Di Maio, 2017).                                                                                                                                |               |     |      |                                                                                                                                                    |
| Sistema de indicadores de EC de China.<br>(Geng Y. L., 2011)                                                                                                                                          |               |     |      | No se contempla la simbiosis industrial/urbana, la prevención/orientación, la reducción de materiales o energía ni las barreras de implementación. |
| (i) Características ambientales de las empresas (nivel micro).<br>(ii) Consumo de recursos y reciclado (nivel meso).<br>(iii) Cumplimiento del principio de las 3R (nivel macro).<br>(Banaité, 2016). |               |     |      | Falta de indicadores sociales y eco- nómicos. El enfoque es exclusivamente medioambiental.                                                         |

|                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |  |                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Key performance indicators (KPI)<br>Medidor de desempeño que puede aplicarse al ámbito económico, ambiental, social, industrial, etc.<br><br>(Parmenter, 2015)                                                                                   |  |  |  | Falta de indicadores de circularidad específicos.                                          |
| (i) Desarrollo sostenible<br>(ii) material flow analysis<br>(iii) comportamiento de la sociedad<br>(iv) comportamiento de la organización/empresa<br>(v) comportamiento económico<br><br>(European Academies Science Advisory Council, EASAC)    |  |  |  | El comportamiento circular del producto no se ha considerado.                              |
| Duración de los recursos considerando<br>(i) el tiempo de vida definido desde el inicio<br>(ii) la durabilidad ganada a través del reúso o reparación<br>(iii) la durabilidad ganada gracias al reciclado<br><br>(Franklin-Johnson E. F., 2016). |  |  |  | Se centra en la eficiencia ambiental de los recursos y no en el paradigma global de la EC. |

Fuente: La Economía Circular en las organizaciones: estrategias e indicadores. Análisis de casos (Palanca Roig, 2023).

Tabla 1  
Clasificación y limitaciones de los indicadores de EC analizados

| Indicadores<br>(Autores)                                                                                                                  | Clasificación |     |      | Limitaciones                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                           | Eco.          | Amb | Soc. |                                                                                                                                                                                                           |
| The Circular Economy Toolkit (CET).<br><br>(Geissdoerfer, 2018).                                                                          |               |     |      | Aunque ofrecen una visión inicial y rápida de la circularidad de los productos, no consideran la complejidad del paradigma de la EC.                                                                      |
| The Circular Economy Indicator Prototype (CEIP).<br><br>(Cayzer S. G., 2017).                                                             |               |     |      |                                                                                                                                                                                                           |
| Material circularity indicator (MCI).<br><br>(Pauliuk, 2017).                                                                             |               |     |      |                                                                                                                                                                                                           |
| Circularity Indicators Project (CIP).<br><br>(Smol, 2017).                                                                                |               |     |      | Se centra exclusivamente en los ciclos técnicos y en materiales de fuentes no renovables debido a que sus estrategias de circularidad y beneficios del negocio asociados son más sencillos de comprender. |
| Eficiencia medioambiental y de los recursos.<br><br>(Geng Y. L., 2011).                                                                   |               |     |      | Queda pendiente la definición de cómo se deben integrar los indicadores en las metodologías de la toma de decisiones y en las agendas políticas con el fin de alcanzar una implementación efectiva.       |
| (i) Inputs & outputs, de eco innovación.<br>(ii) Actividades de eco innovación.<br>(iii) Eficiencia de los recursos.<br><br>(Smol, 2017). |               |     |      | No consideran la complejidad del paradigma de la EC.                                                                                                                                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>(i)</b> Clúster de la eficiencia de los recursos.<br><b>(ii)</b> Clúster de los flujos y reservas de materiales.<br><b>(iii)</b> Clúster centrado en los productos.<br>(Parchomenko, 2019).                                                                                                                                     |  |  | No consideran la complejidad del paradigma de la EC ni los aspectos económicos y sociales.                                                                                                                              |
| <b>(i)</b> Indicadores directos de EC con estrategias específicas de EC, ej. la tasa de reciclaje. (Graedel, 2010).<br><b>(ii)</b> Indicadores directos de EC con No Específicas: ej. extracción de agua. (Geng, Fu, & Sarkis, 2012).<br><b>(iii)</b> Indicadores indirectos de EC ej. 'Índice de eco-innovación'. (Moraga, 2019). |  |  | Ninguno de los indicadores de EC analizados mide directamente todas las dimensiones de la EC. La mayoría de los indicadores se centran en la preservación de los materiales, dejando de lado otras opciones existentes. |
| Retained environmental value (REV).<br>(Haupt M. V., 2017).                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |  | Es complementario de los indicadores de ratios de reciclado, pero no puede considerarse de forma aislada como indicador de la EC.                                                                                       |

Fuente: La Economía Circular en las organizaciones: estrategias e indicadores. Análisis de casos (Palanca Roig, 2023).

Tabla 1  
Clasificación y limitaciones de los indicadores de EC analizados

| Indicadores<br>(Autores)                                                                                                                                                                                                                                            | Clasificación |    |     | Limitaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                     | ECO           | Am | Soc |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Circular Economy Business Index (CE- BIX), basado en las prácticas medioambientales que las empresas implementan para reducir la generación de residuos y emisiones, así como mejorar el reúso y eficiencia de los materiales y energía.<br>(García-Sánchez, 2021). |               |    |     | No se centra en la evaluación de resultados no adopta un enfoque de elementos de la CE o de estrategias que contemplen ciclos completos y no considera la calidad de vida, la creación de empleo.                                                                                                     |
| Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA).<br>(Klöpffer y Renner, 2008).                                                                                                                                                                                          |               |    |     | Presenta la desventaja de la falta de interconexión entre los tres pilares, el no tener criterios claros para la ponderación de los resultados ni una interpretación clara de los resultados y no seguir cadenas de causa-efecto y mecanismos que conduzcan a un punto final.<br>(Alejandrino, 2021). |
| <b>(i)</b> Producción auto suficiente de materias primas en Europa<br><b>(ii)</b> Compra pública verde<br><b>(iii)</b> Generación de residuos<br>European Commission Joint Research Centre                                                                          |               |    |     | No existen indicadores específicos de la EC en el Plan de acción para la EC (COM/2015/0614 final) cuyo fin es que la EC sea una realidad.                                                                                                                                                             |

|                                                                                                 |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| (i) Ratios de reciclado                                                                         |  |  |  |
| (ii) Clasificación de los flujos de residuos (envase, orgánico, eléctrico y electrónico, etc.). |  |  |  |
| European Commission Joint Research Centre                                                       |  |  |  |
| (i) Contribución de los materiales reciclados a cubrir la demanda de las materias primas.       |  |  |  |
| European Commission Joint Research Centre                                                       |  |  |  |
| (i)Inversiones privadas, trabajos                                                               |  |  |  |
| (ii) Patentes relacionadas con las tecnologías de reciclado y las materias primas secundarias.  |  |  |  |
| European Commission Joint Research Centre                                                       |  |  |  |

Fuente: La Economía Circular en las organizaciones: estrategias e indicadores. Análisis de casos (Palanca Roig, 2023).

Tabla 2  
 Categorías de indicadores para la medición de la EC

| Categoría          | Subcategoría                         |
|--------------------|--------------------------------------|
| Economía y negocio | Valor agregado                       |
|                    | Negocio                              |
|                    | Eficiencia económica                 |
|                    | Estructura económica                 |
|                    | Ganancias e ingresos                 |
|                    | Inversiones                          |
|                    | Productividad                        |
| Ambiente           | Ahorros                              |
|                    | Eficiencia en uso de recursos        |
|                    | Emisiones CO <sub>2</sub>            |
|                    | Materiales de salida                 |
|                    | Producción y consumo                 |
|                    | Ahorros en materiales y recursos     |
|                    | Uso                                  |
| Gobernanza         | Otros                                |
|                    | Conciencia                           |
|                    | Fortalecimiento de capacidades       |
|                    | Colaboración                         |
|                    | Educación                            |
|                    | Financiamiento                       |
|                    | Innovación                           |
|                    | Monitoreo y evaluación               |
|                    | Contratación pública                 |
|                    | Regulación                           |
|                    | Involucramiento de grupos de interés |
| Infraestructura    | Estrategia e iniciativas             |
|                    | Otros                                |
|                    | Tipo de tecnología                   |
|                    | Equipos                              |
|                    | Facilidades                          |
|                    | Productos y servicios                |
| Empleos            | Otros                                |
|                    | Empleos y recursos humanos           |

Fuente: Tomado de la (CEPAL, 2022).

Tabla 3  
Indicadores para la evaluación de avances e identificación de oportunidades en EC

| Dimensión           | Indicador                          | Descripción                                                                                                                                     | Escala                                                                                                                                                     |
|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Flujo de recursos   | Tipo de recurso                    | Caracterización biofísica del recurso                                                                                                           | Biomasa (renovable) Industrial (no renovable)                                                                                                              |
|                     | Volumen                            | Entradas y salidas de recursos dominantes (materia prima, agua, energía)                                                                        | Toneladas/año, variable continua                                                                                                                           |
|                     | Homogeneidad                       | Número de tipos de recursos en un mismo proceso                                                                                                 | 1 – 2: homogéneo<br>2 – 4: poco homogéneo<br>4 – 6: Heterogéneo                                                                                            |
|                     | Circularidad                       | Residuos aprovechados /recursos generados                                                                                                       | < 5%<br>5 – 25%<br>> 25%                                                                                                                                   |
| Innovación          | Modelo de circularidad             | Modelos de innovación para la circularidad                                                                                                      | Abastecimiento circular, Recuperación de recursos, Extensión de vida útil del producto, Compartir productos o recursos, Sistemas de producto como servicio |
|                     | Cambio tecnológico                 | Depreciación económica de la tecnología en años                                                                                                 | Bajo (depreciación < 5 años)<br>Mediano (depreciación 5 – 10 años)<br>Alto (depreciación > 10 años)                                                        |
|                     | Madurez de la innovación           | Años del emprendimiento en el mercado                                                                                                           | < 3 años: Introducción<br>3 - 10 años: Crecimiento<br>> 10 años: Madurez                                                                                   |
|                     | Formalidad de mano de obra         | Tipología de contratación de mano de obra (mano de obra contratada formalmente/ mano de obra total)                                             | Altamente informal <30% de empleo formal<br>Formalidad media (Entre 30 y 60% formalidad)<br>Formalidad alta (>60% de empleo formal)                        |
| Colaboración        | Innovación en regulación           | Proceso de políticas para nuevas leyes circulares y regulaciones                                                                                | Favorable a la circularidad<br>Neutral a la circularidad<br>Desfavorable a la circularidad                                                                 |
|                     | Incentivos                         | Existencia de mecanismos de (a) contratación pública, (b) programas de capacitación, (c) asistencia técnica en EC, (d) instrumentos financieros | Disponible (3-4) / 4<br>Emergente (2-3) / 4<br>Débil (0-1) / 4                                                                                             |
|                     | Sistemas de informaciones          | Sistemas de información con indicadores de circularidad disponibles al público                                                                  | Existencia de algún sistema de información<br>No existencia de ningún sistema                                                                              |
|                     | Plataformas de colaboración        | Plataformas de colaboración entre empresas, instituciones públicas y/o universidades                                                            | Existencia de alguna plataforma<br>No existencia de plataformas                                                                                            |
| Modelos de negocios | Proyectos empresariales circulares | Número de proyectos de economía circular adelantados por empresas parte de la cadena                                                            | #, Variable continua                                                                                                                                       |
|                     | Emprendimientos circulares         | Número de nuevos emprendimientos dedicados a la circularidad como parte de la cadena                                                            | #, Variable continua                                                                                                                                       |
|                     | Simbiosis industrial               | Número de iniciativas de simbiosis industrial entre empresas de la misma cadena                                                                 | #, Variable continua                                                                                                                                       |
|                     | Infraestructura circular           | Número de iniciativas de infraestructura circular relacionada con la cadena                                                                     | #, Variable continua                                                                                                                                       |

Fuente: metodología para la evaluación de avances en la economía circular en los sectores productivos de américa latina y el caribe (CEPAL, 2022).