

Matriz de indicadores para medir los avances de economía circular en los cuatro países

Proyecto: Evaluación de la situación actual de la economía circular para el desarrollo de una Hoja de Ruta para Brasil, Chile, México y Uruguay

RFP/UNIDO/7000003530

Noviembre de 2020

Factor
Ideas for change



ASDF

Americas Sustainable Development Foundation



CONTENIDO

1. Introducción	1
2. Revisión del estado del arte de métricas circulares a nivel macro	3
2.1. Taxonomía de los sistemas de medición y monitoreo más relevantes para la economía circular.....	3
2.2. Marco de referencia de la economía circular en China, Alemania y Japón	7
2.3. Marco de referencia y monitoreo de la economía circular.....	17
2.3.1. Región de Flandes, Bélgica	17
2.3.2. Marco de referencia de la economía circular en Francia	21
2.3.3. Marco de referencia de la economía circular de la Agencia Holandesa del medio Ambiente	21
2.3.4. Marco de referencia de la economía circular de La Comisión Europea	22
2.3.5. Semejanzas y diferencias entre los marcos de referencia de la economía circular	25
2.4. Indicadores para una economía circular (Estado-del-arte, 2020).....	30
2.5. Recomendaciones de la Fundación Ellen MacArthur.....	33
3. Métricas relevantes para medir los avances en economía circular en Brasil, Chile, México y Uruguay	35
3.1. Marco de Referencia para la transición e implementación de la economía circular en Brasil, Chile, México y Uruguay.....	35
3.1.1. Contexto regional y escenario de desarrollo para Latinoamérica.....	35
3.1.2. Ciudades sustentables y circulares.....	37
3.1.3. Definición de los elementos clave de una economía circular Sustentable aplicada al contexto de los cuatro países estudiados.....	39
3.1.4. Diseño del Marco Conceptual de Referencia y Sistema de Medición y Monitoreo de la Transición e Implementación de la economía circular para Brasil, Chile, México y Uruguay	42
3.2. Selección de indicadores de transición relevantes para los cuatro países.....	46
3.2.1. Indicadores propuestos con información de línea base.....	47
3.2.2. Indicadores propuestos a tenerse en cuenta en el desarrollo de una hoja de ruta detallada de economía circular	56
3.2.3. Sistema de indicadores propuesto dentro del marco de referencia para la medición y monitoreo del progreso de la economía circular en Brasil, Chile, México y Uruguay....	60
4. Conclusiones y recomendaciones	62
5. Referencias	65
AVISO	69



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Clasificación de los sistemas de medición de la economía circular (Saidani, M., Yannou, B., 2019).....	4
Figura 2: Índice de referencia e índice de ciudades bajas en carbono en China. Adaptado de Saidani, M., and Yannou, B., 2019.....	10
Figura 3: Desarrollo de la economía circular en China, Alemania y Japón. Adaptado de Olabode, E., 2019.....	15
Figura 4: Esquema del monitoreo de economía circular en Flandes. Adaptado de Alaerta et. Al., 2019.....	18
Figura 5: En verde claro se observa la Zona Segura de desarrollo económico con respecto a los límites planetarios (ecological ceiling) y los límites sociales (social foundation) (Fuente: Donought Economy by Kate Raworth).....	19
Figura 6: Marco de evaluación del progreso en la transición hacia la economía circular (Alaerts, 2020).	22
Figura 7: Marco de seguimiento de la economía circular en la Unión Europea, Fuente: Eurostat24	
Figura 8: Espacio de Transición. Adaptado de Geels, 2002.....	29
Figura 9: Cálculo de emisiones de GEI según el alcance definido. Adaptado Velcasteren, 2018.	32
Figura 10: Ejemplo comparativo de la huella de consumo y las emisiones territoriales en la región Flamenca. (Fuente: Vercasteren et. Al., 2017)	33
Figura 11: Población urbana (% del total) en Latinoamérica y el Caribe y en los cuatro países objeto de este estudio (1960-2018) (Fuente: Portal de Datos Abiertos del Banco Mundial, 2020)	36
Figura 12: Elementos Clave de una economía circular Sustentable (Adaptado del marco conceptual propuesta por Factor/ASDF).....	40
Figura 13: Generación de Residuos Sólidos Municipales [RSU] (Fuente: Sachs et. al., 2019)	49
Figura 14: Porcentaje de Residuos Orgánicos (alimentos)(Fuente: Banco Mundial, 2018)	50
Figura 15: Tasa de reciclaje de residuos sólidos municipales (Fuente: Banco Mundial, 2018)	51
Figura 16: Porcentaje de consumo de energía renovable (porcentaje total sobre la energía consumida). (Fuente: Banco Mundial, 2019 y Sachs, J. et. Al., 2019)	53
Figura 17: Huella de Carbono relacionada al consumo energético. (Fuente: Sachs, J. et. Al., 2019)	54
Figura 18: Índice de Vulnerabilidad de Cambio Climático. (Fuente: Climate Change Vulnerability Monitor, 2012).....	55
Figura 19: Porcentaje de Puestos Directivos ocupados por Mujeres en Parlamentos Nacionales. (Fuente: Banco Mundial, 2018)	56



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Categorización de las baterías de indicadores circulares definida para el estudio taxonómico. Adaptado de Saidani, M., and Yannou, B., 2019.....	5
Tabla 2: Distribución de las 55 baterías de indicadores circulares en las principales categorías propuestas por este estudio taxonómico.....	7
Tabla 3: Políticas públicas habilitadoras y que dieron respaldo a la Ley Nacional de economía circular de la República Popular de China. Adaptada de Olabode, E., 2019.....	8
Tabla 4: Estructura de implementación de la economía circular en La República Popular de China. Adaptada de Olabode, E., 2019.....	9
Tabla 5: Políticas públicas habilitadoras y que dieron respaldo al Marco Regulatorio en economía circular para Alemania. Adaptado de Olabode, E., 2019.....	12
Tabla 6: Políticas públicas habilitadoras y que dieron respaldo al Marco Regulatorio en economía circular para Japón. Adaptado de Olabode, E.; 2019.....	14
Tabla 7: Comparación del proceso de implementación de la CE y las leyes de gestión de residuos en China, Alemania y Japón. Adaptado de Olabode, E., 2019.....	16
Tabla 8: Matriz de indicadores propuestos con información de Línea Base.....	48
Tabla 9: Indicadores de Transición propuestos para considerar en el desarrollo de una hoja de ruta detallada de economía circular* (estos indicadores no cuentan con información de línea base en el momento y es necesario desarrollar mecanismos para obtener información fidedigna.....	57



1. Introducción

Este reporte presenta los resultados del **entregable 3.4 Matriz de indicadores** para medir el progreso del proyecto: **Evaluación del estado actual de la economía circular para desarrollar una hoja de ruta para Brasil, Chile, México y Uruguay RFP/UNIDO/7000003530.**

Por tratarse de una evaluación del estado actual de la economía circular en Brasil, Chile, México y Uruguay, países pioneros en iniciar este proceso en la región, lo primero es definir un enfoque regional para la adopción de este modelo de desarrollo. En segunda instancia se presenta un planteamiento metodológico mediante el que las **Entidades Nacionalmente Determinadas (END)**, podrán establecer su marco de referencia y respectivo sistema de monitoreo de avances e impactos durante la transición hacia la economía circular.

En la **sección dos** del documento, se desarrolla un estudio del estado-del-arte de los diferentes marcos de referencia y métricas circulares que se han implementado en países que son considerados como referentes en la transición hacia la economía circular, que ya presentan avances relevantes y lecciones de las que se desprenden importantes aprendizajes para los cuatro países, objeto de este estudio.

Cabe enfatizar que inicia mostrando los resultados de un estudio taxonómico de los sistemas de medición y monitoreo de la economía circular (Saidani, 2019), para posteriormente abordar la evolución de los marcos de referencia con un enfoque nacional, en países como China, Alemania y Japón respectivamente. Además, se aborda el análisis comparativo en la evolución de los marcos regulatorios y de los elementos clave para la implementación de la economía circular en estas naciones. Luego se explica el marco de referencia y monitoreo de la economía circular para la región de Flandes, Bélgica (conocida también como región flamenca), ya que un enfoque regional de esta naturaleza resulta relevante para el contexto actual de los cuatro países latinoamericanos y para un escenario futuro de cooperación regional que acelere la adopción de este modelo de desarrollo sustentable.

En la parte final de la **sección dos**, se muestra un análisis de indicadores de sustentabilidad y economía circular que sirven como referencia para el desarrollo de las métricas en que cada país decida trazar flujos de materiales, energía y agua, así como impactos socio-ambientales y económicos. Cabe destacar el marco de monitoreo de la Unión Europea como sistema de datos abiertos donde además se integran las métricas de impacto tanto a nivel local (por país), como a nivel regional, lo que para los cuatro países podría representar una oportunidad en términos de transparencia, gestión sustentable en cooperación y medición de impacto ante el despliegue de proyectos. Al final de este apartado se presentan recomendaciones relevantes de la Fundación Ellen MacArthur.

En la **sección tres** se desarrollan los elementos clave sobre los que se ha desarrollado el marco de referencia aplicable a los cuatro países de este estudio. Se parte de un análisis del contexto donde se identifican factores determinantes para un modelo de desarrollo sustentable tanto a nivel país como a nivel región.

Cabe destacar el importante rol que tienen las ciudades como centros de desarrollo económico y con respecto a los retos de mitigación de impactos socio-ambientales,



de despliegue de infraestructura, así como en las tendencias hacia el diseño de ciudades inteligentes y en la integración de redes de ciudades sustentables a partir de la transferencia de conocimiento, experiencias y tecnología.

En **esta sección**, se presenta el marco conceptual de referencia y una propuesta inicial de sistema de monitoreo correspondiente para cada país. En este apartado es fundamental comprender que este planteamiento metodológico, podrá ser adaptado a las condiciones propias de cada contexto, a los objetivos estratégicos y agendas demarcadas por cada país, liderado por la Entidad Nacionalmente Determinada (END).

Para la medición de impactos y avances en materia de sustentabilidad, desarrollo económico y circularidad, **se presenta una batería de indicadores para establecer una línea base, la cual está determinada por los datos disponibles actualmente y por los objetivos estratégicos del país**, por lo que esta línea base deberá ser definida por la END durante la fase de elaboración de hoja de ruta en economía circular. Asimismo, se propone como punto de salida, **una batería de indicadores para la fase de transición hacia la economía circular**, la que deberá seguir el mismo proceso de definición.

Finalmente, se incluye un **tablero de indicadores (dashboard)** que correlaciona los aspectos clave para la economía circular de cada país, **con respecto a una línea de tiempo que parte de la línea base de medición, una fase de transición hacia la economía circular y una fase de franca adopción de este nuevo modelo de desarrollo sustentable**. Al mismo tiempo, estas métricas permiten visualizar el progreso en cada tema específico y medir su nivel de éxito con respecto a las metas adquiridas por el país ante la Agenda 2030, el Acuerdo de París u otras estrategias nacionales. La escala de medición es relevante, ya que **este tablero está diseñado para visualizar los indicadores a un nivel micro (empresas, productos y servicios específicos), a un nivel meso (encadenamientos productivos, sectores económicos y ciudades) e integrarlos en un nivel macro (metas e impactos a nivel nacional y regional)**.

El objetivo de presentar un marco conceptual común, incluido el conjunto ideal de indicadores, es permitir que cada país evalúe su situación actual y estimular a que inicien un proceso de definición de lo que es posible mejorar en su sistema primario de recopilación de información, gestión de datos y en la construcción de estadísticas/indicadores relevantes (como parte del proceso de elaboración de mapas de ruta).

Por último, es importante señalar que **los indicadores propuestos deben evaluarse por país**, y depende de cada contexto determinar qué conjunto de indicadores son fácilmente aplicables (para qué datos existen y están disponibles), y qué conjunto de indicadores propuestos por país serán los más adecuados para medir la transición hacia la economía circular (para la cual aún no se dispone de datos). Se recomienda tener en cuenta, como parte de la siguiente fase (el proceso de elaboración de mapas de ruta), la creación de uno o más comités especiales para determinar específicamente cómo cada país podrá desarrollar las capacidades necesarias, sus metodologías de medición y las herramientas de recolección de datos que facilite crear este sistema de medición del avance en la transición a la economía circular.



2. Revisión del estado del arte de métricas circulares a nivel macro

A nivel global, la transición hacia una economía circular ha traído consigo retos en la estructuración de indicadores que permitan medir los avances en materia de circularidad tanto a nivel empresarial, de ciudades y de países (Ellen MacArthur Foundation, 2015a; WBCSD, 2020).

Uno de los principales retos es que no existe un consenso global sobre el significado de la economía circular y sobre qué indicadores permiten evaluar el grado de avance en este tema a nivel de las naciones.

Algunos estudios realizados por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) **han evidenciado que existe una cantidad variada de marcos de indicadores utilizados para medir la economía circular y el desarrollo sustentable. Además, han concluido que estos marcos se han enfocado únicamente en el uso de materiales y la gestión de residuos sólidos, sugiriendo que los indicadores para monitorear los avances en economía circular, adicionalmente deberían capturar los impactos económicos, sociales, ambientales y de gobernanza.** Debido a la importancia de este conjunto de indicadores, se requiere de datos que midan variables asociadas al bienestar e igualdad social, complementando la medición de flujos de materiales (European Union, 2008).

A continuación, se presenta una breve descripción de algunos marcos de referencia propuestos a nivel mundial.

2.1. Taxonomía de los sistemas de medición y monitoreo más relevantes para la economía circular

En los años recientes, se ha realizado una revisión exhaustiva de las diversas definiciones de **economía circular** publicadas desde diferentes medios y estudios, tanto por grupos de investigadores como de académicos. Como resultado de un estudio de alcance realizado por Sacchi et al., se identifica **la falta de alineación entre la terminología y su definición** (Sacchi, A. et al., 2017). Para el análisis que se presenta en este informe, nos referimos en particular a este estudio ya que se centra en la investigación de vanguardia en Economía Circular y constituye un estudio taxonómico de una muestra de 327 artículos académicos relacionados con el seguimiento, la transición y la implementación hacia una Economía Circular en diferentes contextos, sectores y escalas (Saidani, M., Yannou, B.2019).

De la misma manera, el trabajo desarrollado por Kirchherr et al. (2017) ha sido referenciado. En este estudio se revisaron **114 definiciones de economía circular codificadas en 17 dimensiones.** Basado en ello, se presenta de forma unificada y sintetizada, la siguiente definición:



"La economía circular se define como **un sistema económico basado en modelos de negocio** en los que se reemplaza el concepto de "fin de la vida útil" de un producto o recurso, a través de mecanismos que por un lado reducen la generación de desechos, y por otro lado facilitan la recuperación, reutilización, reciclaje y re-acondicionamiento de flujos de materiales, energía y agua para re-incorporarlos en nuevos ciclos y procesos de producción, distribución y consumo. Este modelo económico opera a nivel micro (productos, empresas, consumidores), a nivel meso (parques eco-industriales) y a nivel macro (ciudad, región, nación y más allá), con el objetivo de lograr un Desarrollo Sustentable que crea simultáneamente valor ambiental, prosperidad económica y equidad social, en beneficio de las generaciones actuales y futuras".

La Fundación Ellen MacArthur (2013) define a la economía circular con base en tres elementos o principios fundamentales, que se pueden resumir de la siguiente manera:

- Diseñar evitando generar residuos y contaminación.
- Mantener los materiales y productos en uso continuo.
- Regenerar los sistemas naturales.

Partiendo de estas premisas y estudios mencionados, para este análisis taxonómico se encontraron **55 baterías de indicadores circulares**.

Cabe aclarar que, si bien el periodo de investigación se inició hacia el año 2000, **la primera publicación formal sobre el análisis de indicadores circulares data de 2010**. Es desde entonces que ha habido un creciente número de publicaciones e investigaciones que revelan un claro interés en la medición de los avances e impactos que la economía circular genera.

Para mayor claridad, en la **Figura 1** se muestra la clasificación de los sistemas compuestos por las baterías de indicadores circulares de acuerdo con su origen, escala de medición, alcance geográfico y año de publicación, confirmando que esta área de investigación está actualmente en expansión.

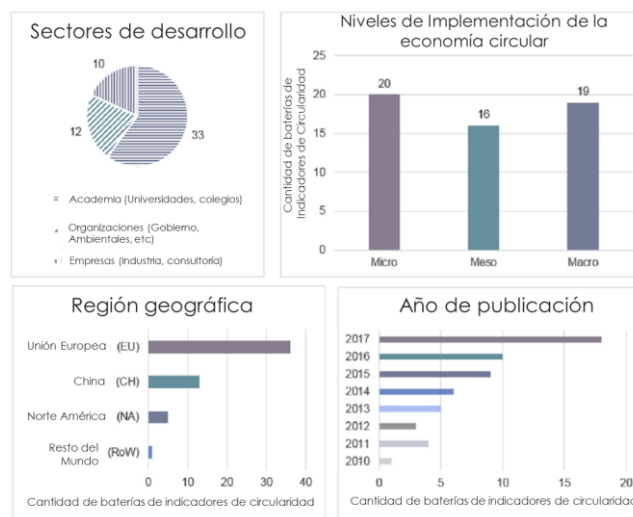


Figura 1: Clasificación de los sistemas de medición de la economía circular (Saidani, M., Yannou, B., 2019)

Debemos tener presente que de los **20 sistemas de indicadores circulares de nivel micro**, 17 han sido desarrollados por contribuyentes europeos. Por otro lado, **entre los 19 conjuntos de indicadores circulares de nivel macro**, 09 provienen principalmente de casos relacionados con China.



Con el objetivo de clasificar, diferenciar y orientar el uso de estas baterías de indicadores circulares, se presenta la **Tabla 1**.

Tabla 1: Categorización de las baterías de indicadores circulares definida para el estudio taxonómico. Adaptado de Saidani, M., and Yannou, B., 2019.

CATEGORÍAS				
1. NIVELES micro-meso-macro	2. CICLOS mantenimiento / re-uso / re-manufactura / reciclaje	3. DESEMPEÑO Intrínseco / Impactos	4. PERSPECTIVA Estado Actual / Potencial	5. USOS Mejora / Benchmarking / Comunicación
6. TRANSVERSALIDAD General / Sector Específico	7. DIMENSIÓN Individual / Múltiple	8. UNIDADES Cuantitativo / Cualitativo	9. FORMATO Fórmulas / Web-based	10. RECURSO/ORIGEN Academia / Empresarial / Otro

La primera categoría se refiere a la escala de impacto de la medición y monitoreo de indicadores circulares. Para esto se determinó una clasificación en los niveles **micro** (impactos en la organización, el desarrollo de productos y mercado de consumo), **meso** (asociación de empresas para la simbiosis en encadenamientos productivos y parques industriales) y **macro** (impactos en las ciudades, provincias, regiones o en el país).

La segunda categoría permite caracterizar los ciclos de retroalimentación (feedback loops) considerados por estos indicadores circulares. Con ello, se monitorea el grado de desempeño industrial desde la perspectiva de mantener, prolongar la vida útil, reutilizar/re-manufacturar y reciclar los flujos de materiales, de acuerdo con la gestión de recursos técnicos conceptualizado en el diagrama de mariposa la economía circular, propuesto por la Fundación Ellen MacArthur¹ (EMF, 2015).

La tercera categoría se centra en el desempeño circular, considerando si existe una circularidad **intrínseca** o una circularidad **consecuente**, en otras palabras, los efectos generados por dicha circularidad. Por ejemplo, algunos indicadores circulares miden la circularidad inherente como son las tasas de recirculación de recursos por mencionar alguno, mientras que otros muestran los impactos del cierre de los ciclos en la sustentabilidad de un encadenamiento productivo o territorio.

La cuarta categoría agrega un componente de temporalidad esencial en la medición de la economía circular, tanto en retrospectiva, como en prospectiva, logrando hacer una distinción entre una **circularidad real (material)** y una **potencial (meta)**.

De acuerdo con Potting et al. (2016), resulta muy útil evaluar las transiciones hacia la economía circular midiendo el progreso antes (*ex ante*), durante (*ex durante*) y después (*ex post*) del proceso de transición, como lo define a continuación:

“Una evaluación *ex ante* (prospectiva) es relevante para explorar si las transiciones propuestas realmente tienen potencial para lograr los efectos previstos. La evaluación *ex durante* es importante para monitorear si un proceso de transición sigue la hoja de ruta definida (monitoreo) y conduce a los efectos deseados. Las evaluaciones *ex post* (retrospectiva) ayudan a determinar si los resultados del proceso de transición han alcanzado los objetivos establecidos”.

En la quinta categoría, se destacan los probables usos de los indicadores circulares disponibles. Dichos indicadores proporcionan datos con cierto grado de información sobre la transición e implementación de la economía circular, lo que podría utilizarse para establecer mejores prácticas orientadas al desempeño y eficiencia operativa, o

¹ Ellen MacArthur Foundation, 2015. Circularity Indicators - an Approach to Measure Circularity. Methodology & Project Overview, Cowes, UK.



como respaldo para la toma de decisiones estratégicas, sobre una mejor comprensión del contexto.

En la sexta categoría, se indica el grado de transversalidad de los indicadores circulares entre sectores económicos, segmentos de mercado o industrias. Con base en la clasificación de herramientas de eco-diseño desarrollada por Rousseaux et al. (2017), se identifica que los indicadores circulares genéricos son aplicables a todos los sectores, a cualquier tipo de empresa, independientemente de su tamaño, ubicación, campo o actividad. Los sectores específicos se centran en aplicaciones sectoriales particulares y proporcionan más información de carácter operativo.

La séptima categoría tiene como objetivo diferenciar el grado de dimensionalidad de los indicadores circulares, siendo de baja dimensión aquellos que traducen la circularidad en un sólo número y que resultan útiles para la toma de decisiones gerenciales, mientras que son de alta dimensión aquellos que proporcionan un mayor grado de inteligibilidad que resulta más adecuado para especialistas, expertos, diseñadores o ingenieros en la evaluación del desempeño de la circularidad del producto o proceso productivo.

La octava categoría arroja información sobre las unidades en que son medidos los indicadores, bien sea de manera **cuantitativa** o **cualitativa**. Las unidades utilizadas para calcular la circularidad es un aspecto fundamental de cualquier indicador circular (Linder et al., 2017). De hecho, para medir el progreso de la transición se debe recopilar datos cuantitativos, semi-cuantitativos y/o cualitativos para compilarlos en indicadores que brinden información significativa. Como ejemplo de esto, un riesgo puede ser medido por un indicador cualitativo (descripción y tipo de impacto) y por un indicador cuantitativo (magnitud del impacto en términos económico, fatalidades, entre otros).

El noveno nivel examina el formato del marco de evaluación asociado a los indicadores circulares para facilitar su cálculo. Se ha encontrado que estos indicadores están vinculados con fórmulas para su cálculo. Por tanto, esta categoría no resulta relevante para el presente estudio.

La décima categoría traza los antecedentes de desarrollo y el origen de los indicadores circulares, tales como los sectores de donde proviene su desarrollo metodológico:

1. Academia e investigación,
2. Empresas, industrias o agencias de consultoría,
3. Organizaciones gubernamentales o entidades ambientales.

Una limitante a destacar es que la clasificación de indicadores por su origen no necesariamente cuenta con los mismos requisitos técnicos, o con el mismo rigor científico o metodológico, es decir, que un indicador como es el cálculo de la huella ecológica de un producto, demanda un desarrollo metodológico y validación de la calidad de los datos de mucho mayor rigor al de un indicador como la distribución por género de los cargos directivos en una organización. Esta categoría se refiere específicamente a ello.



A continuación se muestra la distribución de las **55 baterías de indicadores circulares** que hacen parte de este estudio taxonómico (Saidani, M., Yannou, B. 2019):

Tabla 2: Distribución de las 55 baterías de indicadores circulares en las principales categorías propuestas por este estudio taxonómico

CATEGORIAS	NIVEL		
	Micro (de 20)	Meso (de 16)	Macro (de 19)
Ciclos (loops)	Reciclaje (18)	Reciclaje (14)	Reciclaje (18)
	Re-uso / Re-manufactura (13)	Re-uso / Re-manufactura (12)	Re-uso / Re-manufactura (10)
	Mantenimiento (9)	Mantenimiento (7)	Mantenimiento (6)
Desempeño Operacional	Todos (9)	Todos (7)	Todos (5)
	Intrínsecos (14)	Intrínsecos (9)	Intrínsecos (17)
	Impacto (8)	Impacto (11)	Impacto (15)
Perspectiva	Ambos (4)	Ambos (4)	Ambos (13)
	Potencial (8)	Potencial (9)	Potencial (2)
	Efectividad (12)	Efectividad (8)	Efectividad (17)
Dimensión	Simple (12)	Simple (5)	Simple (1)
	Múltiple (8)	Múltiple (11)	Múltiple (18)
Transversalidad	Genérico (17)	Genérico (14)	Genérico (18)
	Sectorial (3)	Sectorial (2)	Sectorial (1)
Formato	Herramienta computacional (9)	Herramienta computacional (4)	Herramienta computacional (0)
	Formato textual (11)	Formato textual (12)	Formato textual (19)

En el documento citado, se enlistan los 55 conjuntos de indicadores circulares analizados, para dar una referencia de otras baterías que han sido desarrolladas desde diferentes ámbitos y con finalidades y escalas distintas, que buscan medir avances en materia de circularidad.

Un punto a destacar es que en todos los niveles (nivel micro, meso y macro), el término recurrente común es "reciclaje", que confirma la "percepción" genérica de que la economía circular está vinculada principalmente a las actividades de reciclaje, lo que puede llevar a la idea errónea de que la economía circular se limita a abordar los desafíos en la gestión de los residuos. En cambio, como lo indica la Fundación Ellen MacArthur, **la economía circular es un nuevo sistema económico en el que se evitan los desechos y la contaminación mediante el diseño intencional de productos** (desde microchips hasta edificios) que los mantenga en uso continuo y, al final de varios ciclos de vida útil, su re-incorporación como flujos de materiales mientras se contribuye a la regeneración de los sistemas naturales.

2.2. Marco de referencia de la economía circular en China, Alemania y Japón

El concepto de economía circular está ganando terreno como una estrategia de desarrollo sustentable no sólo para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, reducir el desperdicio y mejorar la eficiencia en el manejo y reaprovechamiento de los recursos, sino también para el desarrollo de la innovación y la transformación de los mercados de consumo. Este concepto ha sido adoptado con grandes avances por países como Dinamarca, Los Países Bajos, Escocia, Suecia, Japón, China y Alemania, mientras que en otras naciones, como Inglaterra, Austria y Finlandia, lo están considerando ya dentro de sus planes de desarrollo y estrategias nacionales. El concepto de economía circular ha sido empleado principalmente por las industrias manufactureras, agrícolas, textiles y siderúrgicas, pero su implementación varía de un país a otro (Olabode, E. 2019). A continuación, se presenta una breve reseña sobre la implementación de la economía circular en tres de los países pioneros, China, Alemania y Japón.



China

La investigación sobre el nivel de desarrollo de la economía circular inició en los procesos de urbanización y fue realizada por la Academia de Ingeniería de China (CAE) en el año 2005. **La primera lista de modelos piloto incluye a 56 empresas, 13 parques industriales, 7 provincias y 5 ciudades.** Fue publicado por La Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma (NDRC). **La segunda lista incluyó a 178 empresas,** y fue publicada en el año 2007 (Liu, Q. 2009). Para el año de 2008, la ley de economía circular fue firmada por Hu Jintao (ex presidente) y entró en vigencia en el año 2009.

La economía circular fue incorporada como un plan a mediano plazo dentro del 11° Plan Quinquenal (2006–2010) y ratificado dentro del 12° Plan Quinquenal (2011–2015) del Gobierno, como parte de la Estrategia Nacional para el desarrollo económico y social, el cual fue respaldado por leyes, decretos y políticas creadas particularmente para estimular un sistema de producción más limpia, la prevención de la contaminación y para un mejor control de los residuos. En gran medida, las políticas y regulaciones fueron desarrolladas y adaptadas de los marcos regulatorios de Alemania y Japón. Sin embargo, la ley de economía circular de la República Popular de China representa la primera Ley Nacional en el mundo que proclama un modelo de economía diferente al de la corriente principal que ha estado fundamentada sobre la economía lineal.

Las políticas públicas habilitadoras y que dieron respaldo a esta **Ley Nacional en Economía Circular** se presentan en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3: Políticas públicas habilitadoras y que dieron respaldo a la Ley Nacional de economía circular de la República Popular de China. Adaptada de Olabode, E., 2019.

ÁREAS	Políticas Públicas / Marco Regulatorio	Año
Producción Limpia	Ley de Promoción de Producción Limpia	2002
	Método para la revisión y Auditoría de Producción Limpia	2004
Contaminación y Residuos	Ley de Contaminación Ambiental y Residuos Sólidos	2004
	Ley modificada sobre la Prevención a la Contaminación y Control de Residuos Sólidos	2004
	Ley y Regulación para el Re-uso y Reciclaje de Residuos Sólidos	En progreso
	Ley modificada de Prevención y Control de Impacto Ambiental por Residuos Sólidos	2016
	Ley Tributaria de Protección al Medio Ambiente	2018
Conservación de la Energía	Ley de Conservación de Energía	1997
	Plan de mediano y largo plazo sobre la Conservación de la Energía	2005
Economía Circular	Ley de Energías Renovables	2005
	Ley de Promoción a la Economía Circular	2009

El objetivo principal de esta ley estaba centrado en mejorar la eficiencia en el uso de los recursos y **desacoplar el crecimiento económico del uso de los recursos naturales** como son el agua y la tierra. **El enfoque de esta Ley va de arriba hacia abajo,** lo que implica un sistema de comando y control del gobierno hacia la industria y la sociedad.

La implementación del modelo de economía circular se estructuró en tres capas que van desde el nivel micro, hasta el macro, incluido un nivel meso que establece un puente entre ambos (Su, B. et al., 2013).



Tabla 4: Estructura de implementación de la economía circular en La República Popular de China. Adaptada de Olabode, E., 2019.

ÁREAS	MICRO (Empresa)	MESO (Encadenamientos productivos)	MACRO (Ciudades, provincias y regiones)
Diseño	Eco-diseño	Diseño amigable con el medio ambiente	Diseño amigable con el medio ambiente Eco-ciudad / Eco-municipalidad / Eco-Provincia
Producción	Producción Limpia	Parques Eco-industriales	Productos como servicios
Consumo	Compras y Consumo Verde	Parques amigables con el medio ambiente	Simbiosis urbana
Manejo de Residuos	Re-uso de productos y sistema de reciclaje	Mercado de materiales y simbiosis industrial	

A nivel micro, el eco-diseño es incorporado desde las primeras etapas del desarrollo de un producto, garantizando que se reduzca el consumo energético durante todo el ciclo de vida del producto. Los principios de eco-diseño que son aplicables a este nivel incluye el diseño para la reutilización y reciclaje de materiales, diseño para desmontaje de partes, diseño para mantenimiento y durabilidad, diseño para eficiencia energética y diseño para la flexibilidad. El foco de la implementación de la economía circular en este nivel micro es la **producción más limpia**. Esto incide directamente en la reutilización de recursos y en la tasa de reciclaje de subproductos para lograr objetivos duales tanto de desempeño ambiental como económico, la reducción en el uso de sustancias tóxicas, la eficiencia en el consumo de materiales, energía y recursos y la reducción de emisiones de GEI, contaminantes y desechos.

A nivel meso, se impulsa el desarrollo de eco-diseños que aseguran la eficiencia de los recursos, el ciclo de vida y la capacidad de actualización de los productos para alcanzar procesos de simbiosis industrial. Del mismo modo, la reutilización y el reciclaje de recursos dentro de parques industriales y encadenamientos productivos es esencial en esta agenda de implementación. Con esto se asegura la circulación efectiva de los recursos dentro de las provincias y regiones. En este contexto, han acuñado el concepto de Parque Eco-industrial como "una comunidad de empresas manufactureras y de servicios que buscan un mejor desempeño ambiental y económico a través de la colaboración en la gestión de los problemas ambientales y de los recursos".

A nivel macro, los sistemas de recolección, procesamiento, almacenamiento y distribución de productos a nivel regional, provincial o municipal son clave para poder desarrollar una producción amigable con el medio ambiente, activando sistemas de consumo sustentable y eficiencia energética. En las áreas de producción, se deben consolidar redes cooperativas entre industrias y parques industriales de sectores primarios, secundarios y terciarios que faciliten estos intercambios de flujos de materiales, energía y agua.

"Los principios de las 3R's se logran mediante el Re-diseño y la Re-configuración de la infraestructura de la ciudad e industrial, de acuerdo con las características regionales propias, así como la eliminación gradual de las grandes empresas contaminantes, al tiempo que se respalda a las industrias de alta tecnología" (Olabode, E. 2019).

Entre las categorías identificadas a **nivel macro** se incluye:

- El desarrollo de la industria para la recuperación de materiales, reutilización, reciclaje y un tratamiento seguro.



- El desarrollo de una agricultura ecológica, que ha tenido una larga historia en China.

Algunas ciudades y distritos, como Shenzhen en la Provincia de Guangdong, Wuhan Huashan en Hubei, Zhenjiang Guantang en Jiangsu, Kunming Chenggong en Yunan, Sanming en Fujian y Zhuhai Hengqin en Guangdong fueron propuestas como ciudades bajas en carbono. El gobierno chino definió los umbrales para las ciudades bajas en carbono, incluyendo índices de crecimiento económico, consumo energético, prácticas de construcción urbana sustentable, apoyo gubernamental y consumo residencial sustentable.

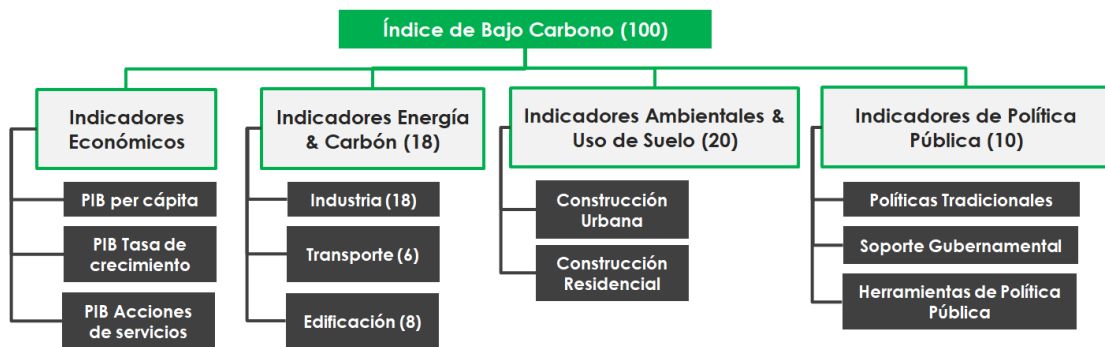


Figura 2: Índice de referencia e índice de ciudades bajas en carbono en China. Adaptado de Saidani, M., and Yannou, B., 2019.

Alemania

Alemania atravesó por grandes crisis energéticas y recesiones entre las décadas de 1960 y 1970, lo que obligó a que el gobierno tomara decisiones estratégicas hacia la diversificación económica. Con el paso del tiempo, aparecieron problemas asociados a una economía altamente extractiva y un deficiente manejo de recursos y residuos generados por la industria, por esta razón, en 1972 fue publicada **la primera Ley de Residuos**. Un año antes, el Gobierno de la República Federal desarrolló un **Plan de Acción Holístico**, acompañado por un Programa Ambiental donde los principios rectores estaban centrados en la protección del medio ambiente, la prevención a la degradación de los recursos naturales, la responsabilidad causal y la cooperación, lo que finalmente condujo al desarrollo de esta nueva ley.

La sensibilidad hacia la gestión eficaz de los residuos, incluido el desarrollo de los métodos de recolección, de clasificación de flujos de materiales y las alternativas para su reutilización, caracterizó este periodo comprendido hasta finales de la década de 1980. Aunque la gestión de residuos de Alemania era costo-efectiva, fue necesaria la evolución de modelo de desarrollo bajo un enfoque de economía circular que incorporara los principios de un modelo de desarrollo sustentable.

Para el año de 1994, este nuevo enfoque fue incorporado a la constitución alemana a través de la Ley de Planificación Regional y el Código de Construcción de 1998, respectivamente. Este proceso fue una consecuencia natural del compromiso del gobierno para salvaguardar los recursos naturales disponibles, proteger el medio ambiente, reducir la degradación y la contaminación de los suelos, conservar la biodiversidad y promover un uso sustentable de los recursos. En este modelo de



desarrollo sustentable se incluyeron leyes especiales para la conservación del capital natural, así como las regulaciones que impulsaron el despliegue de proyectos de generación de energía con fuentes renovables y/o eficiencia energética. Además, se desarrolló una Ley de Información Ambiental. Este marco regulatorio se convirtió en la plataforma para catalizar el cambio hacia la circularidad.

Para 1996, el Parlamento alemán aprobó la Ley sobre economía circular titulada "kreislaufwirtschaft". Con esta ley, de acuerdo con Geng, Sarkis, Ulgiati y Zhang (2010), se buscaba reducir la cantidad de tierras destinadas a vertederos no-controlados² y rellenos sanitarios, para lo que diseñó una estrategia basada en la jerarquía de aprovechamiento de residuos que permitiera mitigar la generación de residuos y maximizar su reutilización, reciclaje y re-aprovechamiento energético en circuitos cerrados.

Con este nuevo modelo de desarrollo, se reformaron e implementaron varias leyes, políticas y regulaciones orientadas a garantizar la circularidad de los flujos de materiales, sustancias y energía. Por ejemplo, todos los aparatos eléctricos y electrónicos obsoletos deben retornar a la industria, razón por la que los productores están obligados a aceptarlos sin cargo al consumidor desde marzo de 2006, fecha en que entró en vigor dicho mandato. Del mismo modo, quedó prohibido el envío de residuos a rellenos sanitarios desde el año 2005 con el objetivo de erradicar la operación total de estos sitios de disposición final para el año 2020, mejorando además la infraestructura y mecanismos que habilitan los mecanismos de reciclaje y reutilización de residuos.

Actualmente, aproximadamente el **50% de los residuos va a la cadena de reciclaje**, mientras que se ha logrado que el **0% de los residuos municipales sean depositados en rellenos sanitarios desde el año 2009**.

A partir del año 2012, con la implementación de las **Directivas de la Unión Europea**, incluida la mejora de la protección del medio ambiente, el clima y los recursos naturales, las leyes de gestión de residuos y de economía circular han sido revisadas y re-definidas. A continuación se resume la evolución del marco regulatorio para Alemania:

² Los vertederos no-controlados (definición empleada por el Banco Interamericano de Desarrollo), también son coloquialmente conocidos en México como "tiraderos a cielo abierto"



Tabla 5: Políticas públicas habilitadoras y que dieron respaldo al Marco Regulatorio en economía circular para Alemania. Adaptado de Olabode, E., 2019.

Leyes, Políticas Públicas y Actas	Año
Ley de Eliminación de Residuos	1972
Ley Federal de Control de Emisiones	1974
Responsabilidad del Productor en residuos por empaques	1991
Acta de Ciclo cerrado de sustancias y manejo de residuos	1996
Ordenanza de baterías	1997
Ordenanza de empaques y embalaje	1998
Ley de Energías Renovables EEG	2000
Ordenanza sobre el almacenamiento ambientalmente compatible con asentamientos humanos	2002
Ley de fin-de-uso de vehículos	2002
Ordenanza en el manejo de residuos de madera	2002
Ordenanza sobre rellenos sanitarios y vertederos	2002
Ordenanza para el manejo de residuos municipales de origen comercial, residuos de la construcción y demoliciones	2002
Ordenanza sobre manejo de estibas	2002
Ordenanza sobre el almacenamiento de residuos	2005
Ley de equipo eléctrico y electrónico	2006
Ley de Economía Circular ("Kreislaufwirtschaftsgesetz KrWG")	2012
Ley modificada de Energías Renovables	2017

Japón

Japón es una isla con una alta concentración de población y una importante extensión de terreno montañoso, que inició su camino hacia un modelo de economía circular después de las crisis financieras globales que afectaron su economía desde la postguerra. **La transición hacia la circularidad fue detonada principalmente por la falta de espacio para la ubicación de rellenos sanitarios** debido a la topografía rocosa, a la limitada disponibilidad de recursos internos para la producción industrial, tales como metales y minerales. **Esta transición se inició hacia el año de 1970**, aunque los resultados notorios fueron evidentes ante la implementación de la Ley para la utilización efectiva de los reciclables emitida en el año de 1991. Es por ello que Japón se convirtió en el primer país en promulgar legislación sobre economía circular.

Las estrategias empleadas fueron orientadas en la **reducción de la dependencia del petróleo y de las industrias de alto consumo energético**, así como en la re-configuración de la matriz energética, y en el desarrollo de la **economía del conocimiento**.

Para el año 2007, el 98% de los metales estaban circulando en la cadena del reciclaje, mientras que sólo el 5% de los residuos totales se depositaban en vertederos controlados. **La responsabilidad forzada del consumidor** que obliga al usuario final del producto a retornar cualquier equipo eléctrico hacia la cadena de producción, resultó en la recuperación de entre el 74% y el 89% de los materiales que forman parte del producto. La transición hacia la economía circular en Japón se ha caracterizado por un **modelo de colaboración efectiva entre consumidores y fabricantes**.

Esta transformación del mercado y cadenas de producción fue impulsada por el desarrollo de la alta tecnología, logrando un desacoplamiento del uso de los recursos no-renovables necesarios en la producción y creando mecanismos para el despliegue de proyectos de generación energética con fuentes alternativas y renovables. Esto ha proporcionado una base sólida para el sistema económico japonés, lo que ha permitido la re-construcción de una sociedad sobre un modelo de desarrollo fundado en los principios de la economía circular integrando a su gente, a través de la



utilización óptima de recursos no-renovables o reorientando el consumo hacia el uso de recursos renovables, de acuerdo con Ji, Zhang y Hao (2012).

La implementación del concepto de circularidad en Japón siguió un **enfoque de arriba hacia abajo**, apoyándose en la legislación y **un marco regulatorio estratégico**. Para ello, **el gobierno desarrolló un marco integral** que facilitara la transición y fortalecimiento de una sociedad en la economía circular, lo que más tarde se convirtió en un patrón de consumo y estilo de vida nacional. Los pasos más relevantes definidos por el gobierno japonés que han garantizado la Circularidad en todos los sectores incluyen:

- **La creación de contenidos educativos** sobre concientización en materia ambiental, y que son impartidos en escuelas, universidades, empresas y comunidades.
- **La provisión de laboratorios** para el reciclaje en los colegios.
- El despliegue de **mercados comerciales circulares** para que las empresas entreguen, comercialicen o intercambien sus recursos descartados.
- El diseño de **programas de incentivos** para mejorar la colaboración pública.
- **El despliegue de infraestructura** que habilite el encadenamiento del reciclaje de los recursos descartados.

Benton y Hazell (2016) han analizado el papel del sector público para incluir la separación de fuentes de los materiales reciclables, para el pago inmediato de las tarifas de reciclaje y la protección del derecho como consumidores, así como los roles de los fabricantes con el uso de más materiales recuperados y reciclados, con la producción de productos duraderos y el diseño para reparación, reutilización, desensamblaje y reciclaje.

La economía circular en Japón se desarrolló de tal manera que hoy día los flujos de materiales o los productos fuera de uso son recolectados fácilmente; **el costo de devolución y de recuperación se ha agregado al precio del producto en el mercado y todas las empresas están obligadas a reciclar sus productos**. Además, se desarrollaron sistemas de reciclaje destinados a generar cero-emisiones, minimización la cantidad de desechos, maximizando el reciclaje de recursos descartados, y en vinculación con la cadena industrial de reciclaje, transporte y comercialización de estos flujos. Los sistemas descritos han sido respaldados por las leyes, políticas, decretos y sus respectivas reglamentaciones. A continuación, se presenta un listado con las **ocho leyes más relevantes** en este contexto.

A continuación se resume la evolución del marco regulatorio para Japón:



Tabla 6: Políticas públicas habilitadoras y que dieron respaldo al Marco Regulatorio en economía circular para Japón. Adaptado de Olabode, E.; 2019.

Leyes, Políticas Públicas y Actas	Año
Ley de eliminación de residuos	1970
Ley de uso eficiente de recursos naturales	1991
Ley Ambiental	1993
Ley de recolección separada y reciclaje de envases y empaques	1995
Ley especial del ciclo de máquinas domésticas	1998
Ley de reciclaje de construcción de edificios	2000
Ley de medidas especiales y manejo adecuado de residuos de bifenilo policlorado	2001
Ley de reciclaje de vehículos	2002
Ley de reciclaje	2002
Revisión de la Ley de manejo de residuos	2010
Ley para el reciclaje de enseres domésticos	2013

Comparación entre el desarrollo de la EC en China, Alemania y Japón

La Figura 3 resume los modelos de desarrollo de Economía Circular que se han implementado en China, Alemania y Japón, respectivamente. Hay que tener en cuenta que la transición e implementación se da desde las etapas de diseño, producción y consumo y no solo en la etapa final de gestión de residuos. En este contexto, a continuación se realiza un análisis comparativo de cómo se ha transformado el modelo económico de estos países:

- **En China, el eco-diseño se introduce desde las primeras etapas de diseño de producto** para asegurar el desarrollo de productos amigables con el medio ambiente y con ello, proteger el capital natural, mientras que en Alemania y Japón, los fabricantes son responsables de adoptar prácticas de diseño de alta tecnología para facilitar la reparación, el desensamblaje, la reutilización y el reciclaje de productos y componentes. Este hallazgo implica que los fabricantes/productores adoptan un modelo de pensamiento basado en el ciclo de vida del producto que es introducido desde la fase de diseño para garantizar que se tengan debidamente en cuenta sus impactos ambientales.
- Como se observa, en China se implementa un modelo de **producción más limpia, el concepto de eco-parques industriales y ciudades con bajas emisiones de carbono**, lo que anticipa un enfoque que va de lo micro a lo macro. Del mismo modo, se están tomando medidas en Alemania y Japón para recuperar y reutilizar los recursos descartados, utilizar materiales reciclados, emplear fuentes de energía renovables y fabricar productos duraderos. Con esto se reduce la presión sobre la extracción de materias primas vírgenes durante la producción y se reducen en gran medida las emisiones de GEI.



- **Los consumidores juegan un papel vital para garantizar que los materiales circulen continuamente al final de su primera vida útil**, minimizando así el impacto sobre los ecosistemas. Para este fin, se alienta a los consumidores chinos a vivir un **estilo de vida bajo en carbono** a través de servicios ecológicos de compra, intercambio y alquiler de productos. Del mismo modo, Japón tiene un **marco nacional para la vida** que ofrece orientación sobre gestión de residuos para empresas y consumidores, incluida la clasificación, la segregación y el reciclaje. En sentido opuesto, los fabricantes y minoristas en Alemania están obligados a implementar un esquema de devolución, un sistema que permite a los consumidores retornar los productos usados o dañados sin costo alguno. El hallazgo de este estudio implica una situación de ganar-ganar-ganar en la etapa de consumo tanto para los consumidores, como para los fabricantes y el medio ambiente.

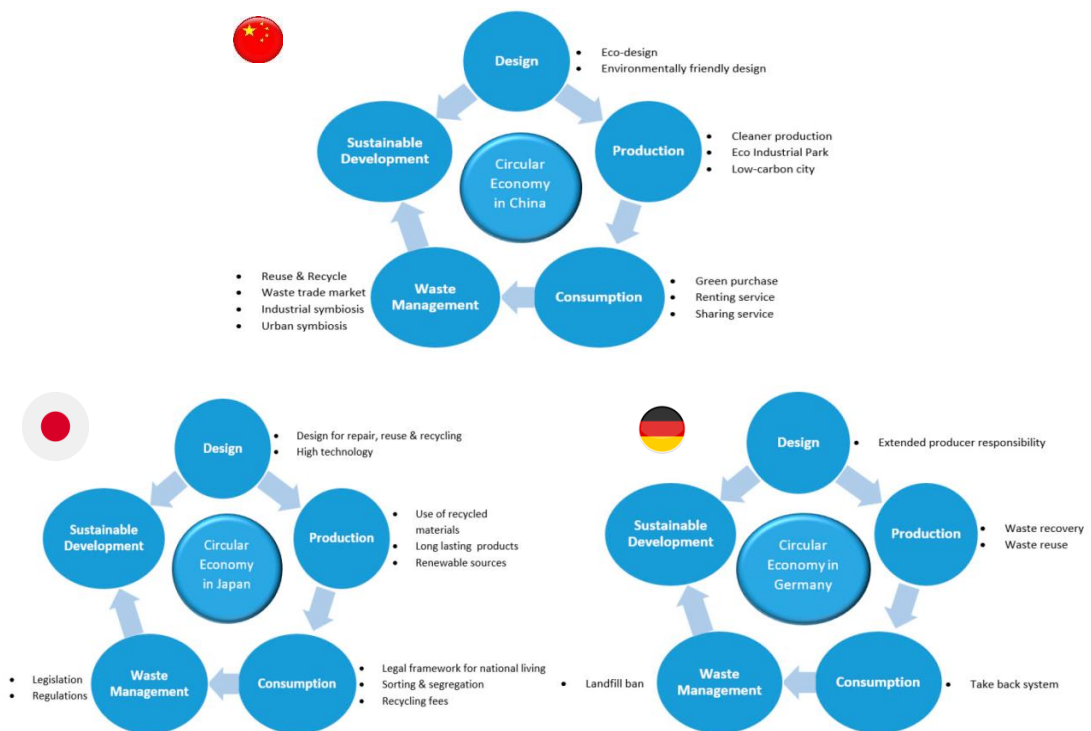


Figura 3: Desarrollo de la economía circular en China, Alemania y Japón. Adaptado de Olabode, E., 2019.

Con respecto a las medidas de gestión de residuos, China ha adoptado los mercados de reutilización, reciclaje, comercio de recursos descartados y ha explorado procesos de simbiosis industrial y urbana, lo que le ha permitido mantener materiales, partes y productos descartados un mayor tiempo en circulación. Todo esto está debidamente respaldado por la **legislación, las políticas y los reglamentos**. Del mismo modo, **la prohibición y la legislación sobre los vertederos y sitios de disposición final** son medidas de gestión de residuos en Alemania y Japón, respectivamente. Es evidente que **La Ley de Uso Eficiente de los Recursos de Japón** y **la Ley de Gestión de Residuos** sumada al **Acta de Ciclo Cerrado de Sustancias de Alemania** fueron postulados que han aportado en el logro del mismo propósito. La existencia de un marco regulatorio



apropiado es fundamental para el éxito de la Economía Circular y en alcanzar las metas y objetivos de desarrollo sustentable. **La implicación para los países que planean adoptar este concepto está en formular primero las políticas públicas habilitantes, tales como la prohibición de los vertederos no-controlados, la responsabilidad extendida del productor y los esquemas de devolución mencionados.**

Tabla 7: Comparación del proceso de implementación de la CE y las leyes de gestión de residuos en China, Alemania y Japón. Adaptado de Olabode, E., 2019.

ASPECTO	CHINA	ALEMANIA	JAPÓN
Leyes / Políticas Públicas	Producción Limpia / Economía Circular	Ciclo Cerrado de Sustancias y Acta para el Manejo de Residuos	Ley de Uso Eficiente de Recursos
Año de Publicación	2002 / 2009	1991	1996
Causa Principal	Daño ambiental debido a la acelerada industrialización y desarrollo de infraestructura	Daño ambiental debido a la diversificación económica	Crisis financiera global y falta de espacio para alojar vertederos debido a la topografía accidentada
Propósito	Estimular la producción más limpia, mitigar los índices de contaminación ambiental y el control de residuos	Reducir el uso de tierras como rellenos sanitarios, cambiar la responsabilidad hacia los productores y asegurar la recuperación y re-uso de materiales aprovechables	Reducir la dependencia del petróleo y el consumo energético, ajustar la matriz energética y mejorar los índices de eficiencia energética
	La necesidad de reducir la dependencia en la importación de materias primas y la presión sobre recursos naturales		
Enfoque	Arriba-Abajo	Arriba-Abajo	Arriba-Abajo
Método de Implementación	Enfoque Vertical: Micro (empresas) Meso (encadenamientos productivos) Macro (Provincias) Enfoque Horizontal: vinculación entre industrias, infraestructura y sistemas de consumo de recursos ambientales	Individual / Empresa / Administración / Nacional	Empresa / Parques Industriales / Sociedad

Conclusión del análisis comparativo entre China, Alemania y Japón

Según el estudio citado, **el concepto de economía circular en China se implementó en tres capas: micro, meso y macro.** En Alemania y Japón se ha implementado a través de la legislación, políticas públicas y regulaciones específicas.

En China, la ley de economía circular fue enfocada hacia la eficiencia de los recursos y producción más limpia, mientras que en **Alemania y Japón, se basó en las leyes de reducción de residuos y prohibición de rellenos sanitarios.**

La Ley de economía circular de China se asemeja al **Acta de Ciclo Cerrado de Sustancias y la Ley de Gestión de Residuos** en Alemania. Del mismo modo, la Ley de Japón de Uso Eficiente de los Recursos. Estas leyes, como se enfatiza en el estudio, se promulgaron para **reducir la extensión de tierras destinadas a la gestión y disposición final de residuos** (vertederos controlados y no-controlados), para transferir las responsabilidades hacia los fabricantes, y para garantizar la recuperación y reutilización de los recursos descartados, mejorando la eficiencia energética y productividad.



Por otro lado, el concepto de economía circular se desarrolla en cuatro etapas principales: **eco-diseño, producción, consumo y gestión de residuos**. Los enfoques adoptados por los países analizados en estas etapas son similares y apuntan a lograr un desarrollo sustentable. El enfoque de implementación común para la economía circular va **de arriba hacia abajo en los tres países**. Las políticas y regulaciones habilitantes, así como la colaboración y el apoyo de todas las partes interesadas, especialmente los consumidores, son esenciales para una implementación exitosa. Este proceso requiere de una planificación adecuada para identificar el método de implementación adecuado y **acorde a la condición socio-cultural de cada país**.

2.3. Marco de referencia y monitoreo de la economía circular

2.3.1. Región de Flandes, Bélgica

Flandes³ es una región del norte de Bélgica que colinda al occidente con Francia, al sur con Luxemburgo y al oriente con Alemania y Los Países Bajos. Concentra a cerca de 6.5 de los 11 millones de habitantes que tiene el país, de manera que **alrededor del 60% de la actividad comercial e industrial de Bélgica se desarrolla en esta región**.

En esta sección se muestran los aspectos más relevantes del marco de referencia para la medición y seguimiento de la transición e implementación de la Economía Circular diseñado para esta región ya que cuenta con una estructura que **conecta elementos similares a los encontrados en los cuatro países del proyecto**.

El primer aspecto a tener en cuenta es que este marco de referencia consta de tres niveles de medición:

- **Macro:** Compuesto por indicadores centrados en los flujos de materiales, agua y energía, que permite monitorear los impactos ambientales, económicos y sociales asociados a la región flamenca, incluidos aquellos efectos fuera de las fronteras de esta región.
- **Meso:** Nivel compuesto por indicadores centrados en alcanzar la economía circular en sistemas particulares, facilitando la medición y el monitoreo del desempeño de los encadenamientos productivos y sectores económicos en su conjunto.
- **Micro:** Compuesto por un conjunto de productos y servicios específicos, destinado a establecer una muestra representativa y amplia de nuestro consumo diario y que también es relevante teniendo en cuenta la transición hacia la economía circular.

A continuación se muestra un resumen gráfico de la estructura conceptual de este marco de referencia:

³ Flandes también es conocida como la Región Flamenca al norte de Bélgica.



Figura 4: Esquema del monitoreo de economía circular en Flandes. Adaptado de Alaerta et. Al., 2019.

Dentro del contexto de la medición y monitoreo de avances y resultados sobre la transición hacia la economía circular, contamos con marcos de referencia y sistemas que aunque cumplen esta función son relativamente nuevos y aún se encuentran en desarrollo. Es por ello que se identifican algunas ventajas bajo esta perspectiva, las que se describen a continuación:

- Debido a que la satisfacción de las necesidades del mercado de consumo es facilitada por la oferta de productos y servicios, en primera instancia **se debe establecer un puente entre los niveles de monitoreo micro y macro**, por tal motivo se incluye el nivel meso. Esto a su vez, permite **trazar los efectos específicos de la innovación en un producto o servicio** y, al mismo tiempo sentar las bases para la construcción de políticas públicas para el largo plazo.
- Los modelos de producción y consumo juegan un rol determinante en la vida útil de los productos o servicios que están disponibles para satisfacer las necesidades del mercado. Desde el punto de vista del monitoreo, se re-define una posición clara para los **modelos de negocios circulares**, un aspecto que hasta ahora ha recibido poca o ninguna atención dentro de los marcos conceptuales de monitoreo de impactos.
- Otro aspecto que ha recibido poca atención dentro de este contexto es **la perspectiva del consumidor final**. Con esta inclusión, se espera caracterizar adecuadamente la naturaleza intersectorial de la transición de la economía circular y re-orientar la relación entre éste y el fabricante.
- **La retroalimentación que se obtiene a través de este monitoreo continuo** desde el nivel micro es directo, en comparación con aquellas mediciones de indicadores de nivel macro que sólo hacen visible la evolución de la economía circular al registrar impactos considerables que además se actualizan con poca frecuencia y, por lo regular, tarde.



En definitiva, uno de los principios fundamentales de la economía circular es mantener los productos y materiales en uso con la mayor valorización y durante el periodo de tiempo más largo posible, mientras se reducen sus impactos socio-ambientales. El resultado de esto se hará visible a través de los indicadores del monitoreo y será comparable con los desarrollos existentes (basados en el concepto de producción *Business-As-Usual* la mayoría de ellos), mediante los que actualmente se satisfacen las propias necesidades sociales, a lo que llamaremos **Línea Base**.

En este sentido, el rol de la economía circular debe centrarse en mantener el modelo de desarrollo dentro de la **zona segura con respecto a los límites planetarios y sociales** en los que se basa este marco de referencia. Esto contrasta al actual modelo basado en una economía lineal, donde los productos y materiales se consumen a un ritmo elevado y que terminan como residuos tras un corto tiempo de uso o consumo. Este acelerado ritmo nos ha traído hacia la **zona de peligro y vulnerabilidad** en varias de las dimensiones establecidas por los límites planetarios, entre los que se incluye la **pérdida de biodiversidad, el cambio climático y el desequilibrio global de los ciclos naturales**. Adicionalmente, sabemos que los beneficios sociales no están distribuidos de manera equitativa, lo que demuestra que este modelo lineal actual tiene una doble deficiencia.

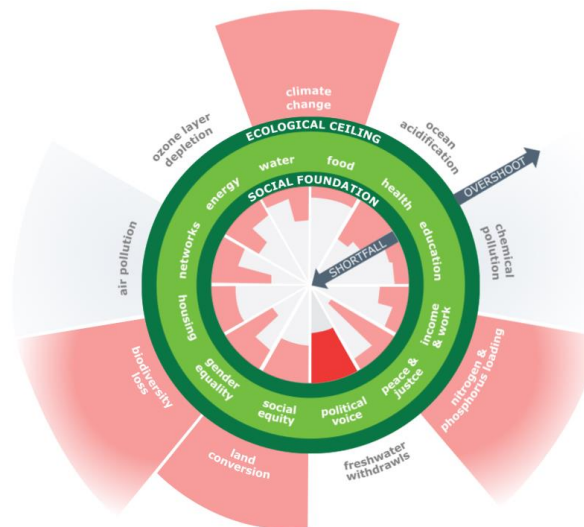


Figura 5: En verde claro se observa la Zona Segura de desarrollo económico con respecto a los límites planetarios (ecological ceiling) y los límites sociales (social foundation) (Fuente: Donough Economy by Kate Raworth).

Midiendo la economía circular

En la vía hacia la economía circular, **nuestra sociedad necesita experimentar un cambio sistémico**. Para este propósito, el sistema político flamenco es considerado como la principal audiencia objetivo dentro de este marco de referencia, ya que eventualmente éste será un instrumento alimentado con los datos que permitirán determinar si la región flamenca va en el camino correcto trazado hacia la economía circular qué tan lejos está del cumplimiento de las metas determinadas en la hoja de ruta. Este marco de referencia además deberá proveer insumos y evidencia que pueda ser utilizada para la transformación continua de las políticas públicas a través de intervenciones legislativas dirigidas hacia patrones de producción y consumo sustentables. Con base en la presentación de datos consistentes y confiables, quedará



debidamente habilitada y expuesta la retroalimentación y los comentarios al marco regulatorio, dando además visibilidad a las áreas corresponsables.

Adicionalmente, este sistema de monitoreo debe suministrar información para que los diversos actores clave **identifiquen el potencial del rol que podrían asumir** y aquellas necesidades que podrían tener ante esta transición. En paralelo, en un nivel social amplio, este marco de referencia permitirá que los políticos y legisladores evalúen el grado de impacto ambiental, económico y social que la economía circular está teniendo en los diferentes sectores y niveles.

Existen varios aspectos fundamentales para la definición de los indicadores que harán posible el monitoreo de esta transición, por lo que los que se describen como sigue:

- **Construir indicadores que permitan monitorear cada fase de la transición.** Se requiere definir los datos de entrada y las actividades que catalizan esta transformación del modelo de desarrollo y muestran los avances que se van alcanzando, así como la evidencia de que los materiales y productos se mantienen en los más altos niveles de valorización o aprovechamiento posible, todo esto como un resultado directo en términos económicos, sociales y ambientales.
- Además, **un nivel meso es requerido para determinar los resultados concernientes a las subregiones, subsectores económicos, industrias y encadenamientos productivos** e incluso parques industriales con potencial de simbiosis.
- A nivel micro, **la transición hacia la circularidad debe permear en las empresas, y en el desarrollo de productos y servicios.** Es en este nivel donde se obtendrán resultados notorios, de corto plazo y en una forma más directa, que facilite además, la medición de impacto del marco regulatorio y de los mecanismos de innovación habilitantes de la economía circular.
- Esta transición está anclada directamente al **desarrollo tecnológico**, debido principalmente a la complejidad en la composición de un alto porcentaje de los materiales, componentes y productos que circulan hoy y que deberán ir hacia cadenas de re-valorización y re-aprovechamiento (recuperación, re-manufactura, reciclaje, cierre de ciclo, etc.). En este sentido, la medición del abastecimiento y flujos de materiales a nivel macro, y de las propiedades de los productos a nivel micro, también debe ser considerada. No obstante, la transición hacia la economía circular también debe abordar los **cambios socio-institucionales**, en los que la tecnología no es protagonista, pero funge como habilitadora del modelo. Un ejemplo de ello, es el surgimiento de la **economía colaborativa**, que depende en gran medida de las redes móviles que facilitan y respaldan los modelos de servicios compartidos, y que si bien la tecnología no fue desarrollada para dicho propósito, juega un rol fundamental.

La región flamenca se puede equiparar a la dinámica de un país en términos de monitoreo, razón por la que se ha establecido el marco de referencia considerando esta condición. La necesidad de contar con indicadores se ha extendido cada vez a más aspectos, como a las ciudades, regiones y los proyectos. Como ejemplo de esto,



se tienen la conexión con iniciativas como la Agenda Urbana o el proyecto **Horizon2020 Project SCREEN**⁴.

2.3.2. Marco de referencia de la economía circular en Francia

Para el año de 2017, **el Gobierno francés publicó un marco de monitoreo** que consiste en diez indicadores centrados en tres áreas: (1) Gestión de residuos, (2) suministro de actores económicos y (3) desde el consumidor. Los resultados se presentan en un tablero donde, mediante un código de colores, se comunica el progreso. Algunas comparaciones a nivel Europeo ya están disponibles. Cabe enfatizar que cinco indicadores miden el aprovechamiento de los materiales y la generación de residuos. Exceptuando los residuos alimenticios, la calidad de los datos disponibles es alta.

2.3.3. Marco de referencia de la economía circular de la Agencia Holandesa del medio Ambiente

Para el año de 2018, **la Agencia Holandesa del Medio Ambiente (PBL) publicó un marco de referencia para el monitoreo de la economía circular** que incluye un análisis en profundidad sobre el desafío del monitoreo mismo. Este reporte entrega una descripción completa de lo que idealmente debería ser medido para cubrir todos los aspectos de la economía circular en cada una de las fases de transición y, en un paso subsecuente, el marco propuesto debe nutrirse con los datos disponibles hoy. La conclusión de este ejercicio es que en la actualidad en el nivel macro, varios aspectos relacionados con los flujos de materiales pueden ser medidos desde una perspectiva de circularidad y sus efectos. Además, se firmó un acuerdo a nivel de cinco sectores prioritarios en la economía holandesa con respecto a la economía circular, en alineación con los acuerdos entre esos sectores y el gobierno, llamado *Grondstoffenakkoord2 (The Raw Materials Agreement)*.

⁴ HORIZON 2020 es un Programa de Innovación de La Unión Europea con fondos de 80,000 millones de euros para el financiamiento de proyectos que impulsen la competitividad, en un periodo de 7 años (2014-2020).

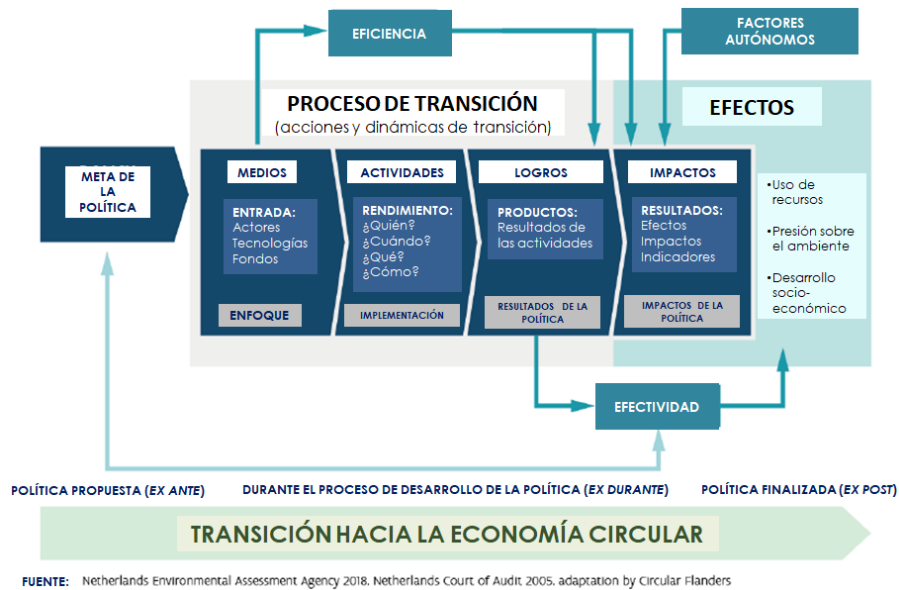


Figura 6: Marco de evaluación del progreso en la transición hacia la economía circular (Alaerts, 2020).

2.3.4. Marco de referencia de la economía circular de La Comisión Europea

En 2018, La Comisión Europea publicó un documento marco de referencia bajo la premisa de que "una economía circular tiene como objetivo mantener el valor de los productos, materiales y recursos tanto como sea posible devolviéndolos al ciclo del producto al final de su uso, minimizando la generación de basura". En este sentido, La Comisión Europea ha propuesto un marco de **10 indicadores centrados en cuatro áreas**, a saber (1) producción y consumo, (2) gestión de residuos, (3) materias primas secundarias y (4) competitividad e innovación (ver Figura 7) (Unión Europea, 2018).

Se tomaron dos decisiones claras desde el inicio del desarrollo de este marco de monitoreo:

- Mantener los efectos/impactos en otros dominios (como el medio ambiente) y
- Hacer el mejor uso de los datos existentes para no aumentar las cargas administrativas para las empresas y los gobiernos.

La mayoría de los indicadores se han tomado de otros marcos previamente desarrollados a nivel europeo, como por ejemplo **la Directiva Marco de Residuos, el Cuadro de Indicadores de Materias Primas y el Cuadro de Indicadores de Eficiencia de Recursos** (Moraga, 2018). Este marco establece la línea base desde el inicio, así que en la medida de que haya datos disponibles en cada país, los puntajes de los indicadores estarán disponibles en la plataforma del Eurostat.

Teniendo como base las cuatro áreas del marco, se propone una serie de indicadores:

- **Producción y consumo:** Dentro de este marco, abordar los patrones de producción y consumo se considera como el primer paso para el desarrollo una economía circular. Se espera que tanto el sector industrial y de servicios, como el doméstico, reduzcan la cantidad de residuos generados y, a largo



plazo, permitan a la Unión Europea ser autosuficiente en el suministro de determinadas materias primas. Esta área incluye 4 indicadores:

- **Autosuficiencia de materias primas** para la producción en La Unión Europea.
- **Compras públicas verdes** (como indicador de aspectos financieros).
- **Generación de basura** (como indicador de aspectos de consumo).
- **Desechos alimentarios.**
- **Gestión de residuos:** Este marco considera que el "reciclaje" es un paso más hacia la transición hacia una economía circular, y el objetivo es aumentar la cantidad de residuos que se reciclan y devuelven a los ciclos dentro de la economía para generar valor adicional. Se han propuesto dos indicadores para esta área:
 - Tasas globales de reciclaje y re-aprovechamiento.
 - Tasas de reciclaje de materiales específicos (envases, residuos orgánicos, residuos eléctricos y electrónicos).
- **Materiales secundarios:** Se centra en la medición del cierre del ciclo de materiales. Este cierre de ciclo significa que menos materias primas vírgenes entrarían en los procesos debido a la reintroducción de materiales recuperados. Se proponen dos indicadores para esta área:
 - Contribución de materiales reciclados a la demanda de materias primas.
 - Comercio de materias primas recicladas entre los países miembros de la Unión Europea y el exterior.
- **Competitividad e innovación:** Considera que la economía circular contribuye a la creación de nuevos puestos de trabajo y al crecimiento económico. Asimismo, implica el desarrollo de nuevas tecnologías que mejoren el diseño para reincorporar fácilmente materiales al final de su uso, así como promover la generación de procesos industriales innovadores. Se han propuesto dos indicadores dentro de esta área:
 - Inversiones privadas, número de personas empleadas y valor añadido neto en sectores de la economía circular.
 - Patentes relacionadas con el reciclaje y materiales secundarios como medida aproximada de innovación.

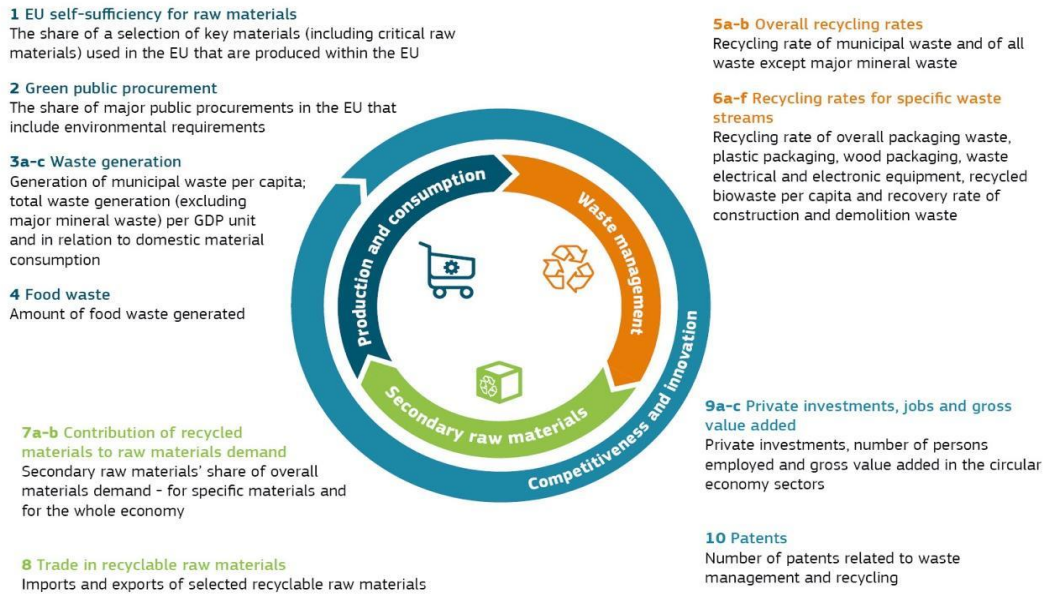


Figura 7: Marco de seguimiento de la economía circular en la Unión Europea, Fuente: Eurostat

En el ámbito de **Materiales Secundarios** (sección verde del círculo en la Figura 7), La Unión Europea definió la **Tasa de Uso de Materiales Circulares (UMC)**⁵ como uno de los principales indicadores para reportar avances, tanto en el marco de la economía circular como en el desempeño de Sostenible. Objetivos de Desarrollo (ODS), específicamente para informar sobre el ODS 12 - Producción y consumo responsables (Unión Europea, 2019).

De forma ilustrativa, La Unión Europea calcula este indicador siguiendo las ecuaciones y aproximaciones siguientes:

$$CMU = \frac{\text{Circular Material Use}}{\text{Global Material Use}}$$

Circular Material Use = Cantidad de desechos reciclados en plantas nacionales + Cantidad de desechos exportados para recuperación extranjera – Cantidad de desechos importados para recuperación.

Global Material Use = Consumo de materiales domésticos+ Uso de materiales circulares

Un valor alto del indicador CMU alto significa que más materiales secundarios (circulares) están reemplazando las materias primas vírgenes, reduciendo así los impactos ambientales producidos por la extracción de materiales.

Una explicación detallada de la metodología de cálculo de la UMC se describe en el informe "**Tasa de uso de material circular: método de cálculo**" publicado por Eurostat.

⁵ La Tasa CMU está basada en los principios de Circularidad que buscan mantener los materiales dentro de ciclos económicos y prolongar su vida útil el mayor tiempo posible, e incluso incrementar su valor entre uno y otro ciclo. Este indicador mide la relación entre materiales recuperados y aquellos materiales de origen extractivo.



2.3.5. Semejanzas y diferencias entre los marcos de referencia de la economía circular

La semejanza general entre estos **tres marcos de referencia** es la aparición de una serie de macro indicadores sobre (1) flujos de materiales, (2) recursos descartados y reciclaje, (3) entrada directa de materiales, (4) la cantidad de residuos municipales per cápita, (5) las tasas de reciclaje, etc. Estos indicadores están respaldados por datos disponibles, arrojados por la información relativa al manejo de los residuos y materiales. Además, en ninguno de estos marcos se intenta resumir el monitoreo en una sola puntuación.

Las diferencias entre los marcos existentes radican principalmente en la forma en que se tratan los aspectos de la Economía Circular que actualmente **no están cubiertos por los datos**, más concretamente en el diseño conceptual de los sistemas de seguimiento. En otro sentido, **el informe holandés desarrolla con mayor profundidad el proceso de seguimiento de la Economía Circular** y define las diferentes dimensiones que ayudarán a seguir la transición de la entrada al resultado y destaca el valor añadido del micro seguimiento. Con respecto al marco de seguimiento de La Comisión Europea, el alcance se simplificó y se tomaron prestados los indicadores elegidos de los marcos existentes.

En conclusión, **la no-disponibilidad de datos es un claro cuello de botella** para monitorear la transición hacia la economía circular. Además, la base conceptual y el alcance de un sistema de monitoreo son cruciales porque determinan la factibilidad de manejar la información en aquellas áreas donde los datos aún no están disponibles.

Es fundamental determinar primero lo que realmente falta, y luego tratar de construir un marco de referencia susceptible de incorporar estos aspectos de la mejor manera posible. **Los siguientes aspectos serían valiosos en el proceso de elaboración de un marco de monitoreo** a fin de reflejar mejor el progreso en la hoja de ruta de implementación de la economía circular:

- **Establecer un vínculo entre los indicadores de nivel micro y macro.** Si bien hay mucha literatura sobre el desarrollo de micro indicadores, actualmente no está claro cómo podrían relacionarse con el nivel macro (Vercalsteren et. al., 2018). El valor agregado del nivel micro es que tanto las intervenciones políticas como las prácticas innovadoras se están materializando allí primero, ofreciendo la oportunidad de obtener una retroalimentación más directa.
- **Desarrollar un mecanismo para evaluar el desarrollo y el potencial de los modelos de negocio circulares.** El monitoreo de estos elementos permitirá que los responsables de formular políticas públicas verifiquen y aseguren que el progreso se aleja del modelo de economía lineal actual de hacer negocios donde la transferencia de un producto es central.
- **Establecer un vínculo con los posibles impactos de la economía circular en las personas, el planeta y la sociedad, incluidos los impactos fuera del propio territorio.** Algunos ejemplos del valor agregado de hacer este enlace se demuestran en el marco de referencia holandés a nivel macro, ya que permite sacar conclusiones sobre el grado en que el consumo de materiales se trasladó a otros países (Potting, 2018), creando así externalidades o efectos secundarios.



- **Dar un mayor protagonismo a las estrategias de economía circular más allá del reciclaje.** Solo hay unos pocos indicadores en los marcos anteriores que se refieren a esto. Por ejemplo, **el indicador sobre la reutilización de RAEE (WEEE)** en el marco de monitoreo de la Unión Europea (Comisión Europea, 2018) **y dos indicadores en el marco francés sobre el nivel de gasto en los hogares debido a servicios de mantenimiento y reparación**, y en uso compartido de automóviles (Magnier et al., 2017). El potencial de ahorro de material y energía de tales aspectos de la economía circular es mucho mayor en comparación con el del reciclaje (Potting., 2017).

Consideraciones para el monitoreo de la economía circular:

La economía circular es un modelo multidimensional, por esta razón, se debe tomar la decisión de concebirlo y desarrollarlo como un **marco de referencia integral y sistémico**, y no limitarlo a una batería de indicadores solamente.

“Un monitoreo para Flandes, con la vista puesta en Europa”, significa que como los responsables políticos y como actores clave en Flandes principalmente interesados en el monitoreo de la transición hacia la economía circular, se hace evidente la necesidad de un enfoque regional. Sin embargo, diseñar un marco de monitoreo aplicable únicamente bajo las condiciones de Flandes puede no ser totalmente deseable. Hay una serie de beneficios en la economía circular que están correlacionados tanto para aprovechar los datos y las iniciativas flamencas como para conectarse con la escena interregional e internacional.

Además, la economía flamenca está abierta: hay una gran actividad de importación y exportación en los flujos de materiales. Esto se debe al tamaño relativamente grande de los sectores industriales flamencos, la gran cantidad de empresas que operan internacionalmente y el tamaño relativamente pequeño del territorio. Esta realidad también debe reflejarse en el marco de referencia, a fin de garantizar que los esfuerzos de las empresas que operan dentro de parámetros de la economía circular internacional también puedan reconocerse.

Un marco de esta naturaleza cuenta con una visión sobre cómo se debe concebir esta transición, y como tal, contiene un reflejo de la **visión política sobre este modelo de desarrollo para el largo plazo**.

Circularidad y sus efectos

Este marco de monitoreo se ha centrado tanto en el producto, como en el resultado de la transición hacia la economía circular. **El primero trata sobre las manifestaciones de productos y materiales** que se mantienen en su nivel más alto de aplicación (por ejemplo, a través de la circulación de materiales, cierre de ciclos, extensión del tiempo de vida, eficiencia de los ciclos) y **el segundo sobre los impactos asociados. En términos de sostenibilidad, es importante incluir indicadores de resultados que arrojen luz sobre la economía, el medio ambiente y la sociedad, para tener una visión equilibrada.**

(1) El nivel macro: Medir a nivel nacional

Varios macro-indicadores relevantes para la economía circular ya se han desarrollado en otros contextos y están en uso actualmente, como por ejemplo, los flujos de materias primas, agua y energía, el consumo de éstas, la generación de emisiones o



residuos, etc. También es importante comprender que hay diferentes perspectivas que ya están disponibles, tales como:

- La **perspectiva del consumo**, enfocándose en la huella de nuestra demanda material y los impactos asociados, por lo tanto, incluye las partes de las cadenas fuera de las fronteras regionales
- La **perspectiva territorial**, centrándose en el uso de materiales y los impactos dentro de nuestras fronteras.
- La **perspectiva de producción**, incluido lo que se produce en Flandes para otras partes del mundo.

(2) El nivel micro: Productos y servicios

Debido a que la economía circular consiste en mantener los productos y materiales en circulación el mayor tiempo posible y con el mayor valor agregado, para un buen monitoreo es indispensable que éste refleje con claridad **lo que sucede en el nivel de los productos y materiales**. Además, hay **tres razones** adicionales para agregar este nivel dentro del marco de referencia:

- El progreso hacia la economía circular implica una transición, y esto requerirá **innovación en el diseño de productos y servicios**. Por lo tanto, en este nivel, esta innovación es indispensable para materializar la transición antes que a un nivel macro.
- Para que la transición suceda, se requerirán **intervenciones gubernamentales** y se reflejarán en medidas de política pública. En primer lugar, los efectos de tales medidas se harán visibles a nivel de productos y servicios.
- El desafío de **monitorear las transiciones** es que las fases de inicio están en gran medida ocultas debido **a la muy pequeña escala** de las actividades iniciales. En el momento en que han crecido lo suficiente, la transición ya está en una próxima etapa.

Es importante aclarar que **los productos y servicios en su mayoría no se pueden ver separados entre sí**. En la mayoría de los casos, un servicio está asociado con cada producto y viceversa. De hecho, hay una escala gradual entre productos y servicios; si tomamos un automóvil como ejemplo, podemos verlo desde la propiedad privada (si el foco está en el producto, hay algunos servicios asociados, como el servicio de mantenimiento) o desde un modelo de servicio de movilidad como automóvil compartido (el foco está en el servicio, pero todavía hay un automóvil involucrado).

(3) El nivel meso: proporcionar el enlace entre macro y micro

El caso flamenco (Flandes) aborda la importancia de desarrollar un enlace entre el nivel micro y macro. El desafío de hacer esto de una manera directa se ha descrito anteriormente (Vercalsteren et al., 2018):

- A partir de los datos arrojados por los macro-indicadores actualmente disponibles, la desagregación solo es posible hasta cierto punto y está limitada por el nivel de detalle disponible en dichos datos.
- Un enfoque de **abajo hacia arriba** podría agregar datos de productos y servicios, pero esto no es realista si se hace de manera exhaustiva. Además,



al solo agregar datos, la pregunta de cómo abordar la dinámica sistémica no se resuelve del todo.

En términos de economía circular, el monitoreo a nivel meso se ha representado de la siguiente manera:

- En el **sistema de monitoreo holandés**, el conjunto de indicadores de nivel macro se ha desagregado en **cinco sectores** para alinearlo con el monitoreo de los acuerdos sectoriales separados, realizado en los Países Bajos para la transición de la economía circular (la llamada 'Grondstoffenakkoord').
- Alternativamente, el nivel meso sirve para establecer un puente en el monitoreo de **sistemas eco-industriales y redes de simbiosis industrial** (Ghisellini, 2016). Las fábricas que se conectan a una red con respecto a las materias primas y la energía son una evolución deseable en términos de transición de la economía circular, y en el contexto de una nación con un sector industrial en rápido crecimiento, el monitoreo de este aspecto resulta muy pertinente.

La Agencia de Evaluación Ambiental de los Países Bajos ha demostrado que **la noción de función** de los productos y servicios es indispensable para aportar claridad sobre las posibles estrategias para llegar a la economía circular, ya que permite considerar también las innovaciones más disruptivas de una manera relativamente fluida.

Recientemente se publicó un reporte con este enfoque (Material Economics, The Circular Economy: A powerful force for Climate mitigation, 2018). En este documento, la atención se centra en el papel potencial de la economía circular en la mitigación del cambio climático, donde los autores afirman que el potencial de frenar la crisis climática a través de la economía circular sólo puede evaluarse completamente si se incluye el papel de los modelos de negocio circulares en la medición. Por lo tanto, **junto a las emisiones causadas por el uso del material y la eficiencia del producto, han agregado un tercer elemento en su análisis predictivo al considerar la cantidad de servicio entregado por los productos.**

(4) El puente entre macro y micro

Por otro lado, la teoría de la gestión de la transición hacia la economía circular proporciona una serie de escalones para construir el marco de referencia (Geels, 2002). En esta teoría, el llamado espacio de transición se divide en **tres capas**:

- **El paisaje:** Este conforma el nivel de la sociedad, donde los cambios ocurren en general y muy gradualmente (a menos que se trate de eventos extremos). Podríamos ver este nivel correspondiente al nivel macro en nuestro marco de referencia de economía circular.
- **El régimen:** Este es el nivel de cultura (y el cambio cultural de comportamiento requerido). Se compone de dominios amplios de hábitos y costumbres, que determinan la forma "normal" de hacer las cosas en la sociedad. Desde una óptica de Economía del Comportamiento, se alinea con la transformación de los mercados de consumo y, por ende, con los sistemas de producción. Los marcos normativos y regulatorio es el mecanismo determinante de los cambios



en los patrones de consumo y producción, así como en la relación que hay entre productores y consumidores.

- **El nicho:** Este es el nivel donde co-existen islas de experimentación en las que (radicalmente) se prueban nuevos tipos de productos y servicios. Aquí la innovación tiene lugar particularmente en pequeña escala, tanto con respecto a la tecnología como con respecto a las formas de hacer los negocios. Esto podría corresponder al nivel micro en nuestro marco de referencia.

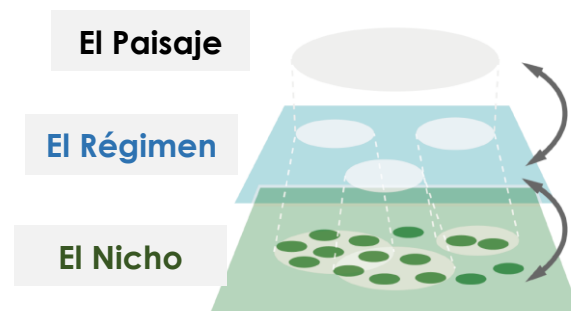


Figura 8: Espacio de Transición. Adaptado de Geels, 2002.

Como denominador general de tales sistemas, hemos elegido la **perspectiva del cumplimiento de las necesidades sociales**.

La economía en sí misma puede definirse desde un punto de vista fundamental como una forma de satisfacer nuestras necesidades. Con respecto a la economía circular, **esto significa que las formas en que usamos productos y materiales para satisfacer nuestras necesidades tendrán que modificarse drásticamente**. Comprender la interacción entre los satisfactores, las necesidades y los bienes económicos permite reconsiderar cómo se debe re-definir la economía y, más concretamente, el mercado de consumo.

- En el año 2018, se publicó el informe de "**brecha de circularidad**" (de Wit et al., 2018) en el cual se describe el consumo global de material, no sólo en general, sino también un nivel más profundo en lo que los autores describen como necesidades sociales clave. En el informe utilizan un conjunto de necesidades como vivienda, nutrición y movilidad, para mapear la huella de recursos detrás de estas necesidades.
- En otra fuente, se ha utilizado el término **funciones de vida**, como una forma de analizar los problemas de consumo sustentable (Hertwich, 2003). La lista es muy similar a las necesidades descritas en el informe anterior: vivienda, movilidad, nutrición, vestimenta, salud y ocio. La idea del concepto "funciones de vida" puede verse como componentes de los estilos de vida, cumplidos por el consumo de los productos y servicios.
- En el contexto del desafío de **estilo de vida bajo en carbono** de la región Asia-Pacífico, se han enumerado varios impulsores del consumo en la explicación detallada en el portal web de la iniciativa (OCDE, 2018). Las necesidades



abordadas son: alimento, hogar, bienes, transporte y ocio. Entonces, crear estilos de vida sustentables consiste en re-pensar la forma de satisfacer las necesidades, en la que el consumo es una parte central.

- A nivel de la Unión Europea, **los indicadores de la canasta de productos se han desarrollado recientemente dentro del contexto de la medición de la huella de los consumidores** (Notarnicola et. al., 2017). Para este propósito, el consumo se ha dividido en cinco áreas clave: alimento, vivienda, movilidad, artículos para el hogar y electrodomésticos. Estos indicadores ofrecen puntajes compuestos basados en datos de Análisis de Ciclo de Vida obtenidos de muestras extensas de productos disponibles en el mercado.

Como este nuevo modelo de desarrollo tiene una clara naturaleza intersectorial, se espera que la perspectiva de consumo sea más adecuada en comparación con una perspectiva de monitoreo basada totalmente en el sector productivo.

Los siguientes criterios podrían ser relevantes para llegar a una nueva selección de posibles sistemas de seguimiento de la Economía Circular a desarrollar:

- Cantidades de productos y materiales consumidos.
- Tamaño de los impactos asociados.
- Tamaño y tasa de los cambios requeridos en el contexto de la transición hacia la economía circular.
- Parte del ciclo que tiene lugar dentro de las fronteras de Flandes.
- Importancia de los sectores industriales asociados en Flandes.
- Enlace a dominios y estrategias políticas importantes, y potencial para tener un impacto a través de la política flamenca.
- Importancia socio-cultural en Flandes.
- Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sustentable.
- Disponibilidad de datos para la línea base e indicadores de transición.

2.4. Indicadores para una economía circular (Estado-del-arte, 2020)

El inventario se basa en cuadros de indicadores y marcos de monitoreo desarrollados tanto por la Unión Europea como por informes del Joint Research Centre (JRC) de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA). Esta lista se complementa con indicadores conocidos por los autores (Vercauteren, A. y Alaerts, L. et. Al., 2020) y una búsqueda bibliográfica exhaustiva. Este es un primer paso hacia el desarrollo de un índice de economía circular para la región de Flandes, que es uno de los objetivos del Centro de Investigación de Política de economía circular (anteriormente Centro SuMMA).

Los indicadores relacionados con la economía circular pueden clasificarse según diferentes criterios. Para tener una visión general de algunas características importantes de los indicadores evaluados, se clasifican en tres ejes:



- Niveles micro, meso, macro
- Estrategias de economía circular
- Tecnología vs socio-institucional

Una primera observación es que los indicadores existentes se centran principalmente en **parámetros físicos** (como kilogramos), que están más relacionados con la tecnología.

Los indicadores que se centran en **aspectos socio-institucionales** (por ejemplo, sistemas de recolección) están menos definidos y se incluyen con menos frecuencia en los sistemas de monitoreo. Lo mismo se aplica para las estrategias de circularidad de alto nivel. Muy pocos indicadores capturan el efecto de las estrategias relacionadas con el uso y la fabricación de productos más inteligentes y con una **vida útil más extensa de los productos, componentes y los materiales que los conforman**.

Una transición a una economía circular puede no verse solo desde una perspectiva material, sino que también **debe incluir otros impactos ambientales como el cambio climático**. Los indicadores que monitorean los impactos ambientales ya existen y se pueden combinar e integrar fácilmente en un conjunto de indicadores que permitan evaluar el progreso de la transición hacia la economía circular.

¿Cómo medir un indicador?

Además de la estimación cuantitativa del valor del indicador, existen varias opciones para relacionar este valor, el cual puede estar relacionado con:

- **Producto económico:** Por ejemplo el PIB (nacional o regional) y el valor agregado (sector, producto) que proporciona información sobre la productividad (PIB en numerador) o la intensidad (PIB en denominador) de la economía o el sector de la actividad económica.
- **Cifras per cápita:** Estas relacionan el valor del indicador con un habitante o un hogar promedio. Las cifras per cápita permiten la comparación entre ciudades, regiones o países, evitando el problema del tamaño del país y la población.
- **Indicadores de entrada:** La entrada de material nacional o la entrada de materia prima describen los materiales movilizados o utilizados para sostener actividades económicas, incluida la fabricación de productos para exportación. Están estrechamente relacionados con el modo de producción en un país o región en particular y son sensibles a los cambios en el nivel y en los patrones de comercio exterior u otros factores como la dotación de recursos naturales de un país y su nivel de desarrollo tecnológico.
- **Indicadores de salida:** La salida de materia procesada describe las salidas de material relacionadas con las actividades de producción y consumo de un país determinado. Representan aquellos materiales que se han utilizado en la economía y posteriormente lo dejan en forma de emisiones y recursos descartados, o en forma de exportaciones.
- **Indicadores de consumo:** Por ejemplo, el consumo de materia prima, de material doméstico, etc., describen los materiales consumidos por las actividades económicas. Están estrechamente relacionados con el modo de



consumo, pero son bastante estables en el tiempo. La diferencia entre los indicadores de consumo e insumo es una indicación del grado de integración de una economía (es decir, cuanto mayor es la diferencia, mayor es la integración económica mundial debido a la exportación) con la economía global, que también depende del tamaño (geográfico y de la población) de la economía.

¿Cómo medir las emisiones de GEI y las contribuciones a la mitigación del cambio climático, a través de un marco de referencia de la economía circular?

Con respecto al cálculo de las emisiones de GEI, la literatura define **tres formas de medirlas**:

- **Huella de consumo**⁶.
- **Emisiones territoriales**.
- **Emisiones de producción**.

La **huella de consumo** utiliza la perspectiva del consumidor a partir de todo el consumo nacional, incluidas las emisiones directas o de uso (es decir, durante el uso del producto final), las emisiones de producción doméstica aguas arriba (indirectas) y las emisiones de producción extranjera (importación).

Las **emisiones territoriales** son la suma de las emisiones nacionales directas o de uso por parte de los consumidores, las emisiones de las empresas nacionales en los procesos de producción de productos para consumo local (indirecto) y consumo extranjero (exportación).

Las **emisiones de producción** se centran únicamente en las emisiones de las empresas nacionales en el ciclo de vida de los productos para consumo local (indirecto) y consumo extranjero (exportación).



Figura 9: Cálculo de emisiones de GEI según el alcance definido. Adaptado Velcasteren, 2018.

Para hacer un seguimiento del impacto en las emisiones de GEI mediante la implementación de las estrategias de economía circular, se requiere un enfoque bidireccional:

- Por un lado, el foco está en el dominio de **la huella del consumo específico**, ya que los cambios en los patrones de consumo (por ejemplo, la reducción del desperdicio de alimentos) o los patrones de producción (por ejemplo,

⁶La **Huella ecológica del consumo** es una medida de cuánta área de tierra y agua biológicamente productiva requiere un individuo, población o actividad para producir todos los recursos que consume y absorber los desechos que genera, utilizando la tecnología predominante y las prácticas de manejo de recursos, generalmente se mide en hectáreas globales. Fuente: <https://www.footprintnetwork.org/resources/glossary/>



una mayor reutilización de envases) cambia la red de producción global e impacta las emisiones globales de GEI vinculadas al consumo local.

- Por otro lado, la atención se centra en **las emisiones territoriales**, ya que con un aumento en las actividades locales relacionadas con la economía circular, también podría aumentar las emisiones territoriales.

Una comparación entre estos dos tipos de indicadores proporciona información relevante sobre **el impacto en las emisiones de GEI del consumo local y las emisiones absolutas de la región**, así como de la distribución de los beneficios y costos entre las regiones. Un ejemplo para Flandes se presenta en la **Figura 10**.

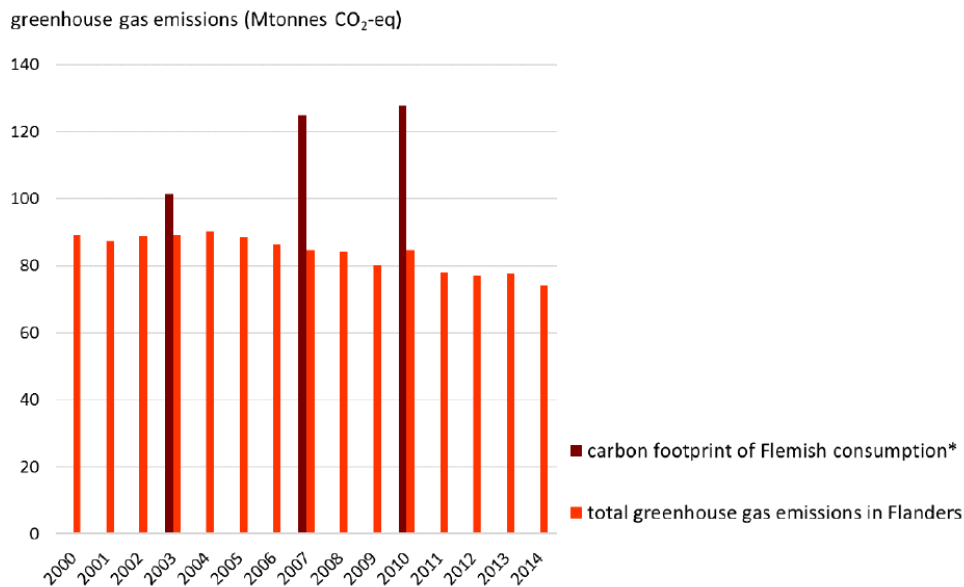


Figura 10: Ejemplo comparativo de la huella de consumo y las emisiones territoriales en la región Flamenca. (Fuente: Vercaesteren et. Al., 2017)

La estructura esquemática del marco de seguimiento y sistema de datos abiertos para la región flamenca que permite identificar el impacto por nivel, la evolución de las emisiones por patrones de consumo local / global, en relación con los impactos generados por las estrategias de circularidad desplegadas en sectores específicos, las cadenas de valor o territorios se pueden encontrar en Vercaesteren et. Alabama. 2017 (Vercaesteren et al., 2017).

2.5. Recomendaciones de la Fundación Ellen MacArthur

El trabajo de la Fundación Ellen MacArthur es facilitar la economía circular a nivel de país. **El informe 'Delivering the Circular Economy: A toolkit for policymakers'** (Ellen MacArthur Foundation 2015a) proporciona algunas recomendaciones a considerar al establecer indicadores que midan el nivel de circularidad y que permitan comparar el desempeño de diferentes países. En este informe, establecen que **las métricas existentes no cubren todos los aspectos de la economía circular** como las iniciativas de re-fabricación y reparación, entre otros. Sin embargo, a efectos prácticos, sugieren una serie de indicadores que podrían ser útiles para establecer una **línea base de métricas que muestren el avance de la transición de una economía lineal a una**



circular. A continuación se presenta una descripción de estos indicadores sugeridos, aclarando que este conjunto de indicadores no está completo, pero sí tiene en cuenta **cuatro áreas clave de la economía circular**. Los datos están disponibles para su línea de base, además de permitir la comparación entre países en el tiempo:

- **Productividad de recursos (PIB/Kg Consumo doméstico de materiales):** Este indicador tiene la ventaja de una alta disponibilidad de datos transparentes. Una consideración a tener en cuenta es que el Consumo Doméstico de Materiales (DMC por sus siglas en inglés) en el denominador de influencia en gran medida por la estructura industrial en cada país y no refleja necesariamente costos ambientales.
- **Actividades circulares:** Dentro de este tipo de indicadores sería ideal incluir el nivel de adopción de prácticas de re-manufactura/repación/compartir activos. Dado que generalmente no se cuenta con esta información, se sugiere utilizar como aproximación **tasas de reciclaje** y el **índice de eco-innovación**⁷.
- **Generación de residuos:** En este caso se propone hacer una distinción entre los residuos sólidos municipales y los residuos generados a nivel industrial. Al igual que el DMC, es importante considerar que este tipo de indicadores están influenciados por la estructura industrial del país.
- **Energía y emisiones de gases efecto invernadero:** Estos indicadores deberán mostrar la participación de las **energías renovables en la matriz energética del país**, así como las emisiones de GEI, teniendo en cuenta que estos indicadores dependen de la estructura económica de cada país.
 - **Para el caso de Brasil**, el sector agrícola, la industria de la transformación (aeronáutica, textil, automotriz, telecomunicaciones y turismo, etc.) y el sector de servicios son los principales motores de esta economía centrada en la diversificación.
 - **Para el caso de Uruguay**, el sector principal de este estudio es el de alimentos enfocándose en dos de sus encadenamientos productivos que son la industria láctea y de ganado vacuno.
 - **Para el caso de Chile**, sectores como la minería, la industria acuícola, el sector energético son algunos de los que podemos mencionar, debido a su importancia económica y su nivel de impactos socio-ambientales, con respecto a la sub-regionalización del país.
 - **Para el caso de México**, entre los sectores económicos de mayor importancia figura la industria siderúrgica/metalúrgica, la cementera, el sector papeler, la industria química y la de la transformación como la automotriz y aeronáutica.

⁷ Este indicador ha sido establecido únicamente en los países de la Unión Europea para medir el desempeño de cada uno de los estados miembro en diferentes áreas de Eco-innovación. Más información en: https://ec.europa.eu/environment/eoap/indicators/index_en



3. Métricas relevantes para medir los avances en economía circular en Brasil, Chile, México y Uruguay

3.1. Marco de Referencia para la transición e implementación de la economía circular en Brasil, Chile, México y Uruguay

En esta sección se define el **marco de referencia para la medición y seguimiento de la transición e implementación de la Economía Circular** para los cuatro países de los que este estudio es objeto.

Los indicadores propuestos se evaluarán por país, y depende de cada país determinar qué conjunto de indicadores son fácilmente aplicables (para qué datos existen y están disponibles), y qué conjunto de indicadores propone cada país como estratégicos para la medición de la transición hacia la economía circular (para la que todavía no hay datos disponibles). Se recomienda tener en cuenta, como parte de la siguiente fase (el proceso de elaboración de mapas de ruta), considerar **la creación de uno o más comités especiales** para determinar específicamente cómo cada país podrá desarrollar las capacidades necesarias, los métodos y herramientas de recolección de datos primarios, creando un sistema para la generación continua de datos y la conversión de éstos en indicadores circulares.

3.1.1. Contexto regional y escenario de desarrollo para Latinoamérica

De acuerdo con datos de la Organización de las Naciones Unidas para el año 2019, el 55% de la población mundial habita en ciudades y zonas urbanas, y se estima que para el año 2050, esta proporción será cercana al 70%. Debido a esto, el modelo de desarrollo dependerá cada vez más de cómo se gestione el crecimiento urbano, los impactos socio-ambientales y el desarrollo económico en los países de ingresos medios y bajos, principalmente. En cifras globales, será cerca de **2.5 billones de personas se desplazarán a las ciudades, abandonando la ruralidad.** Como ha sido una tendencia histórica, esta distribución demográfica se dará de manera desigual tanto en términos geográficos como económicos.

Actualmente, las áreas urbanas con mayor presencia de asentamientos humanos por región, son:

- **América del Norte: 82%.**
- **América Latina y el Caribe: 81%.**
- Europa: 74%.
- Oceanía: 68%.
- Asia: 50%

Hay que puntualizar que, aunque Asia es la región con menor índice de urbanización (alrededor del 50%), su población representa el 54% de la población urbana mundial.

De acuerdo con datos del Banco Mundial⁸, **la población urbana en Latinoamérica y el Caribe alcanzó el 81% para el año 2018.** Cabe destacar que **México es el país con el**

⁸ Portal de Datos Abiertos del Banco Mundial. Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/>.



menor índice (80%) de los cuatro países del estudio, mientras que **Uruguay presenta el mayor de todos (95%)** y donde **Chile y Brasil cuentan con un índice del 88% y 87%**, respectivamente. **Considerando además que la población total en la región se incrementará en una tasa cercana al 20%** para 2050, donde el crecimiento poblacional de los cuatro países en estudio será del orden del entre el 12% y 16%, podemos anticipar que **el modelo económico de desarrollo estará definido por las actividades en las ciudades.**

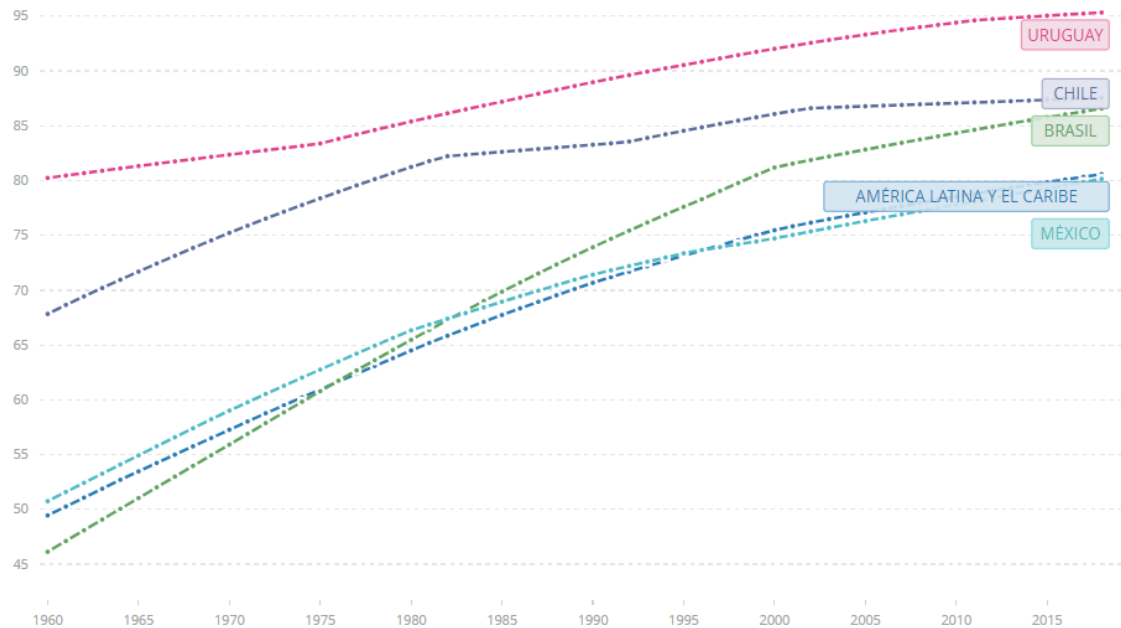


Figura 11: Población urbana (% del total) en Latinoamérica y el Caribe y en los cuatro países objeto de este estudio (1960-2018) (Fuente: Portal de Datos Abiertos del Banco Mundial, 2020)

Mega-Ciudades y las ciudades emergentes

Las mega-ciudades presentan poblaciones mayores a los 10 millones de habitantes o densidades demográficas superiores a los 2,000 habitantes por kilómetro cuadrado. Actualmente, en el mundo hay 43 mega-ciudades, de las que el 70% se localizan en Asia. En Latinoamérica, hay 8 ciudades que superan los 6.5 millones de habitantes: Ciudad de México, Río de Janeiro, Sao Paulo, Lima, Belo Horizonte, Santiago, Buenos Aires y Bogotá.

Si bien, la mayor tendencia de crecimiento demográfico no estará en las mega-ciudades mencionadas, que es donde actualmente se genera el 30% del crecimiento económico y por tanto los impactos socio-ambientales más significativos, **será en las 190 ciudades emergentes (con poblaciones cercanas a 1 millón) donde se proyecta el mayor crecimiento poblacional, y en dónde hoy se genera otro 30% del crecimiento económico de la región** con sus respectivos impactos.

Poniendo en perspectiva estas estadísticas arrojadas por el último estudio de McKinsey Global Institute sobre la competitividad en ciudades de América Latina y combinándola con la proyección de la población urbana para el año 2050, inferimos



que serán las zonas urbanas las llamadas a transformar sus modelos de desarrollo centrado en los principios de la economía circular que garantice la prosperidad económica de la población, la regeneración y conservación del capital natural y el bienestar social.

Desde una perspectiva de las necesidades que crecerán exponencialmente en estos entornos urbanos, identificamos el desarrollo masivo de vivienda, la transformación de la movilidad, la descarbonización de la matriz energética, el despliegue de programas educativos que incorporen un nuevo paradigma y estilos de vida asociados a la economía circular y, de acuerdo con la situación actual, un sistema sanitario robusto capaz de asegurar las condiciones de salud pública.

Desde una perspectiva de los satisfactores, la innovación, la investigación, el emprendimiento, la canalización de recursos hacia el desarrollo tecnológico, de nuevos modelos de negocio circulares y para el eco-diseño de productos y nuevos servicios serán urgentes y necesarios durante la transición e implementación de un modelo de desarrollo en economía circular que sea debidamente respaldado por un marco regulatorio enfocado hacia este propósito.

3.1.2. Ciudades sustentables y circulares

Actualmente, las ciudades constituyen los mayores centros de producción y consumo, **en donde cerca del 75% de los recursos naturales, el 66% de la energía generada y el 54% de los materiales provenientes de la industria extractiva son transformados en productos y servicios que satisfacen las necesidades del mercado.** Asociado a esta dinámica, las ciudades son emisoras de aproximadamente el **70% de los GEI y de la generación del 80% de los residuos sólidos** que contaminan aire, suelo y cuerpos de agua.

Latinoamérica como región genera cerca de 200 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos cada año, con una tasa de reciclaje del orden del 3%. Con respecto a la producción de alimentos, alrededor del 35% se desecha cada año debido principalmente a las dinámicas de mercado basadas en una economía lineal insostenible. **Para el año 2050, se estima que el 80% de los alimentos serán consumidos en los centros urbanos.**

De acuerdo con las proyecciones del Foro Económico Mundial y de la Fundación Ellen MacArthur, se estima que de adoptarse un modelo de economía circular a nivel global, **el flujo de materiales evitado en procesos extractivos equivaldría a 1.0 billón de dólares al año** (Ellen MacArthur Foundation, 2019). La transición hacia modelos circulares y sustentables tiene un **potencial de mitigación de al menos 20 millones de toneladas métricas de residuos sólidos urbanos** al año que equivale al 12% de los que genera toda Latinoamérica. Si la adopción de los principios y las tecnologías para la transición hacia un modelo de economía circular resulta atractivo a los sectores industriales, son las ciudades las que mayor potencial de aprovechamiento tiene con respecto a todas las oportunidades que este modelo genera, desde el despliegue de infraestructura, equipamientos y servicios, hasta la habilitación de mecanismos de simbiosis industrial que transforme los encadenamiento productivos hacia la sustentabilidad.



Según datos del Banco Mundial (Portal de Datos Abiertos, 2019), **los gobiernos municipales en países en vías de desarrollo deben destinar entre un 20% y un 50% del presupuesto anual al sistema de gestión de residuos sólidos urbanos**, infraestructura que además genera impactos socio-ambientales muy negativos al seguir operando mediante rellenos sanitarios y vertederos no-controlados.

En un contexto de transición hacia la economía circular, **los flujos de materiales son re-incorporados en ciclos económicos una y otra vez**, lo que por un lado se mantiene generando valor en los encadenamientos productivos, pero por otro **evita tanto los costos operativos de una infraestructura ineficiente, como los impactos socio-ambientales indeseables para la comunidad y capital natural**. Otros efectos positivos que se desencadenan desde esta perspectiva es la creación de nuevos empleos de mayor calidad, el desarrollo tecnológico y la inversión en proyectos sustentables.

En los últimos años, varias **ciudades alrededor del mundo han creado estrategias basadas en la economía circular a nivel municipal e incluso metropolitano** en alianza con municipios aledaños, desarrollando planes de ordenamiento territorial metropolitanos para el mediano y largo plazo. Con esto **se evidencia la necesidad de contar con un marco regulatorio** desde el inicio que sirva como instrumento de habilitación y respaldo a la transición hacia la economía circular. Este es el caso de ciudades como Londres, Seúl, Austin, Ámsterdam, Ciudad del Cabo, Copenhague y Tel Aviv, entre otras.

Como ciudades referentes, encontramos que **Malmö, Berlín y Toronto** ya han implementado prácticas de diseño circular de infraestructura, mediante la que se logre una gestión inteligente y sustentable de los recursos naturales con los que la ciudad cuenta y **la regeneración del entorno** que garantice el acceso a los servicios ecosistémicos necesarios para los próximos años. Para estas ciudades, el eco-diseño promueve además la recuperación de los materiales una vez cumpla con su ciclo de vida útil.

Ciudades como Austin han desarrollado plataformas que permiten crear nuevos mercados de segundo y más re-usos de los materiales recuperados mediante los encadenamientos de reciclaje. La Plataforma Digital **Austin Materials Marketplace** facilita las transacciones y el intercambio de materiales entre empresas dentro de un nuevo mercado de re-valorización. Desde sus inicios en los años 2014-2015, **la ciudad ha mantenido en circulación unos 1,400 m³ de materiales recuperados**, evitando además la emisión de casi 1,000 toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Milán es un caso icónico de la transformación de los encadenamientos productivos del sector de alimentos, mediante el que se ha logrado mitigar el índice de desperdicio al tiempo que se ha recuperado el valor económico de lo que antes era considerado como un desperdicio o desecho del sistema. Dentro del contexto de la construcción de un marco regulatorio que habilita la recolección y el aprovechamiento de estos recursos orgánicos descartados (Política de Alimentos 2015-2020), se ha desarrollado un modelo de recolección en colegios, viviendas y establecimientos comerciales que son conducidos hacia una planta de biodigestión para la producción de fertilizantes para la agricultura periurbana y su aprovechamiento energético como biogás, que posteriormente es inyectado a la red energética de la ciudad. **Se estima que desde que se lanzó esta política, la reducción**



en la generación de desperdicios se ha reducido en un 17%, evitando la emisión de 9,000 toneladas de dióxido de carbono al año.

3.1.3. Definición de los elementos clave de una economía circular Sustentable aplicada al contexto de los cuatro países estudiados

Para determinar los criterios de selección de indicadores relevantes para los cuatro países analizados en este estudio, es necesario establecer un marco conceptual en el que se destaquen los elementos clave que definen una Economía Circular Sostenible. A partir de ello, el equipo consultor que cuenta con experiencia previa en el desarrollo de proyectos de esta índole en la región, y considerando el contexto de los países incluidos en este estudio, presenta la siguiente definición de Economía Circular Sostenible, así como los elementos clave que deben estar presentes en su desarrollo.

Una economía circular **Sustentable** es diseñada intencionalmente para crear beneficios positivos.

Está diseñada para crear y mantener **territorios regenerativos y resilientes** con resultados positivos para todos.

Crea **abundancia económica, ambiental y social** en los territorios y sus alrededores, brindando igualdad para el beneficio de todas las especies.

Logra esto al **circular perpetuamente materiales seguros en ciclos biológicos y técnicos**, potenciados con energía renovable, valorando el agua limpia y celebrando la diversidad.

Definición desarrollada por Kenneth Alston, 2019 y adaptada por el equipo consultor de este proyecto.

Esta definición surge del establecimiento de **siete elementos clave**, los cuales son considerados fundamentales para la implementación de estrategias de **economía circular sustentable** en los países estudiados para este proyecto.

Es fundamental hacer la claridad de que no todas las prácticas de economía circular *a priori* logran la sustentabilidad, ya que en la circularización de procesos se podría generar externalidades e impactos negativos a la luz del desarrollo sustentable. Un ejemplo de esto es la introducción de flujos de materiales recuperados que contienen sustancias tóxicas provenientes de cadenas de producción y reciclaje que generan impactos ambientales no deseados y que, adicionalmente, incorporan prácticas laborales que van en detrimento de la calidad de vida y del bienestar de quienes lo operan. Por esta razón, hemos incluido esta aclaración fundamental, antes de continuar con nuestro marco de referencia conceptual. En la **Figura 12**, se resumen y describen los estos elementos clave:



Figura 12: Elementos Clave de una economía circular Sustentable (Adaptado del marco conceptual propuesta por Factor/ASDF).

Elemento 1: Sustentabilidad

El simple cierre de ciclo y la re-incorporación de productos y materiales insostenibles no constituyen una economía circular (EC), esto significa que la EC no es automáticamente sustentable. En un modelo de economía circular, los productos y materiales se pueden recolectar, reprocesar y revender al final de su ciclo de uso. Estos procesos se pueden llevar a cabo en bienes y materiales que eran insostenibles en su primer uso. Para desarrollar un modelo verdaderamente circular, restaurativo y regenerativo, los principios de diseño deben introducirse a lo largo del ciclo de uso de un producto, en la extracción, la fabricación, la distribución, el consumo o uso y el reprocesamiento. Por lo tanto, los tres pilares de la Sustentabilidad: la economía, el medio ambiente y la sociedad, deben tenerse en cuenta para implementar un modelo de economía circular.



Elemento 2: Cambio Climático y Aire

El cambio climático y la contaminación del aire son dos de los principales problemas del planeta. El cambio climático es la variación global del clima que se acelera por los gases de efecto invernadero causados por las actividades humanas. La contaminación atmosférica es la presencia de sustancias o partículas en el aire que implican un riesgo para el ser humano y el ecosistema natural y derivan principalmente de la quema de combustibles fósiles (Sachs, J., 2015). **Contribuir con soluciones al problema del cambio climático global y posibilitar el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) es un enfoque estratégico** importante, donde una Economía Circular sostenible está diseñada intencionalmente para generar resultados regenerativos y restauradores en ecosistemas que son naturales y en sincronización con actividades económicas, ambientales y sociales (Schmidheiny, S., 1992).

Elemento 3: Materiales

Una economía circular sostenible se diseña con materiales y productos que pueden cerrar el ciclo, como productos biológicos o nutrientes técnicos. La idea de consumir debe replantearse y entenderse de acuerdo con el flujo de materiales. Como clientes, solo consumimos realmente los productos biológicos (aquellos que ingresan a la biosfera). Estos materiales pueden tratarse mediante estrategias de economía circular, sin embargo, la mayoría de los demás productos se utilizan solo para obtener el servicio que brindan pero no se consumen. Estos productos pueden ser considerados servicios-productos y podríamos repensar los modelos de comercialización, como el *renting* u otros que estimulen la devolución y reutilización.

Elemento 4: Energía

Tanto el cambio climático como la contaminación del aire, parten del mismo escenario: **el modelo energético actual**. Estos dos problemas se ven potenciados por la quema de combustibles fósiles. Una economía circular sostenible opera con fuentes de energía limpia, renovables y bajas en emisiones de carbono. Estas tecnologías deben diseñarse para que fluyan de forma segura en los ciclos de uso propuestos por la economía circular. El uso eficiente de la energía, así como la descarbonización de la economía deberá ser una prioridad estratégica para todos los países que buscan lograr un acceso universal y seguro a los servicios energéticos confiables y modernos (United Nations Assembly, 2017).

Elemento 5: Agua

Los efectos del cambio climático se hacen visibles en el agua en forma de sequías, inundaciones o tormentas. Estos desastres pueden arrasar suministros enteros de agua o dejarlos contaminados (UNICEF, 2016). Una economía circular sustentable valora el agua limpia y mantiene su más alta calidad sin afectar negativamente las cuencas hídricas y ciclos hídricos naturales. La propuesta de las industrias en cambiar el modelo lineal de usar y depurar el agua por modelos circulares deberá inclinarse por optimizar el uso del agua y abandonar la definición de aguas residuales (ANIA.es, 2018).



Elemento 6: Biodiversidad

El cambio climático es una de las principales presiones que impulsan la pérdida de la biodiversidad en el mundo, además de la pérdida de hábitats, la sobreexplotación, la contaminación y las especies exóticas invasoras. Una economía circular Sustentable celebra la diversidad creando resiliencia y resultados positivos para todas las especies. Esto significa, por ejemplo, evitar externalidades negativas como la generación de contaminantes y las emisiones de gases de efecto invernadero. Así, la protección de la biomasa, los bosques, los océanos y otros ecosistemas terrestres, costeros y marinos como potenciales sumideros de carbono, que proveen servicios ecosistémicos sin interrumpir sus ciclos biológicos, son elementos que contribuyen a la mitigación del cambio climático.

Elemento 7: Comunidad

Una economía circular Sustentable promueve el desarrollo social e igualitario de los territorios. Este aspecto es importante en **economías emergentes**, en donde actividades de cierre de ciclo de materiales se han llevado a cabo como medio de supervivencia para poblaciones vulnerables de las sociedades. Una economía circular Sustentable promueve y garantiza la creación de condiciones de trabajo dignas y seguras para todas las personas.

Este marco conceptual con **siete elementos clave** sirve como referencia para ubicar potenciales indicadores que permitan monitorear la transición hacia una economía circular en los países incluidos en este estudio, los cuales son presentados en la **sección 3.2** de este reporte.

3.1.4. Diseño del Marco Conceptual de Referencia y Sistema de Medición y Monitoreo de la Transición e Implementación de la economía circular para Brasil, Chile, México y Uruguay

Todo marco de referencia para la medición y monitoreo de la evolución de la economía circular debe contar con una línea de tiempo acorde con las etapas de transición y con los escenarios en los que será adoptada por los diversos sectores involucrados, y según su nivel de influencia para la economía del país.

Para el caso de este proyecto, a continuación, presentamos el marco conceptual sobre el que se diseñó el marco de referencia para la medición y monitoreo de la economía circular en los cuatro países en estudio.

Tiempo

Este marco de referencia tendrá dos etapas:

- **Transición hacia la economía circular:** Esta primera etapa comienza con el desarrollo de la hoja de ruta detallada de la economía circular para cada uno de los cuatro países (2020) y finalizará en 2030.
- **Implementación de la economía circular:** Cumplida la etapa de transición, y una vez que los países presenten un grado de evolución hacia un modelo de desarrollo sustentable, iniciará la medición y monitoreo de los avances y



resultados alineados con las metas de largo plazo que cada país se haya trazado en materia de economía circular, desarrollo socio-económico, mitigación y adaptación al cambio climático, innovación e implementación de tecnologías de la industria 4.0⁹. Esta etapa estará comprendida entre los años 2031 y 2050.

Niveles

De acuerdo con la experiencia en países donde la economía circular ha sido implementada, este marco de referencia se estructuró con base en tres niveles:

- **Nivel Micro:** Conformado por todos los productos y servicios que permitan definir la muestra representativa mediante la que se caractericen los patrones de producción y consumo, tanto en la fase de transición, como de implementación de la economía circular. Los indicadores de este nivel serán alimentados directamente por las empresas y organizaciones que ofrecen estas soluciones al mercado de consumo. Cabe enfatizar que estos productos y servicios serán evaluados también desde la funcionalidad que cumplen en la solución de las necesidades del consumidor, trazando el comportamiento y su evolución en el tiempo.
- **Nivel Meso:** Este nivel se compone por indicadores que agrupan los resultados e impactos generados por los sectores económicos, los encadenamientos productivos y los parques industriales geo-localizados en áreas de influencia donde éstos inciden directamente. La razón principal para definir este nivel de monitoreo está centrado en el logro de avances y metas en sistemas particulares que satisfacen las necesidades de cada país.
- **Nivel Macro:** En este nivel se compilan resultados de indicadores clave para el desarrollo de cada país, razón por la que el foco es la medición de los flujos de los materiales, energía y agua, así como los impactos asociados al cumplimiento de compromisos y metas pre establecidos en las estrategias de desarrollo socio-económico, mitigación y adaptación al cambio climático. Esto además permitirá dar claridad a la toma de decisiones estratégicas sobre las dinámicas económicas sectoriales y para la importación-exportación de materias primas, productos o servicios.

Factores:

Una propiedad especialmente importante dentro de este marco de referencia es poder determinar con cual de esta tres características se vincula cada uno de los indicadores mediante los que se medirá tanto el progreso de la transición, como de la implementación:

⁹ La Industria 4.0 es un concepto que debe entenderse como un mecanismo habilitador conformado por las tecnologías de la **Cuarta Revolución Industrial** aplicadas a los modelos de negocio, de producción y consumo enmarcados dentro de la economía circular. Estas tecnologías incrementan la eficiencia industrial, el desarrollo de modelos de negocio disruptivos (circulares), el desarrollo de nuevos productos y servicios bajo parámetros de sustentabilidad, entre otros. En resumen, la Industria 4.0 es un componente principal de la hoja de ruta en economía circular para los países que hacen parte de este estudio (para más detalles, ver Reporte 4). Este documento debe leerse en conjunto con todos los reportes que hacen parte de este proyecto, para tener una visión global y de largo plazo para la elaboración, implementación e instrumentación de la Hoja de ruta.



- **Tecnológico:** Define la naturaleza del indicador y si este mide el grado de evolución en el desarrollo tecnológico (por ejemplo: la producción de materias primas a través del valor agregado a recursos recuperados de cierta industria)
- **Socio-Institucional:** Define el grado de impacto donde la tecnología no es la protagonista, pero donde juega un rol como habilitador de dicho impacto medido (por ejemplo: las transacciones asociadas al intercambio de recursos descartado a través de plataformas de comercio electrónico que habilitan la creación de mercados para la extensión de la vida útil de los materiales).
- **Economía Colaborativa:** Define el grado en el que los actores establecen vínculos de colaboración que modifican las dinámicas de producción y consumo hacia un modelo de economía circular (por ejemplo: la cantidad de empresas que suplen y adquieren las materias primas recuperadas o que ofrecen servicios que facilita el uso de activos bajo modelo de economía compartida)

Enfoque en Capas: Multidimensional y Escalonado

Partiendo de los Principios de la economía circular que apuntan hacia mantener los flujos de materiales y energía en uso el mayor tiempo posible, re-valorizarlos cíclicamente y propender por patrones de producción y consumo que mitiguen aquellos impactos socio-ambientales negativos, regenerando además el capital natural, este marco de referencia se escalona en los siguientes grados:

- **Capa 1 - Materiales, energía y agua:** El primer escalón de medición y monitoreo es aquel que permita mapear los flujos de materiales, energía y agua. El objetivo está en visualizar las entradas de todos los recursos en cada nivel (micro, meso y macro) y el origen extractivo o no-extractivo de cada flujo, que permita evaluar la eficacia de los mecanismos regulatorios y estratégicos en su aprovechamiento y/o dependencia.
- **Capa 2 - Impactos:** Este escalón permite conocer los impactos socio-ambientales, el grado de desarrollo socio-económico y los avances con respecto a la metas pre-establecidas por las Estrategias Nacionales de Desarrollo que, a su vez, se encuentran ancladas con las Agendas de Desarrollo Sustentable y con los compromisos de mitigación y adaptación al cambio climático
- **Capa 3: Mecanismos habilitadores:** El tercer escalón se refiere a los mecanismos que bloquean o habilitan la transición hacia la economía circular, entre los que se encuentran indicadores que se pueden traducir en la orientación de recursos invertidos en innovación, en el desarrollo de proyectos tecnológicos, en la creación de empresas y nuevos negocios, así como los impactos de las políticas públicas tiempo a tiempo.

Perspectivas:

Retomando las aportaciones del marco de referencia de la Unión Europea, y complementando con nuestra visión para los cuatro países objeto de este estudio, el marco de referencia para el monitoreo de la economía circular se enfoca bajo las siguientes perspectivas:



- **MATERIAS PRIMAS:** Se refiere al origen de las materias primas empleadas en la producción, las que pueden ser de origen extractivo o no-extractivo (materiales recuperados) con lo que se puede medir y monitorear los flujos de materiales, determinar el grado de dependencia de materias primas vírgenes y el nivel de impacto de los mecanismos habilitadores de dinámicas de re-aprovechamiento en ciclos técnicos y biológicos.
- **DISEÑO DE PRODUCTO Y SERVICIO:** Perspectiva que pone en el centro del modelo económico al diseño de soluciones y satisfactores (productos o servicios) centrados en la re-incorporación de los recursos empleados a nuevos ciclos económicos.
- **PRODUCCIÓN Y CONSUMO:** Orientado a la reducción de recursos descartados durante la etapa de transición y a la re-valorización de los flujos de materiales, energía y agua, que cierren los ciclos mediante la re-definición de los mercados de consumo y la relación productor-consumidor.
- **MANEJO DE RECURSOS DESCARTADOS:** Mediante esta perspectiva se verifica que los flujos de recursos que son descartados del mercado de consumo o de otros procesos productivos, sean re-valorizados con base en la pirámide que determina la jerarquía de aprovechamiento de estos recursos (Directiva 2008-98-CE).
- **COMPETITIVIDAD E INNOVACIÓN:** Se refiere a las contribuciones que la economía circular genera sobre la creación de nuevos empleos, desarrollo tecnológico y el crecimiento económico.
- **PERSPECTIVA DE GÉNERO:** Para alcanzar un modelo de economía circular Sustentable se debe priorizar la equidad no sólo en términos de oportunidades de educación o empleo a la que cualquier ciudadano puede acceder, sino a la evolución de la cultura hacia sociedades fundadas en valores como el respeto y el empoderamiento de la mujer y de los grupos socialmente vulnerables bajo el modelo actual de economía lineal.
- **RIESGOS E IMPACTOS:** Esta perspectiva nos permite establecer un sensor de riesgo y de los impactos que podrían desatarse ante la ocurrencia de los fenómenos naturales a los que cada uno de los cuatro países están expuestos.

Emisiones GEI y carbono negro¹⁰

La mitigación de emisiones de GEI representa el objetivo principal de cualquier estrategia de descarbonización de la economía. En el contexto del desarrollo de este marco de referencia para el monitoreo del progreso en la transición hacia la economía circular, se plantea una estructura de medición vinculada directamente con las estrategias y agendas mencionadas, basada en los siguientes alcances (ver figura 8, Cálculo de emisiones de GEI y carbono negro):

¹⁰ Carbono Negro: después del dióxido de carbono CO₂, es el contaminante atmosférico que más contribuye con el calentamiento global. Es clasificado como contaminante climático de vida corta (CCVC). Se produce por actividades como la combustión incompleta de combustibles fósiles como el diésel, el combustóleo o por la quema de biomasa como la leña.



- **Importación:** Se refiere al cálculo de las emisiones GEI y carbono negro en los procesos de importación de materias primas, insumos y productos o servicios, para el mercado local.
- **Directos:** Este alcance está definido por las emisiones GEI y carbono negro, generadas directamente por las empresas y organizaciones fabricantes de productos o prestadoras de servicios.
- **Indirectos:** Se refiere a las emisiones GEI y carbono negro generadas indirectamente por las empresas y organizaciones fabricantes de productos o prestadoras de servicios a través de sus proveedores, distribuidores y red de aliados con quienes interactúan en el encadenamiento productivo.
- **Exportación:** Se refiere al cálculo de las emisiones GEI y carbono negro en los procesos de exportación de materias primas, materiales recuperados, insumos y productos o servicios, para el mercado internacional.

Crterios

Como se hizo evidente en el estado del arte de los marcos de referencia desarrollados para el monitoreo de la economía circular en países referentes, para nuestro caso hemos definido los siguientes criterios sobre los que serán desarrollados los indicadores que respondan a la necesidad de medición y monitoreo de resultados en cada país y su contexto particular. Entre ellos se encuentran:

- **Cantidades de productos, materiales, energía y agua consumida.**
- Emisiones de **GEI y carbono negro**
- Tamaño de los impactos asociados a la producción.
- Tamaño y **tasa de cambio requerida para la transición** hacia la economía circular.
- **Parte del ciclo** que tiene lugar dentro de las fronteras del país.
- Importancia de los **sectores económicos** definidos para el país.
- Vinculación con las **estrategias nacionales** y el potencial para generar un impacto positivo en el país en términos de **mitigación de impactos socio-ambientales, de competitividad y desarrollo.**
- Importancia socio-cultural.
- Alineación con los **Objetivos de Desarrollo Sustentable.**
- Disponibilidad de **datos.**
- Inversión a la **innovación, emprendimiento y al desarrollo de investigación.**
- **Perspectiva de Género.**
- Impactos negativos y/o externalidades.

3.2. Selección de indicadores de transición relevantes para los cuatro países

En esta sección se identifican una serie de indicadores que permitirían evaluar los avances en términos de economía circular en Brasil, Chile, México y Uruguay. Como se anotó en la sección 2 de este reporte, es importante tener en cuenta que actualmente los indicadores para medir una economía circular están en desarrollo, y algunos indicadores que se han estado utilizando a nivel mundial para medir la economía circular pueden posiblemente no reflejar todos los aspectos considerados



por este paradigma. Por esta razón, las recomendaciones aquí brindadas se han centrado en proponer **Indicadores de Transición** basados en las siguientes premisas:

- Los indicadores propuestos buscan relacionarse con los elementos fundamentales de la economía circular expuestos en este reporte (sección 3.1). Para ello, se tienen en cuenta los elementos de **materiales, agua, energía y comunidad**, principalmente.
- Como se presentó en el **entregable 2.4-Reporte de Evaluación**, cada país presenta condiciones específicas, así como condiciones transversales que es posible atender desde una óptica de economía circular. A pesar de que los indicadores propuestos para comparar a los cuatro países se han centrado en los aspectos transversales, se proponen también algunos indicadores a considerar para las necesidades específicas de cada país. Algunos aspectos transversales considerados incluyen:
 - La necesidad de monitorear la **mitigación al cambio climático** como resultado de las iniciativas de economía circular desarrolladas en los cuatro países.
 - La necesidad de **incluir aspectos sociales** en la medición de avances en términos de economía circular, como por ejemplo indicadores que monitoreen la igualdad de género.
 - La necesidad de establecer **condiciones habilitadoras** que permitan el desarrollo de iniciativas de economía circular en los cuatro países.

Se proponen dos conjuntos de **Indicadores de Transición: (1)** una matriz con indicadores para los cuales es posible establecer una **línea base**, pues se cuenta con disponibilidad de información confiable y transparente, y **(2)** una matriz con indicadores sugeridos a tener en cuenta en el escenario de desarrollo de una **hoja de ruta de economía circular** detallada en los cuatro países, estos indicadores no cuentan en el momento con información confiable y transparente para establecer su línea base.

3.2.1. Indicadores propuestos con información de línea base

Dentro de los indicadores propuestos en esta matriz, se encuentran aquellos relacionados con la actual gestión de materiales y del agua, la incorporación de fuentes renovables de energía a la matriz energética nacional, la huella de carbono generada y la agenda de perspectiva de género, entre otros.

La Tabla 8 presenta a manera de ejemplo, algunos de los indicadores contenidos en el marco de que se presenta como documento adjunto al presente. Con este ejemplo, se brinda una descripción de los indicadores y su relación con la economía circular.



Tabla 8: Matriz de indicadores propuestos con información de Línea Base

Área	Indicador	Unidades	Fuente ¹¹
Materiales	11. Generación de Residuos Sólidos Municipales [RSU]	Kg/día/por cápita	Reporte ODS (Sachs et. al., 2019)
	12. Porcentaje de Residuos Orgánicos (alimentos)	%	Banco Mundial, 2018
	13. Porcentaje de Reciclaje de RSU	%	Banco Mundial, 2018
Agua	14. Porcentaje Aguas Residuales antropogénicas tratadas	%	Reporte ODS (Sachs et. al., 2019)
Energía y Cambio Climático	15. Porcentaje de Energía renovable en la matriz de generación energética nacional	%	Reporte ODS (Sachs et. al., 2019)
	16. Huella de carbono relacionada al consumo energético	tCO _{2e} /por cápita	Reporte ODS (Sachs et. al., 2019)
	17. Huella de carbono asociada a la agricultura, silvicultura y uso de suelo (USCUSS)	tCO _{2e} /año (por sector)	IPCC, 2014
	18. Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático	0-1	Monitoro de vulnerabilidad al Cambio Climático (The Hague Center for Strategic Studies, n/d)

¹¹ Para fines del desarrollo metodológico del presente reporte, se emplearon fuentes como organismos multilaterales y reportes con datos globales. Sin embargo, las END podrán presentar datos más precisos tanto en la elaboración de la línea base, como en sus sistemas de monitoreo tiempo a tiempo, siempre que se clarifique la metodología y cumplimiento del rigor en la medición declarada..



Perspectiva de Género	19. Porcentaje de puestos directivos ocupados por mujeres en la industria	%	Cámaras empresariales (sectores económicos), Banco Mundial, 2019b
------------------------------	--	---	---

En la categoría de indicadores relacionados con la **gestión de materiales** se han propuesto **tres indicadores** que son:

11. Generación de residuos sólidos urbanos-municipales (RSU): Este indicador se ha propuesto como una medida para monitorear los patrones de producción y consumo de los países. La economía circular propone eliminar la generación de residuos, por tanto, a través de prácticas actuales de eco-eficiencia es posible optimizar el uso de materiales y se espera en el tiempo una reducción de la cantidad de basura generada.

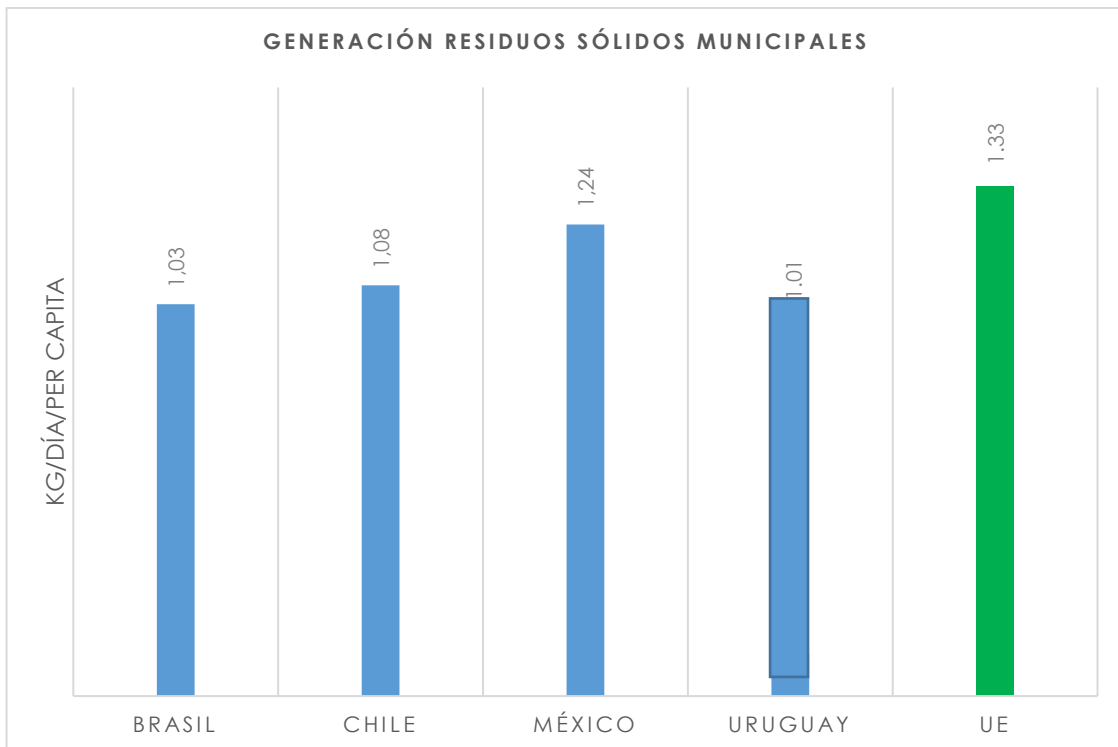


Figura 13: Generación de Residuos Sólidos Municipales [RSU] (Fuente: Sachs et. al., 2019)

Para este indicador se contó con información de referencia de la Unión Europea. Como se observa, en la **Figura 13**, la generación de residuos per cápita en los cuatro países está por debajo que el valor reportado en la Unión Europea, esto se justifica porque a mayor nivel adquisitivo (caso de Europa) se tiende a consumir una mayor cantidad de bienes y servicios ofertados por las economías, conduciendo a una mayor generación de residuos.

Según la SEMARNAT, la Generación de Residuos Sólidos Municipales para México representó 0.944 kg/habitante/día en 2020. En el mismo sentido, según el Informe de Gestión de Residuos Sólidos (BID, 2015), Brasil reportó un índice de



RSU de 1.04 kg/habitante/día, consistente con el índice a nivel regional (0,9 kg/habitante/día).

12. Porcentaje de Residuos Orgánicos (alimentos): Dado que la economía circular distingue materiales resultantes de ciclos técnicos y biológicos¹², para establecer estrategias de recuperación es importante rastrear la cantidad de residuos orgánicos (susceptibles de un proceso de biodegradación) que se están generando en los países. Este indicador sentaría la línea base de materiales provenientes de ciclos biológicos que podrían potencialmente aprovecharse en la producción de bioquímicos, energía o compostaje. En el contexto de los países analizados esta información puede ser valiosa, pues el sector agrícola y de alimentos fue priorizado en Brasil, Chile y Uruguay.

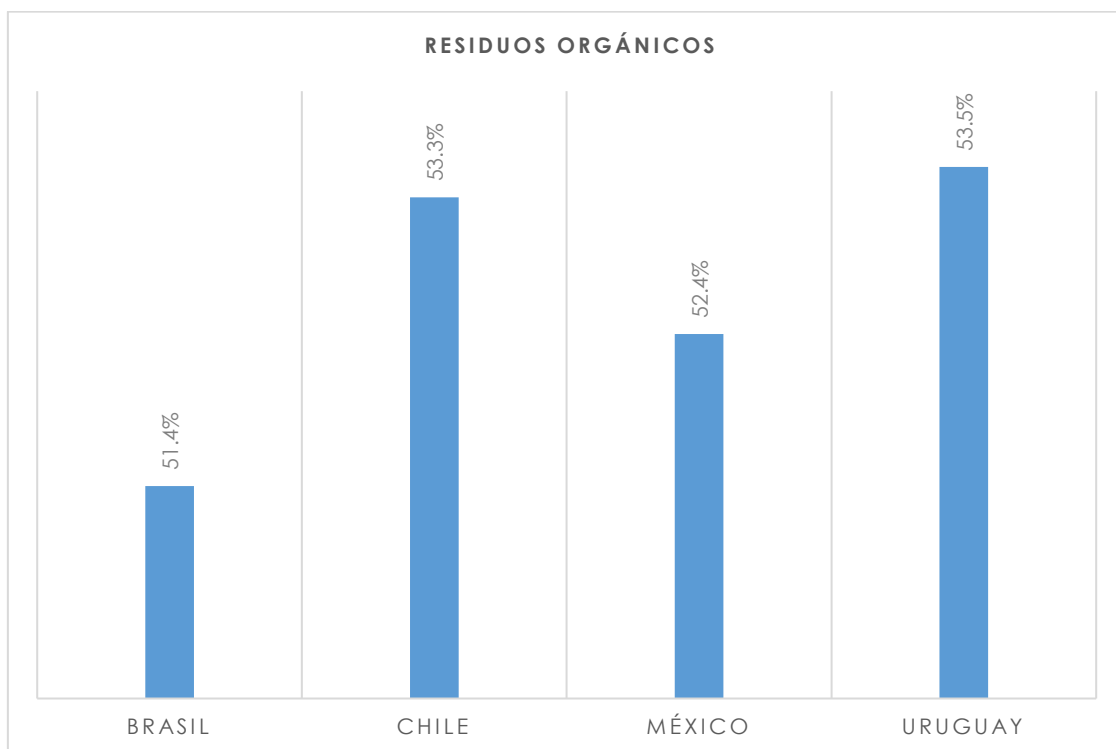


Figura 14: Porcentaje de Residuos Orgánicos (alimentos) (Fuente: Banco Mundial, 2018)

Para este indicador no se contó con información de referencia y los datos encontrados para los diferentes países corresponden a información disponible para el año **2010 para Brasil, 2009 para Chile, 2012 para México y 2003 para Uruguay**. Este análisis comparativo fue generado con información del Portal de Datos Abiertos del Banco Mundial.

¹² De acuerdo con Ellen MacArthur Foundation, "el modelo de economía circular hace la distinción entre **ciclos técnicos y biológicos**, donde alimentos y otros materiales de base biológica (por ejemplo, algodón y madera) son diseñados para regresar al sistema mediante procesos de compostaje y digestión anaerobia. Los ciclos regeneran sistemas vivos, como el suelo, que ofrecen recursos renovables para la economía. **Los ciclos técnicos** recuperan y restauran productos componentes y materiales mediante estrategias de reutilización, reparación, remanufactura o (en última instancia) reciclaje", ya que son materiales compuestos mediante procesos industriales que no permiten su biodegradación.



Como se observa en la **Figura 14**, todos los países analizados tienen una gran fracción de residuos orgánicos sujetos a estrategias de re-incorporación a través de ciclos biológicos en la Economía Circular.

Adicionalmente, la Dirección Nacional de Energía de Uruguay tiene valores nacionales a partir de 2013 donde el porcentaje de residuos orgánicos es del 40,95% (LKSUR, 2013). México cuenta con información actualizada de los residuos orgánicos producidos a nivel nacional de 46.42% (SEMARNAT, 2020). En el caso de Brasil, los residuos orgánicos se estiman en una tasa promedio de 51,4%, resultado de un análisis por regiones (ver tabla 1 sobre De Souza, 2017).

I3. Tasa de reciclaje de Residuos Sólidos Municipales: En el escenario actual, el reciclaje de materiales es la práctica de economía circular más común y la cual ha sido documentada ampliamente en términos de datos numéricos, aunque esto no signifique que es la única práctica y la más costo-efectiva. Teniendo en cuenta esto, se propone este indicador con el objetivo de monitorear los esfuerzos de los países por evitar que materiales valiosos terminen en rellenos sanitarios o sean dispuestos en vertederos no-controlados, contaminando los ecosistemas y recursos naturales.

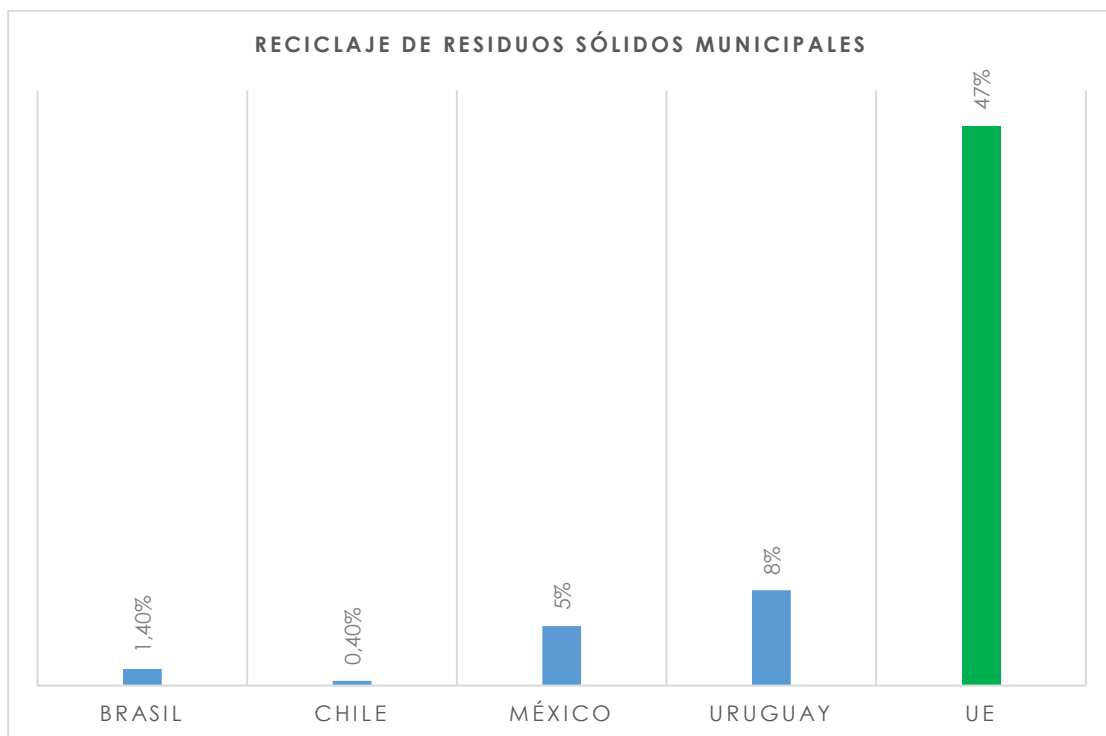


Figura 15: Tasa de reciclaje de residuos sólidos municipales (Fuente: Banco Mundial, 2018)

Para este indicador se contó con información de referencia de la Unión Europea (UE) para el año 2018, y los datos reportados para los países analizados corresponden al año 2014 para Brasil, 2009 para Chile, 2013 para México¹³ y 2011 para Uruguay.

¹³ El Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos, recientemente publicado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (SEMARNAT, 2020), mantiene vigente el valor de 9.6% como la tasa de reciclaje de los Residuos Sólidos Urbanos, lo que muestra una diferencia significativa con respecto al



Como se puede observar en la **Figura 15**, las tasas de reciclaje de los cuatro países analizados son bastante menores a lo reportado por la UE.

En primera instancia, es importante considerar que **las actividades de reciclaje en los cuatro países** se llevan a cabo en gran parte **por grupos informales de “recicladores”**, esto puede presentar algunas barreras para obtener información consistente en el tiempo. Por otro lado, ésta marcada diferencia entre los cuatro países y el referente de la Unión Europea permite concluir que es necesario desarrollar estrategias a nivel regional que faciliten el reciclaje de materiales que se han comprobado altas tasas de recuperación, para esto es necesario por ejemplo desarrollar infraestructura adecuada para la recolección, clasificación y tratamiento, así como estrategias de vinculación de consumidores a través de marcación adecuada de materiales.

En la categoría de indicadores relacionados con la **gestión del agua** se ha propuesto **un indicador**:

14. Porcentaje de aguas residuales antropogénicas tratadas: Este indicador considera el porcentaje de aguas residuales que son tratadas por instalaciones centralizadas de tratamiento de aguas residuales. **Dado que actualmente no existe un indicador que mida la circularidad del agua**, es decir, la cantidad de agua que se reincorpora efectivamente en el sistema para consumo industrial o doméstico, a través del monitoreo del porcentaje de aguas residuales tratadas **es posible determinar la capacidad de los países para procesar agua contaminada por efectos antropogénicos.**

De acuerdo con datos del **índice ODS 2019 para América Latina y El Caribe, publicado en el año 2020** por el Centro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para América Latina, el indicador **“Porcentaje de aguas residuales de procedencia humana que recibe tratamiento”** reportado para Brasil fue de 17,50%, mientras que para Chile y México fue de 87,51% y 45,63% respectivamente. **En el caso de Uruguay, el Observatorio Ambiental Nacional de MVOTMA-DINAMA consignaba en 2016 un índice de 62,4% para este indicador.**

En la categoría de indicadores relacionados con la **energía y el cambio climático** se han propuesto **dos indicadores**:

15. Porcentaje de energía renovable en matriz energética: Una economía circular se potencia con energías renovables. Como primera medida para evaluar el avance en este aspecto se propone monitorear el nivel de transición energética hacia fuentes de energía renovables. Es importante anotar que cualquier estrategia por migrar hacia energías renovables debería considerar el manejo de los materiales utilizados para proveer estas tecnologías.

dato mostrado en la figura 17, que tiene como base el año 2013. pero que confirma el alto potencial de reaprovechamiento que sigue siendo desperdiciado a 10 años de la última medición oficial.

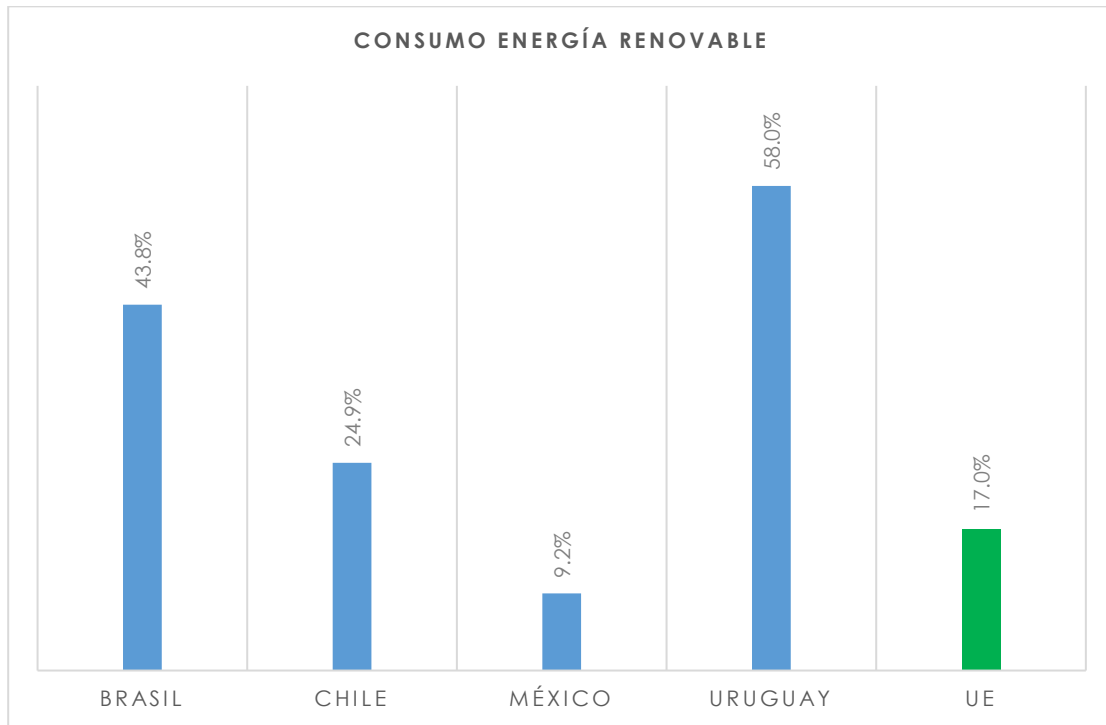


Figura 16: Porcentaje de consumo de energía renovable (porcentaje total sobre la energía consumida). (Fuente: Banco Mundial, 2019 y Sachs, J. et. Al., 2019)

16. Huella de carbono relacionada al consumo energético: Como se mencionó en la sección 3.1, la economía circular tiene como objetivo mitigar externalidades negativas como el cambio climático. El monitoreo de la generación de CO₂ es un primer paso para establecer una línea base de información que podría optimizarse con prácticas de economía circular en los respectivos países. Las emisiones de GEI se deben a las diversas actividades donde se involucra tanto el consumo energético y de otros recursos materiales e hídricos, como el uso de los diversos recursos naturales como el suelo, entre otros. Por esta razón, se propone un indicador específico que permita estimar la huella de carbono asociada al consumo energético en toda la cadena productiva, en el mercado de consumo y en el post-consumo de productos y servicios. Este indicador está estrechamente relacionado con la matriz de generación energética de cada país. A continuación, se presenta la huella de carbono debida al consumo energético en los cuatro países y una comparación con el indicador para La Unión Europea.

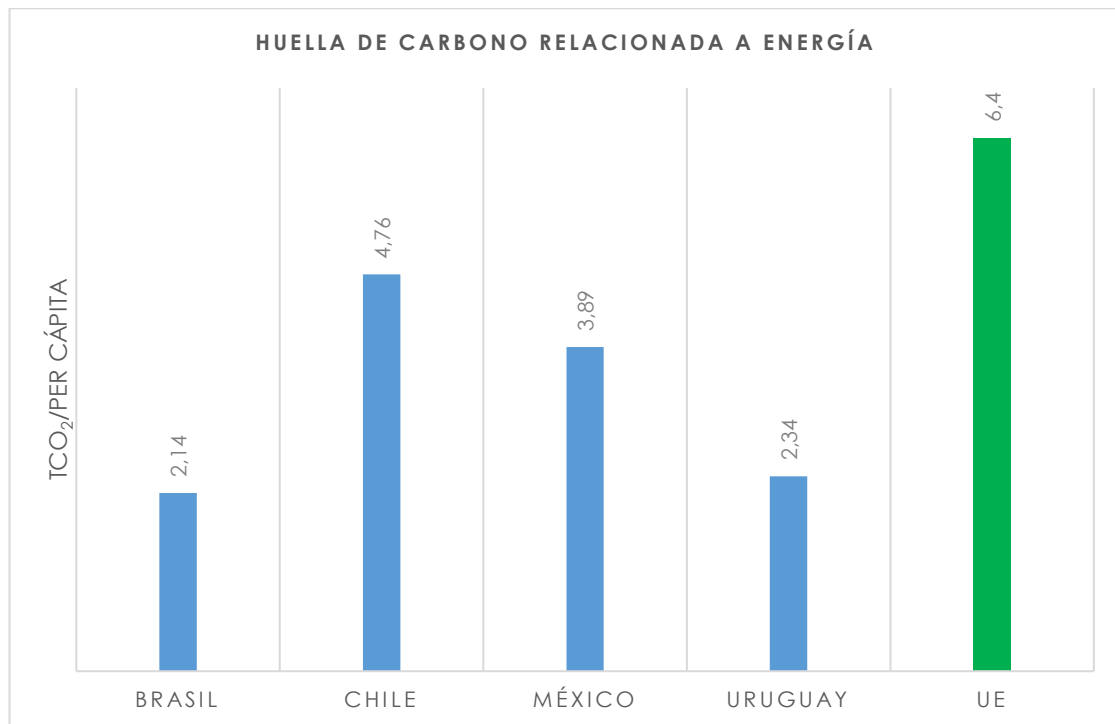


Figura 17: Huella de Carbono relacionada al consumo energético. (Fuente: Sachs, J. et. Al., 2019)

17. Huella de carbono asociada a la agricultura, la silvicultura y el cambio de uso de la tierra (AFOLU): Las emisiones generadas por actividades como la agricultura, la silvicultura (USCUSS) y la generación de bioenergía tienen un gran potencial para mitigar las emisiones de GEI. Según el Capítulo 11 del Informe de Cambio Climático del IPCC (IPCC, 2014), el análisis comparativo de múltiples escenarios de implementación tecnológica y estrategias de mitigación muestra una potencial reducción potencial en las emisiones de óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂) que va del -4% al 99% para 2030, y del 7% al 76% para 2100. En otras palabras, el grado de mitigación relacionado con la tierra (incluida la bioenergía) podría contribuir con una reducción acumulativa de entre el 20% y el 60% para 2030 y entre el 15% y el 40% para el año 2100.

Bajo diferentes escenarios de mitigación basados en la aplicación de políticas climáticas integrales en un escenario ideal, la agricultura, la silvicultura y la bioenergía contribuirían sustancialmente a la reducción de las emisiones globales de CO₂, CH₄ y N₂O. Incluso para escenarios más conservadores basados en la aplicación de políticas más realistas para la mitigación de las emisiones terrestres globales, su implementación sigue siendo económicamente viable a largo plazo.

Entre los principales desafíos para abordar el potencial de mitigación de USCUSS, se identificaron los siguientes:

- a) Los aspectos clave relacionados con la coordinación e **implementación de políticas públicas;**
- b) **Al suministro de biomasa a gran escala para la generación de energía,** o al secuestro de carbono que aún depende del desarrollo de tecnología en sectores como la generación y uso final de energía, para lo cual actualmente



existen muchos no -tecnologías comerciales (evidencia limitada; acuerdo medio);

c) **Riesgos asociados a los impactos sobre la biodiversidad, la seguridad alimentaria** y otros servicios que brinda la tierra, principalmente por el grado de madurez de las tecnologías aún en desarrollo;

d) **Barreras institucionales e inercia empresarial** directamente relacionadas con los mecanismos de gobernanza, viabilidad financiera e incertidumbre en el potencial de reducción de emisiones netas en el corto plazo.

18. Índice de Vulnerabilidad de Cambio Climático¹⁴: Muestra el valor relativo de varios países respecto de los tres mayores impactos del cambio climático: relación clima – desastres, aumento del nivel de agua y pérdida de productividad agrícola.

Este indicador propuesto ha sido tomado de la **Organización Internacional DARA**, por lo que los países deben tomar en consideración que si el monitoreo es interrumpido por esta organización, el indicador se verá comprometido para el monitoreo de vez en cuando. En este sentido, el objetivo es definir un indicador de vulnerabilidad que se alimiente con **datos de fuentes oficiales de cada país**.

En el caso de Brasil, la plataforma nacional recomendada para obtener datos climáticos relevantes es la **Plataforma MCTI AdaptaBrasil¹⁵** lanzada en octubre de 2020 por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovaciones (MCTI).

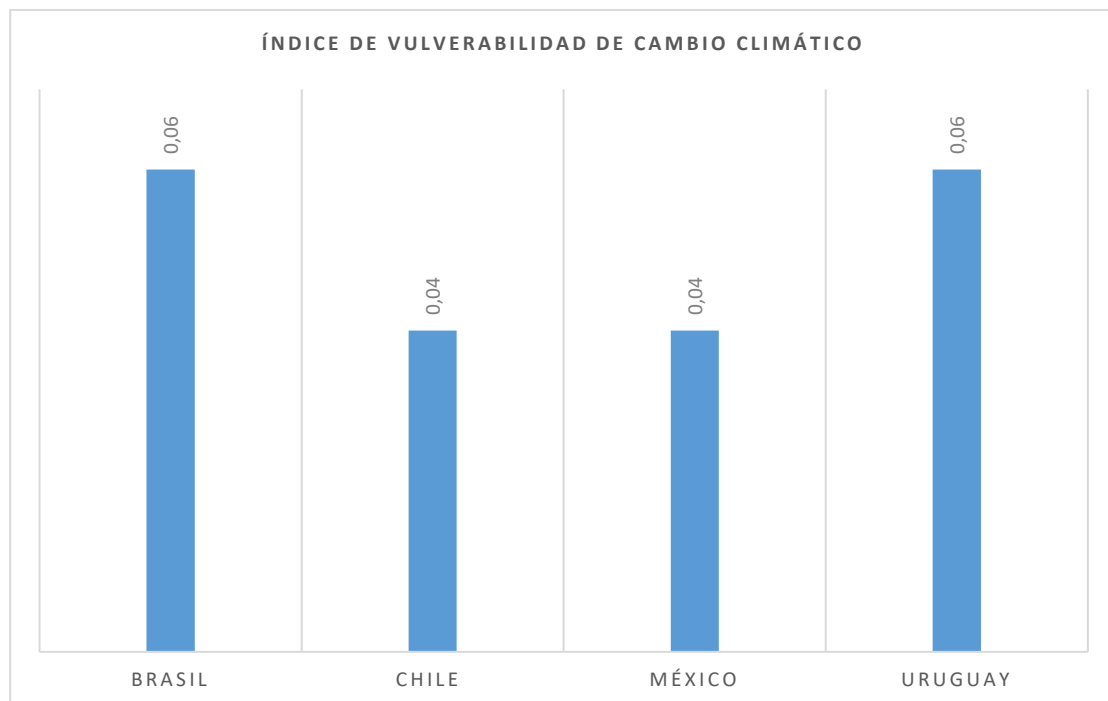


Figura 18: Índice de Vulnerabilidad de Cambio Climático. (Fuente: Climate Change Vulnerability Monitor, 2012)

¹⁴ Como referencias, para Brasil, la plataforma AdaptaClima Brasil y para el caso de México, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI, cuentan con bases de datos robustas en materia. de vulnerabilidad

¹⁵ Disponible en: <https://adapta brasil.mcti.gov.br/>



Finalmente, en la categoría de indicadores relacionados con **aspectos sociales** se ha propuesto **un indicador**:

19. Porcentaje de puestos directivos ocupados por mujeres en la industria: Se propone este indicador como primera medida para estimar los avances en materia de inclusión del género femenino en posiciones de liderazgo que requieran la toma de decisiones para los principales sectores económicos de los países. Es importante resaltar que es importante generar estrategias para medir el involucramiento de mujeres en iniciativas de economía circular, pues actualmente no se cuenta con este tipo de estrategias e información.

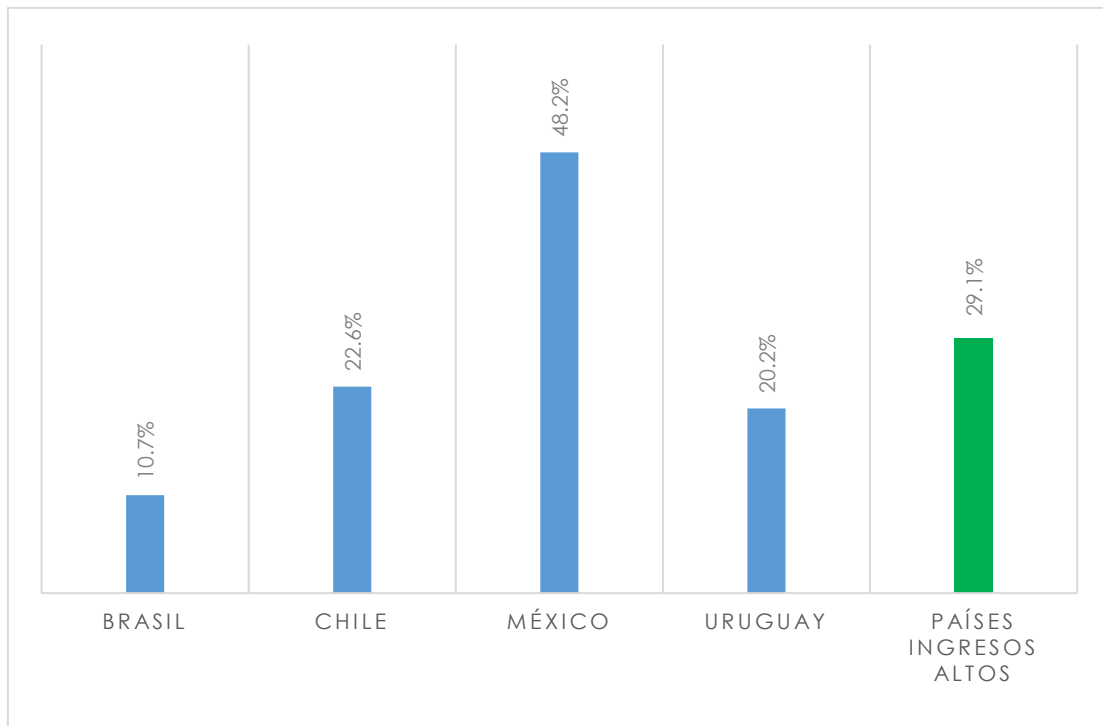


Figura 19: Porcentaje de Puestos Directivos ocupados por Mujeres en Parlamentos Nacionales.
(Fuente: Banco Mundial, 2018)

3.2.2. Indicadores propuestos a tenerse en cuenta en el desarrollo de una hoja de ruta detallada de economía circular

La transición hacia una economía circular, así como el desarrollo de una hoja de ruta para lograr esta transición implica establecer **nuevos indicadores que reflejen los avances que hacen las naciones por alcanzar economías más circulares, resilientes y sustentables**, además de los mecanismos para recolectar información transparente para el cálculo de estos indicadores.

Teniendo en cuenta las brechas de información actual, pero también los avances que se están haciendo a nivel mundial por establecer **indicadores que sean comparables entre diferentes geografías**, a continuación, se proponen una serie de indicadores que pueden reflejar con mayor profundidad aspectos claves de la economía circular. Además, es importante resaltar que estos indicadores son adecuados para un proceso



de transición hacia una economía circular, es decir, miden variables en un escenario que aún se encuentra operando linealmente, pero en el cual se están implementando acciones para avanzar hacia la circularidad de las economías.

La **Tabla 9** (indicadores de transición) presenta una lista de los indicadores propuestos con sus respectivas observaciones. Estos indicadores se encuentran enmarcados dentro de las áreas propuestas en la matriz presentada en la **Tabla 8** (línea base). Adicionalmente, dentro de estas categorías mostradas a manera de ejemplo, se incluyó una categoría que relaciona las condiciones habilitantes para una economía circular, pues en un estado de transición es importante que los países actúen a diferentes niveles (inversiones, incentivos, generación de capacidades) para promover prácticas que aceleren el proceso de adopción de una economía circular.

La Tabla 9 presenta una serie de indicadores que, de hecho, permiten a cada país evaluar el progreso, que se dirige a una nueva realidad de economía circular. Establecer nuevos mecanismos para esto puede ser un desafío, pero si no se explora, el país permanecerá encerrada en un "modelo económico lineal".

Hay que tener en cuenta que la batería de indicadores del marco de referencia país, deberá estar alineado durante los siguientes tres procesos¹⁶: **a) Durante la definición de la línea base** que considera lo que puede medirse en la etapa de elaboración de la hoja de ruta, **b) durante todo el proceso de transición** de la economía actual (modelo lineal) hacia un modelo circular y **c) En la etapa de implementación de la economía circular** donde ya se contará con datos suficientes para alimentar indicadores multinivel y con respecto a los aspectos más relevantes para cada país. De ahí la importancia de que cada END defina los indicadores en conjunto con los líderes sectoriales.

Tabla 9: Indicadores de Transición¹⁷ propuestos para considerar en el desarrollo de una hoja de ruta detallada de economía circular (estos indicadores no cuentan con información de línea base en el momento y es necesario desarrollar mecanismos para obtener información fidedigna.*

Aspecto	Indicador	Unidad	Observaciones
Materiales	IP1. Porcentaje de uso de materiales circulares (CMU).	%	Este indicador se propone, ya que está siendo medido por la Unión Europea como un mecanismo para cuantificar el número de materiales re-incorporados en la economía para evitar la extracción de nuevas materias primas vírgenes. Por el momento, no existe información detallada sobre la cantidad de materiales reciclados y la importación/exportación de materiales a recuperar. Por esta razón, si el uso de este indicador se considera apropiado, los países deben establecer mecanismos para recopilar esta información.

¹⁶ Los indicadores mostrados como referencia inicial, se perfeccionarán como parte del proceso de elaboración de la hoja de ruta en economía circular para cada país, con base en los datos disponibles de las entidades oficiales.

¹⁷ Actualmente, no hay línea base con información para estos indicadores. Para ello será necesaria la creación de los mecanismos y metodologías que permitan medirlos y monitorearlos.



	IP2. Porcentaje de recuperación de materiales técnicos y biológicos.	%	En el mediano plazo, es importante distinguir las corrientes de materiales presentes en las economías, así como las alternativas para su recuperación. Se propone inicialmente calcular tasas de reciclaje/recuperación de materiales en específico como empaques, alimentos, y otras corrientes que puedan ser importantes para el país. Además, es importante evaluar alternativas para medir otros ciclos propuestos por la economía circular como el compartimiento de activos, la reparación y re-manufactura de bienes, entre otros.
Agua	IP3. Porcentaje de circularidad del agua	%	Este tipo de indicadores está siendo desarrollado a nivel empresarial, buscando establecer la cantidad de agua que efectivamente se re-incorpora para re-uso industrial y/o residencial (WBCSD, 2020). Es importante establecer mecanismos para la adquisición de datos y con ello integrar los indicadores en niveles micro, meso y macro ¹⁸
Energía y Cambio Climático	IP4. Porcentaje de reutilización de materiales utilizados en la provisión de ER.	%	Las tecnologías utilizadas para proporcionar energía renovable están sujetas al desarrollo de estrategias que permitan cerrar virtuosamente el ciclo de los materiales utilizados en ellas. Es importante tener en cuenta que la economía circular tiene un enfoque sistémico, y que la gestión eficaz de materiales debe estar presente en el campo de las energías renovables.

¹⁸ Como referencia, se presenta el caso de EUROSTAT, donde se integran indicadores de la Agenda 2030 (ODS6) en conjunto con un sistema de indicadores de circularidad, competitividad, innovación y otros aspectos de desarrollo regional. Disponible en: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>



	<p>IP5. Huella de carbono de los materiales durante su ciclo de vida/aumento en la capacidad instalada para la generación de energías renovables</p>	<p>tCO_{2e}/MW</p>	<p>Este indicador propuesto incluye un elemento significativo, que proporciona un valor cuantitativo medible, donde las emisiones de GEI del ciclo de vida por material utilizado en una tecnología de energía renovable se evalúan y expresan por cada nueva capacidad instalada.</p>
	<p>IP6. Huella de Carbono evitada por iniciativas basadas en principios de la economía circular</p>	<p>tCO_{2e}/ per Iniciativa EC</p>	<p>Uno de los principales objetivos de la economía circular es la mitigación de externalidades negativas, como es el cambio climático. Así que se sugiere que se mida la mitigación del cambio climático gracias a las estrategias, acciones o proyectos piloto circulares implementados en los países. La medición de esta clase de indicadores debe definirse a nivel micro, meso y macro.</p>
<p>Perspectiva de Género</p>	<p>IP7. Porcentaje femenino de titularidad de empresas/ cooperativas destinadas a la economía circular.</p>	<p>%</p>	<p>La inclusión de mujeres en diferentes niveles de la sociedad es un tema en desarrollo en la agenda regional. Es importante que estos temas sean considerados fundamentales en cualquier estrategia de economía circular planteada a nivel nacional, se sugiere por tanto implementar este tipo de indicadores para evaluar como la inclusión de género está presente en el desarrollo de una economía circular.</p>



Condiciones habilitadoras	IP8. Porcentaje de contratación pública y licitaciones para sistemas de economía circular (del total).	%	La contratación pública y otros mecanismos gubernamentales, sin duda, podrían facilitar la transición a una economía circular. Por eso, es importante hacer un seguimiento de este tipo de indicadores, que también ya se están implementando a nivel europeo.
	IP9. Políticas, regulaciones y mecanismos financieros que soporten el Desarrollo de una economía circular en el país.	#	Describe las políticas, regulaciones y mecanismos que están contribuyendo a la transición a una economía circular.
	IP10. Número de profesionales (H-M) capacitados para actividades relacionadas con la economía circular.	#, %M-%H	El desarrollo exitoso de cualquier estrategia de economía circular requiere profesionales competentes y capacitados en el tema, por tanto, se propone explorar indicadores que muestren como se avanza en la generación de capacidades de los países y en modelos de equidad de género e igualdad social.

3.2.3. Sistema de indicadores propuesto dentro del marco de referencia para la medición y monitoreo del progreso de la economía circular en Brasil, Chile, México y Uruguay

Finalmente, se presenta la estructura del sistema de medición y monitoreo mediante el que se podrá definir la línea base por cada país, así como monitorear los avances durante la etapa de transición, verificando si los resultados conseguidos en el tiempo están en alineación con la Hoja de Ruta en economía circular diseñada para cada contexto.

El enfoque multidimensional en capas, permite visualizar lo siguiente:

- **Entrada de Materiales** (Materiales, Energía y Agua)
- **Impactos económicos, ambientales y sociales** (Recursos descartados, Agua, Impacto y Cambio Climático, Competitividad y Productividad, Desarrollo Económico, Perspectiva de Género y Gestión de Riesgos y Desastres Naturales)
- **Identificar elementos o agentes habilitadores de la economía circular** (Emprendimiento Sustentable, Innovación Sustentable e Industria 4.0 y Marco



Regulatorio y Normativo para el desarrollo Sustentable la economía circular e Industria 4.0)

La línea de tiempo del sistema de medición y monitoreo vincula lo siguiente:

- **Los niveles de medición** (micro, meso y macro)
- **Las etapas** (Línea base, transición y grado de adopción de la hoja de ruta en economía circular)
- **Agenda 2030** (Los ODS directamente relacionados con el asunto material e indicador de medición)
- Las metas y **CNDs** (la vinculación con las contribuciones adquiridos por el país ante el Acuerdo de Paris).
- **La Entidad Responsable** (entidad, institución u organización responsable de reportar tiempo-a-tiempo sus indicadores a cargo)

Entrar en aspectos clave que requieren el desarrollo de mecanismos de generación o recolección de datos nacionales para informar cada indicador es un ejercicio muy extenso que cae fuera del alcance de este estudio.

Para cada indicador propuesto, hay diferentes actores/partes interesadas involucradas, diferentes cadenas de valor/ciclos de vida y métodos para la recopilación, el procesamiento y la gestión de datos. Esto definitivamente debería suceder durante el proceso de elaboración de mapas de ruta a través de varios subcomités con conocimientos especializados y experiencia práctica.

El panel completo de los cuatro países está disponible en el archivo Excel adjunto: [D3.4_EC_Monitor_KPIs_Dashboard_FINAL](#).



4. Conclusiones y recomendaciones

A través de la revisión del **estado-del-arte** de las prácticas que permiten monitorear los esfuerzos para desarrollar una Economía Circular, se determinó el desarrollo de un **marco de referencia de tres niveles** (macro, meso y micro). Esto permitirá obtener información suficiente para monitorear el avance de la transición en los sectores productivos, y a nivel regional hacia una nueva realidad de economía circular. A su vez, esto generará resultados positivos que podrían contribuir a mitigar la degradación ambiental global, el cambio climático y otros desafíos globales hacia el desarrollo sostenible.

A nivel macro (nivel de país), fue posible proponer una matriz preliminar de indicadores para los cuales se cuenta con información, y que necesita ser validada por especialistas, para establecer una línea de base país y sectorial.

Es importante destacar que el alcance de esta asistencia técnica sienta las bases de una hoja de ruta de economía circular para cada país a nivel general, a partir de la información obtenida durante esta etapa de evaluación del estado actual de la economía circular en los tres niveles de análisis.

Durante la etapa de desarrollo de la **hoja de ruta detallada por sector** y por aspecto clave que estará a cargo del país, la disponibilidad de información y la metodología para **la construcción de estos indicadores de línea base deben ser validadas por especialistas en cada tema**. Dentro de esta etapa se determinarán los mecanismos e instrumentos para monitorear el avance del país en su transición a la economía circular. Estos instrumentos deben cumplir con un enfoque de generación de datos transparente para la toma de decisiones estratégicas.

A nivel meso y micro, también se propone una matriz preliminar de indicadores que se determinará como línea de base ya que se cuenta con información suficiente, de acuerdo con la etapa de diagnóstico de este proyecto. En este caso, **se tomó como referencia el marco de referencia diseñado para la Región de Flandes, Bélgica**, debido a su similitud en términos sectoriales y regionales, y su integración con la Unión Europea.

El análisis comparativo de estos indicadores permitió vislumbrar algunas oportunidades de mejora para cada uno de los países. **También permitió identificar la necesidad de incluir un sistema de datos abiertos** donde se reporta tiempo a tiempo el avance de las decisiones de diseño circular de productos o servicios, los impactos en la implementación de tecnologías limpias en la industria y la implementación de instrumentos. Instrumentos regulatorios, financieros y fiscales orientados a la producción sostenible, el consumo responsable y el despliegue de proyectos de investigación e innovación en el campo de la sostenibilidad.

Además, se propuso una serie de indicadores que pueden reflejar con mayor profundidad **aspectos claves de la economía circular**, pero para los cuales es necesario establecer mecanismos y protocolos de adquisición de información para poder establecer una **línea base transparente y trazable**.

Es importante considerar que los indicadores propuestos, están diseñados para un estado de **transición de una economía lineal hacia una economía circular**. Hay que



aclarar que habrá resultados que aportan directamente a la mitigación de impactos socio-ambientales, sin que esto signifique que se ha adoptado los principios de la economía circular en sí mismo (por ejemplo, el re-aprovechamiento energético de materiales descartados contaminados contribuye a la mitigación de impactos pero se fundamenta sobre un modelo económico lineal que depende de la generación del residuo cíclicamente). Estos resultados servirán, durante esta etapa, para comparar prácticas de diferentes países de la región, encaminadas hacia la **mitigación en primera instancia, y hacia la creación de valor, competitividad y/o regeneración de los recursos naturales bajo los principios de la economía circular en el futuro**, conforme avancen en la adopción gradual de la economía circular.

La información presentada en este informe representa un insumo fundamental para la elaboración de una hoja de ruta de economía circular detallada, en donde se establezca como actividad prioritaria el establecimiento de métricas relevantes, de acuerdo con las necesidades de cada país y los mecanismos para calcular y reportar los indicadores. **Este marco de referencia y sistema de monitoreo cumplirá como sistema de instrumentación de dicha hoja de ruta**, multi-nivel y centrada en los aspectos fundamentales de desarrollo de cada país y de la región.

Cabe destacar que el marco de referencia desarrollado para estos cuatro países se ha estructurado de tal manera que permitirá construir la línea base por empresa u organización, integrando posteriormente métricas a nivel sectorial, de ciudad o territorial, consolidándolas en una macro escala, determinando el progreso y los impactos a nivel de país. Por tanto, será tarea de los países continuar con la definición de los indicadores estratégicos que formarán parte de este sistema de seguimiento, así como establecer las metodologías de cálculo que brinden la información relevante para la toma de decisiones, de acuerdo a la agenda de mitigación y adaptación al cambio climático, competitividad e innovación empresarial e impacto social. En el cuadro de mando adjunto a este documento, se presenta una propuesta inicial de indicadores en diversos aspectos sobre los que se desarrollará la hoja de ruta de la economía circular para cada país.

Complementario a este marco de referencia, los países deberán avanzar de manera ágil en **la construcción de un marco regulatorio y normativo** que facilite la transición hacia la economía circular, así como las normas técnicas que la regulen adecuadamente bajo un enfoque estimulante hacia esta transición, al tiempo que limita o sanciona las prácticas que la perjudican.

El marco de referencia ha sido diseñado y desarrollado bajo el entendimiento en que los cuatro países del estudio, y otros de la región que se sumen en el futuro, puedan armonizar sus avances y con ello potenciar decisiones regionales que aceleren el proceso de implementación.

Como parte de la agenda de desarrollo de **mecanismos habilitadores** que catalicen esta transición, los países deben desarrollar **programas educativos** en los diversos niveles académicos que generen la consciencia en el cambio de patrones de consumo y producción, que transfieran habilidades y competencias a quienes ocuparán los nuevos empleos que serán desarrollados en esta economía y que potencien el desarrollo de investigación, de proyectos tecnológicos y de innovación para este propósito. Asimismo, se deberá diseñar una **agenda de desarrollo**



económico que se base en modelos e instrumentos de financiación para la innovación, el emprendimiento y el desarrollo de nuevos modelos de negocio en la Economía Circular.

Un aspecto significativo en el enfoque de este marco de referencia es la importancia que tienen las ciudades latinoamericanas debido a la dinámica de crecimiento que actualmente presentan y que en el futuro representará una mayor intensidad en la demanda de recursos naturales, en la emisión de contaminantes y en la concentración demográfica que incrementa la necesidad de oportunidades laborales. Por esta razón, se ha incluido el análisis del desarrollo y migración hacia los centros urbanos, desde una perspectiva centrada en la implementación tecnológica bajo el concepto de "ciudades inteligentes" que sistematicen los servicios públicos, el desarrollo de infraestructura sustentable y la circularización de las industrias a través del aprovechamiento de oportunidades de competitividad, creación de nuevos mercados y empleos de mayor calidad.

Finalmente, cabe señalar que **el marco y los indicadores** presentados en este documento **podrían tomarse como base para construir un marco regional común**, que otros países de América Latina podrían utilizar **para armonizar sus marcos de referencia y permitir análisis comparativos sobre el progreso y consolidar el progreso regional** en el mediano y largo plazo. Los marcos de economía circular en los países en desarrollo jugarán un papel fundamental como instrumentos de medición durante la implementación de las hojas de ruta de la economía circular, que se encuentran en proceso de definición y preparación.



5. Referencias

AINIA.es (2018). Hacia la economía circular del agua: 4 líneas de trabajo. Available at: <https://www.ainia.es/tecnolimentalia/tecnologia/economia-circular-agua/>.

Alaerts, L., Van Acker, K., Et. Al. (2020). Towards a circular economy. Available at: <https://vlaanderen-circulair.be/en/summa-ce-centre/publications/towards-a-circular-economy-monitor-for-flanders-a-conceptual-basis>.

B.; Heshmati, A.; Geng, Y.; Yu, X (2015). A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation.

J. Clean. Prod. 2013, 42, 215–227, doi:dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.020.

Benton, D.; Hazell, J. (2016) The Circular Economy in Japan 2015. Available at: <https://www.theies.org/analysis/circular-economy-japan> (accessed on 7 March 2016).

Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: on a monitoring framework for the circular economy. Strasbourg, 2018. Available at: <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/monitoring-framework.pdf>

El Confidencial (2017). Cambio Climático y Contaminación del aire 5 semejanzas, 5 diferencias y 5 reflexiones. Available at: https://blogs.elconfidencial.com/espana/tribuna/2017-02-18/cambio-climatico-contaminacion-semejanzas-diferencias-reflexiones_1334096/.

Ellen MacArthur Foundation (2015a). Delivering the Circular Economy: A Toolkit for Policymakers. London. Available at: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_PolicymakerToolkit.pdf.

Ellen MacArthur Foundation (2013). Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition. Cowes, UK.

Ellen MacArthur Foundation (2015b). Circularity Indicators - an Approach to Measure Circularity. Methodology & Project Overview, Cowes, UK.

Ellen MacArthur Foundation. 2019. Completando la imagen. Cómo la economía circular ayuda a afrontar el cambio climático.

European Union (2018). Circular material use rate: Calculation method, Statistical Office of the European Communities. Luxembourg. Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/9940483/KS-02-19-165-EN-N.pdf/1965d8f5-4532-49f9-98ca-5334b0652820>.

European Union (2019a). Assessing Sustainable Development in the European Union. Doi: 10.9774/gleaf.3062.2001.wi.00007. Available at: <https://www.ingentaconnect.com/content/glbj/gmi/2001/00002001/00000036/art00007%3bjsessionid=3on7118udcnmr.x-ic-live-02>.

European Union (2019b) Assessing Sustainable Development in the European Union. Doi: 10.2785/44964. Available at: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7a3df905-a773-11e9-9d01-01aa75ed71a1/language-en>.

Forética (s/f). El vínculo biodiversidad – cambio climático: un elefante en la habitación. Available at: https://foretica.org/vinculo_biodiversidad_y_cambio_climatico.pdf



Foro Económico Mundial (2019). Plataforma: Re-Configurando el futuro de los bienes públicos mundiales.

Geels, F.W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. *Research Policy* 31(8-9), p.p. 1257-1274. DOI:10.1016/S0048-7333(02)00062-8.

Geng, Y.; Sarkis, J.; Ulgiati, S.; Zhang, P (2009). Measuring China's circular economy. *Science* 2013, 339, pp. 1526–1527.

Geng, Y.; Zhu, Q.; Doberstein, B.; Fujita, T (2009). Implementing China's circular economy concept at the regional level: A review of progress in Dalian, China. *Waste Management Journal* 2009, 29, pp. 996–1002.

Ghisellini, P., Cialani, C., Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *J. Clean. Prod.* 114, 11-32. DOI:10.1016/j.jclepro.2015.09.007

Hertwich, E. (2003). The seeds of sustainable consumption patterns. Proceedings, 1st International Workshop on Sustainable Consumption in Japan, Society for Non-Traditional Technology, Tokyo 19- 20 May 2003. Available at: via https://www.aistriss.jp/old/lca/ci/activity/project/sc/report/030319_document/S1-1-Hertwich.pdf (accessed on October 2, 2018).

Ji, X.; Zhang, Y.; Hao, L. (2017). Analyses of Japanese circular economy mode and its inspiration significance for china. *J. Adv. Asian Soc. Sci.* 2012, 3, 725–730.

Kirchherr, J., Reike, D., Hekkert, M., 2017. Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions. *Resources Conservation & Recycling Journal* 127, pp 221-232

LKSur (2013). Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos con fines Energéticos. Especificación Técnica N° 12047-ET-01. Available at: https://www.miem.gub.uy/sites/default/files/valorizacion_de_residuos_-_informe_1_-_montevideo.pdf. Fecha de acceso: octubre de 2020.

Magnier, C., Auzanneau, M., Calatayud, P., Gauche, M., Ghewy, X., Granger, M., Margontier, S., Pautard, E., 2017. 10 Key Indicators for Monitoring the Circular Economy. The Monitoring and Statistics Directorate, France.

Mckinsey Global Institute (2018). Outperformers: High-growth emerging economies and the companies. Septiembre de 2018. Available at: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Public%20and%20Social%20Sector/Our%20Insights/Outperformers%20High%20growth%20emerging%20economies%20and%20the%20companies%20that%20propel%20them/MGI-Outperformers-Full-report-Sep-2018.pdf>.

Moraga, G., Huysveld, S., Mathieux, F., Blengini, G.A., Alaerts, L., Van Acker, K., de Meester, S., Dewulf, J. (2018). Circular Economy indicators: proposal for a classification framework. Submitted.

Li, H.; Bao, W.; Xiu, C.; Zhang, Y.; Xu, H. (2017). Energy conservation and circular economy in China's process industries. *Energy* 2010, 35, pp. 4273–4281.

Linder, M., Sarasini, S., van Loon, P., 2017. A metric for quantifying product-level circularity. *Journal of Industrial Ecology* 21, pp. 545-558.

Liu, Q.; Li, H.M.; Zuo, X.L.; Zhang, F.F.; Wang, L. (2009). A survey and analysis on public awareness and performance for promoting circular economy in China: A case study from Tianjin. *Journal of Clean Production* 2009, 17, pp.,265–270,



doi:10.1016/j.jclepro.2008.06.003.

MVOTMA. (2017). Plan Nacional de Aguas. Montevideo.

Notarnicola, B., Tassielli, G., Renzulli, P.A., Castellani, V., Sala, S. (2017). Environmental impacts of food consumption in Europe. *Journal of Clean Production* 140, pp. 753-765. DOI:10.1016/j.jclepro.2016.06.080

Olabode, E. (2019). A Review of Circular Economy Development Models in China, Germany and Japan. School of Architecture and Built Environment, University of Newcastle, Callaghan, New South Wales, Australia.

Potting, J., Hanemaaijer, A., Delahaye, R., Ganzevles, J., Hoekstra, R., Lijzen, J. (2018). Circular economy - what we want to know and can measure. Framework and baseline assessment for monitoring the progress of the circular economy in the Netherlands. Netherlands Environmental Assessment Agency, Den Haag, 2018. Available at: <https://www.cbs.nl/engb/publication/2018/03/circular-economy-what-we-want-to-know-and-can-measure>

Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E., Hanemaaijer, A., (2016). Circular Economy: Measuring Innovation in Product Chains. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague.

Rousseaux, P., Gremy-Gros, C., Bonnin, M., Henriel-Ricordel, C., Bernard, P., Flourey, L., Staigre, G., Vincent, P. (2017). "Eco-tool-seeker": a new and unique business guide for choosing ecodesign tools. *Journal of Clean Production*, 151, pp 546-577.

Sacchi Homrich, A., Galvão, G., Gamboa Abadia, L., Carvalho, M.M., (2018). The circular economy umbrella: trends and gaps on integrating pathways. *Journal of Clean Production* 175, pp 525-543.

Sachs, J. (2015). *The Age of Sustainable Development*. Columbia University Press. New York, 2015.

Sachs, J., Schmidt-Traub, G., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G. (2019). *Sustainable Development Report 2019*. New York: Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development Solutions Network (SDSN). Available at: https://s3.amazonaws.com/sustainabledevelopment.report/2019/2019_sustainable_development_report.pdf.

Secretaría de Ambiente y Recursos Naturales de México, SEMARNAT (2020). Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos. Available at: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>. Accessed: octubre de 2020.

Schmidheiny, S. (1992). *Changing Course: A Global Business Perspective on Development and the Environment*. The Business Council for Sustainable Development. Available at: <https://www.wbcsd.org/Programs/People/Sustainable-Lifestyles/Resources/Changing-Course-A-global-business-perspective-on-development-and-the-environment>.

Shi, L.; Xing, L.; Bi, J.; Zhang, B. (2006). Circular economy: A new development strategy for sustainable development in China. In *Proceedings of the Third World Congress of Environmental and Resource Economists*, Kyoto, Japan, 3-7 July 2006.

Su, Y.; Zhou, H. (2005). Promoting circular economy development, a basic National Policy. *North. Economics* 2005, 1, pp.8-10.

The Hague Center for Strategic Studies (s/f). *Climate Change Vulnerability Index*.



Available at: <http://projects.hcss.nl/monitor/70/>

The World Bank (2018). What a Waste Global Database. Available at: <https://datacatalog.worldbank.org/dataset/what-waste-global-database>.

Banco Mundial (2019a). Consumo de energía renovable (% del consumo total de energía). Available at: <https://data.worldbank.org/indicador/EG.FEC.RNEW.ZS>.

Banco Mundial (2019b). Proporción de escaños ocupados por mujeres en los parlamentos nacionales (%). Available at: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SG.GEN.PARL.ZS>.

Banco Mundial (2020). Base de datos de libre acceso del Banco Mundial. Available at: <https://datos.bancomundial.org/>

UNEP (2020). Circular economy indicators: what do they measure? Available at: <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/blogpost/circular-economy-indicators-what-do-they-measure> (Accessed: 25 January 2020).

UNICEF (2016). 5 realidades sobre el agua y el cambio climático. Available at: <https://blogs.unicef.org/es/blog/5-realidades-sobre-el-cambio-climatico/>.

United Nations General Assembly (2017). Ensuring access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all. Available at: <https://undocs.org/A/72/160>.

WBCSD (2020). Circular Transition Indicators. Geneva. Available at: <https://www.wbcsd.org/Programs/Circular-Economy/Factor-10/Resources/Circular-Transition-Indicators>.

Vercalsteren, A., Christis, M., Van Hoof, V. (2018). Indicators for a Circular Economy. Research report.



AVISO

Todas las indicaciones, datos y resultados contenidos en este documento han sido recopilados y revisados cuidadosamente por los autores. El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la República Federativa de Brasil o el autor (es) no se hace responsable de ningún reclamo, pérdida o daño directo o indirecto que resulte del uso o la confianza depositada en la información contenida en este estudio, o que resulte directa o indirectamente de errores, inexactitudes u omisiones de información en este estudio.

Los resultados son responsabilidad de los autores, no reflejando la opinión del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovaciones de la República Federativa de Brasil, ni de otras agencias gubernamentales participantes y consultadas para la elaboración de este estudio. El Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la República Federativa de Brasil y otras agencias gubernamentales renuncian a la responsabilidad de implementar cualquiera de los resultados, interpretaciones, recomendaciones, estimaciones o conclusiones contenidas en este estudio.



ESTE REPORTE ES CARBONO NEUTRO

Factor neutraliza su huella de carbono y se ha convertido en la primera empresa española en certificar la neutralidad de sus emisiones bajo la norma PAS 2060.



La organización está inscrita en el Registro de Proyectos de Huella, Compensación y Absorción de Carbono del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España



Como demostración de su compromiso, Factor calcula la huella de carbono de cada proyecto y la compensa con unidades de valor oficiales en virtud del Protocolo de Kioto.

Este proyecto será carbono neutro.