

Ciclo de vida del producto y ECONOMÍA CIRCULAR

JEAN PAUL QUINTEROS*

En este artículo se revisan tópicos como los objetivos de desarrollo sostenible, el análisis de ciclo de vida del producto, el análisis de flujo de materiales y las finanzas sostenibles, entre otros, al ser estos aspectos a considerar para transitar a un esquema de economía circular.



* Economista y académico de la Universidad Central de Chile
jpquinterosbrisso@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El contexto mundial actual, relativo al cambio climático y sus consecuencias, ha provocado que tanto las ciencias sociales como las ciencias exactas reflexionen sobre las nuevas problemáticas ambientales, además de redefinir sus principales enfoques, y así puedan ser un aporte para solucionar dicha situación.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU), dentro del marco de la Agenda 2030, ha definido 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS), los cuales han incorporado tanto las problemáticas ambientales como temáticas socioeconómicas y de calidad de vida, las cuales se consideran prioritarias de solucionar para los países miembros.

Dentro del ámbito económico y según William Kapp, la teoría neoclásica y keynesiana asumen a los sistemas económicos como cerrados y autorregulables, en los que la oferta de recursos naturales es ilimitada. Ello es metodológicamente conveniente, pero reduce el horizonte teórico al no considerar las externalidades generadas por la producción y consumo de bienes y servicios. Al no internalizar dichas externalidades, se genera una producción excesiva de bienes que producen externalidades negativas y producción insuficiente de aquellos bienes que producen externalidades positivas. En la práctica, ello perpetúa la omisión de los alcances social y ambiental en el análisis económico y, por lo tanto, en las evaluaciones financieras de proyectos de inversión o de rentabilidad en los negocios.

Por otra parte, dentro del estudio de la economía han surgido herramientas teóricas que permiten cuantificar el impacto de los procesos productivos sobre el medioambiente, dentro del concepto de la economía circular, la cual intenta evaluar e identificar oportunidades de mejora para aminorar el impacto ambiental de los procesos productivos. Dos de estas herramientas son el análisis de ciclo de vida del producto (ACV) y análisis de flujo de materiales (AFM).

Finalmente, dentro del ámbito financiero se han desarrollado instrumentos de inversión con perspectiva sostenible, los cuales son las finanzas sostenibles y circulares, que incorporan el impacto ambiental en la rentabilidad de los proyectos.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)

En 2015, la ONU aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendan un nuevo camino con el que mejorar la vida de todos, sin dejar a nadie atrás.

La Agenda cuenta con 17 objetivos de desarrollo sostenible, que incluyen ámbitos que van más allá de la circularidad, como son la eliminación de la pobreza, el combate contra el cambio climático, la educación, la igualdad de la mujer, la defensa del medio ambiente y el diseño de nuestras ciudades. Estos ODS tienen 169 metas y 231 indicadores, los que establecen un punto de partida (métrica) para la evaluación de la circularidad.

De acuerdo con el Cepal (s.f.), los objetivos de desarrollo sostenible tienen tres características esenciales:

- **Son universales.** Los ODS constituyen un marco de referencia verdaderamente universal y se aplicarán a todos los países. En la senda del desarrollo sostenible, todos los países tienen tareas pendientes y todos se enfrentan a retos tanto comunes como individuales en la consecución de las múltiples dimensiones del desarrollo sostenible resumidas en los ODS.
- **Son transformadores.** En su condición de programa para “la gente, el planeta, la prosperidad, la paz y las alianzas”, la Agenda 2030 ofrece un cambio de paradigma en relación con el modelo tradicional de desarrollo hacia un desarrollo sostenible que integra la dimensión económica, la social y la medioambiental. La Agenda 2030 proporciona una visión transformadora para un desarrollo sostenible centrado en las personas y el planeta, basado en los derechos humanos, y en la dignidad de las personas.
- **Son civilizatorios.** La Agenda 2030 trata de que nadie quede rezagado y contempla “un mundo de respeto universal hacia la igualdad y la no discriminación” entre los países y en el interior de estos, incluso en lo tocante a la igualdad, mediante la confirmación de la responsabilidad de todos los Estados de “respetar, proteger y promover los derechos humanos, sin distinción alguna de raza, color, sexo, idioma, religión, opinión política o de otro tipo, origen nacional o social, propiedad, nacimiento, discapacidad o cualquier otra condición”.

EXTERNALIDADES Y ANÁLISIS ECONÓMICO

Dentro del ámbito de las externalidades, tanto positivas como negativas, Joseph Stiglitz en su libro *La economía del Sector Público* (2000) establece que existen tres soluciones para internalizarlas en el proceso económico:

- **Internalizar la externalidad.** A través de, por ejemplo, un impuesto pigouviano, se incrementaría el costo del producto y ello reduciría la oferta.
- **Asignación de derechos de propiedad.** Por ejemplo, atribuyendo la propiedad de materiales contaminantes a aquel agente que genera la externalidad, de tal manera que tenga que pagar por ello.
- **Uso del sistema jurídico.** Establecer estructuras contractuales que limiten hacer negocios con empresas que no cumplen con criterios de sostenibilidad.

Estas soluciones se ven afectadas por procesos políticos y su rapidez de implementación, la cuantificación del impacto ambiental de la producción, además de la sostenibilidad financiera tanto pública como privada de los proyectos destinados a hacerse cargo de las externalidades.

ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO (ACV)

El análisis del ciclo de vida (ACV) es un proceso para evaluar, de la forma más objetiva posible, las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando el uso de materia y energía

y los vertidos al entorno para determinar el impacto que producen en el medio ambiente, y para evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental. Para ello, se requiere concebir el ciclo de vida del producto o proceso como un conjunto de etapas que comienzan con la extracción de las materias primas requeridas hasta el reciclaje o disposición de los residuos del producto final.

La norma ISO 14040 proporciona las pautas y directrices generales para realizar un ACV de manera estandarizada y reconocida internacionalmente. Define los principios, el alcance y los requisitos para llevar a cabo las diferentes etapas del ACV, desde la definición de los objetivos y el alcance hasta la interpretación de los resultados. Por otro lado, la norma ISO 14044:2006 (Gestión Ambiental: Evaluación del ciclo de vida: Requisitos y directrices) especifica los requisitos técnicos detallados para realizar un ACV. Esta norma establece los criterios para la recopilación y evaluación de datos, el análisis de inventarios, la evaluación del impacto ambiental y la interpretación de los resultados del ACV.

Según Conçalvez (2004), el ACV posee 8 etapas:

1. Adquisición de materia prima.
2. Procesamiento del material a granel: Tratamiento de materia prima para adaptarla al proceso productivo.
3. Producción de material técnico: Tratamiento de materiales en un mayor nivel de complejidad.
4. Fabricación y ensamble: Finalización de producción de materiales base y técnicos.
5. Transporte y distribución: Tanto del bien final como de los bienes intermedios.

6. Uso y servicio: Mantenimiento y reparación del producto durante uso por el consumidor. Se considera la reutilización interna del material.
7. Retiro y tratamiento: Reutilización y reciclaje de materiales.
8. Disposición o destino final: Si el material no es valorizado al final del ciclo de vida, es necesario evaluar su disposición en el medio natural de tal manera que se genere el mínimo impacto ambiental posible.

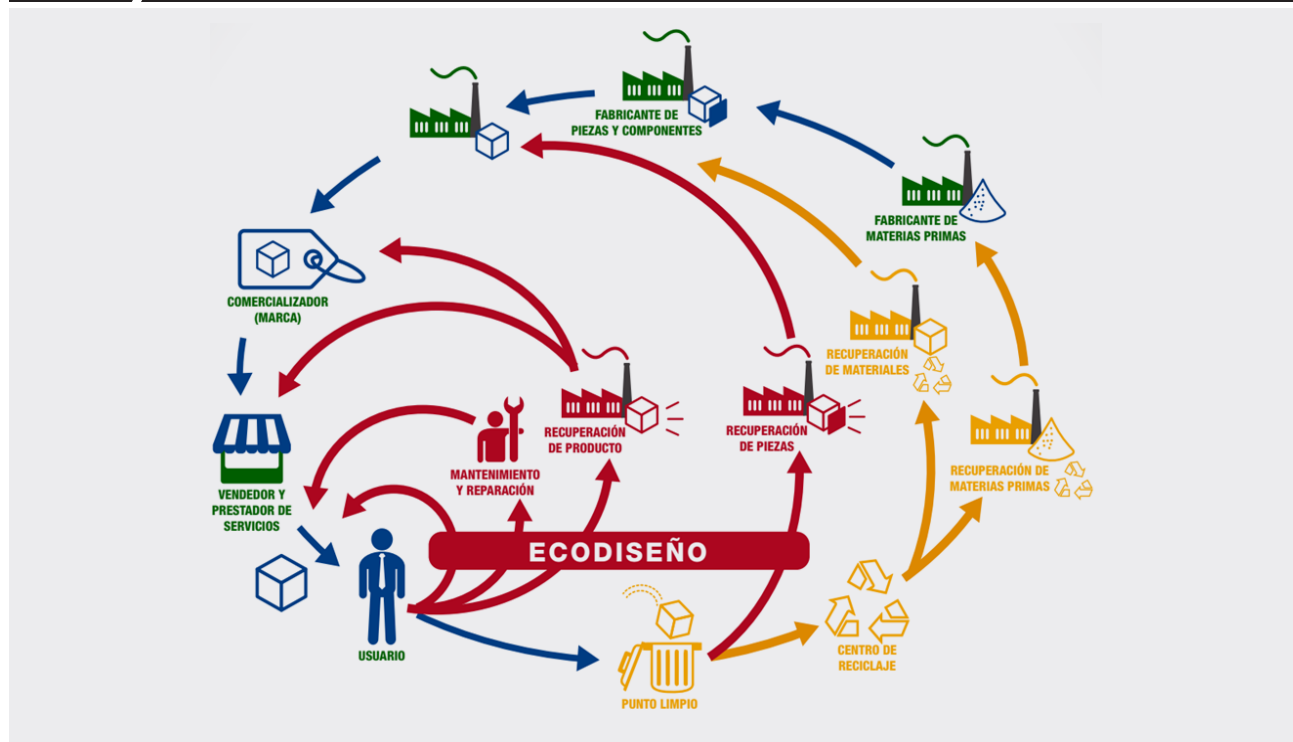
El ACV tiene como objetivo estimar el impacto medioambiental de cada etapa y lograr un encadenamiento productivo en cada una de estas, de tal forma que se logre un cierre del ciclo de vida en todas las fases del proceso productivo, minimizando residuos no valorizados.

ANÁLISIS DE FLUJO DE MATERIALES (AFM)

Busca evaluar cómo los materiales fluyen a través de un proceso productivo, y cómo se pueden optimizar dichos flujos para minimizar el impacto ambiental y promover la sostenibilidad. El AFM también evalúa cómo las materias primas usadas se transforman en productos y, finalmente, vuelven al ecosistema como salidas. Si bien posee similitudes con el ACV, el AFM tiene un objetivo más concreto, pues se enfoca en materiales.

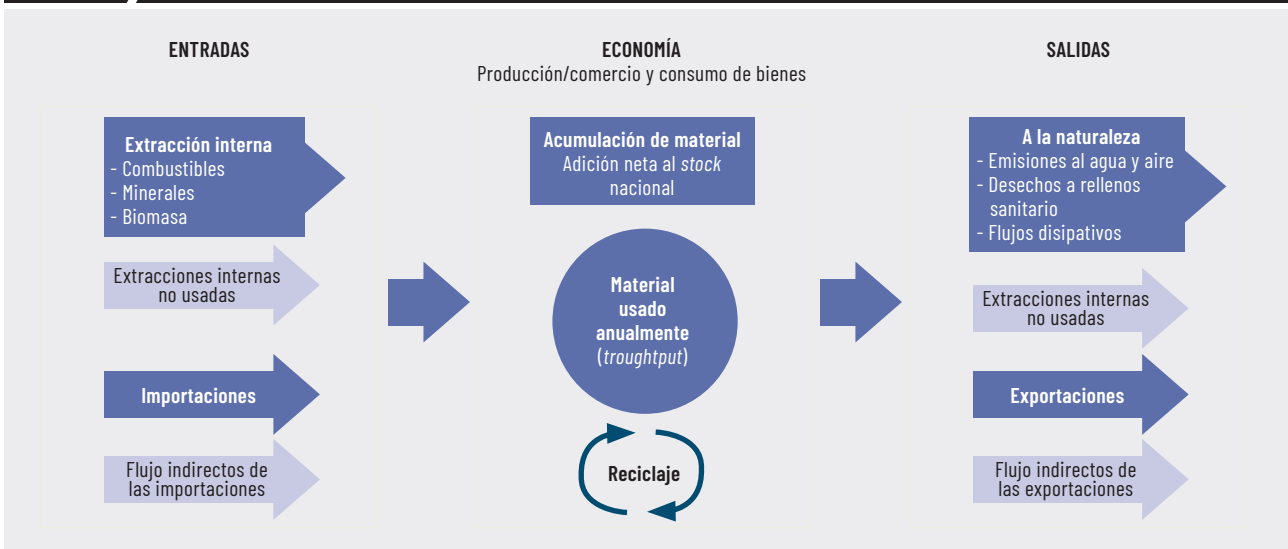
En el contexto del análisis de flujo de materiales, la ley de conservación de la masa implica que la cantidad total de materiales que ingresan a un sistema debe ser igual que la cantidad total de materiales que salen del sistema, considerando todas las etapas del ciclo de vida. Esto se conoce como balance de materiales.

GRÁFICO 1 | Relación entre la responsabilidad extendida del productor y el ecodiseño



FUENTE: FERNÁNDEZ (2014).

GRÁFICO 2 ■ Esquema de análisis de flujo de material de la economía



FUENTE: CERDA (2018).

El AFM es una herramienta clave para analizar y evaluar el biometabolismo físico de la sociedad. Permite analizar y evaluar la interacción que existe entre el ambiente y la economía, principalmente materiales, y proveer indicadores cuantitativos agregados que se relacionan con las presiones ambientales. En cada etapa se cuantifican los materiales que ingresan y salen, así como las pérdidas y desperdicios generados. Así, se logra conocer de dónde proviene la mayor cantidad de residuos y emisiones, lo que permite focalizar o dar prioridad a las actividades más contaminantes.

En el contexto del AFM, los flujos se dividen en dos tipos:

- **Flujos de materiales estáticos.** Los flujos de materiales estáticos se refieren a la cantidad de materiales que se encuentran en un estado de equilibrio en un momento dado en un sistema. Estos flujos se miden generalmente en unidades de masa o volumen por unidad de tiempo y representan la cantidad de mate-

riales que se encuentra en cada etapa o componente del sistema en un momento específico.

- **Flujos de materiales dinámicos.** Los flujos de materiales dinámicos se refieren a cómo cambian las cantidades de materiales en un sistema a lo largo del tiempo. Estos flujos tienen en cuenta los procesos de entrada, salida, producción, consumo, transformación y cualquier cambio en la cantidad de materiales que ocurre en el sistema a medida que transcurre el tiempo.

FINANZAS SOSTENIBLES Y CIRCULARES

Finanzas sostenibles es un concepto más amplio que las finanzas circulares. Las finanzas sostenibles se refieren a prácticas financieras o de inversión que consideran aspectos sociales y ambientales, adicionalmente a los económicos. Estas prácticas buscan alinear los objetivos financieros con los criterios ambientales, sociales y de gobierno corporativo (ASG o ESG, por sus siglas en inglés) para generar un impacto positivo en la sociedad y el medio ambiente.

GRÁFICO 3 ■ Productos financieros sostenibles



Fondos de inversión que aplican criterios ASG. Son instrumentos de inversión y ahorro (instituciones de inversión colectiva) que incluyen criterios ASG en su política de inversión. Esta política de inversión está definida en el folleto o DFI (Documento con los Datos Fundamentales para el Inversor).



Fondos de inversión solidarios. Son instituciones de inversión colectiva que ceden una parte de la comisión de gestión a determinadas entidades benéficas o no gubernamentales.



Bonos verdes y sociales. Son emisiones de deuda pública o privada, emitidas a medio y largo plazo para financiar proyectos respetuosos con el medio ambiente o que persiguen mejoras de tipo social.

FUENTE: CNMV (S.F.).

Sin ser exhaustivos, las finanzas ambientales o circulares abarcan las siguientes áreas:

1. Financiación de proyectos ambientales
2. Inversiones en empresas sostenibles
3. Bonos verdes y financiamiento climático: financiar proyectos en energías renovables
4. Riesgos y oportunidades ambientales

Las finanzas sostenibles tienen como objetivo fomentar la sostenibilidad en el sector financiero y promover inversiones que generen beneficios económicos, sociales y ambientales. A medida que crece la conciencia sobre la importancia de la sostenibilidad, las finanzas sostenibles se vuelven cada vez más relevantes y desempeñan un papel clave en la transición hacia un modelo económico más sostenible.

Por otro lado, las finanzas circulares se refieren a las prácticas financieras y de inversión que se centran específicamente en la mitigación de los desafíos ambientales y la promoción de la sostenibilidad ambiental. Estas prácticas buscan impulsar el desarrollo y la financiación de proyectos y actividades que contribuyan a la protección y preservación del medio ambiente.

Un análisis de Bocconi University et al. (2021) de más de 200 empresas europeas que cotizan en bolsa en 14 industrias ha demostrado que, cuanto más circular es una empresa, menor es su riesgo de incumplimiento de pago de la deuda y mayor es la rentabilidad ajustada al riesgo de sus acciones.

La adopción de prácticas circulares tiene el potencial de reducir el riesgo y aumentar la resiliencia a través de la diversificación del modelo de negocio, desvinculando el crecimiento económico del uso de recursos y el impacto ambiental, y llevando a cabo una mejor anticipación de las regulaciones más estrictas y preferencias cambiantes de los clientes.

CASOS DE APLICACIÓN EN LATINOAMÉRICA DE ASPECTOS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

- Sonnedix Atacama (Chile). Proyecto de generación de energía solar en el desierto de Atacama, financiado con el Fondo Verde.
- Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (Chile). Base de datos sobre emisiones, residuos o contaminantes potencialmente dañinos para la salud y el medio ambiente generados por actividades industriales y no industriales.
- Cooperación Técnica Internacional en el Perú (Perú). En 2021, la CTI ejecutó USD 472,1 millones para cumplir con los objetivos de la ODS. El área 4-Recursos Naturales y Medio Ambiente, tuvo uno de los mayores fondos de inversión.
- Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Perú). Establece lineamientos, estrategias y actividades con el objetivo de mejorar la gestión de residuos sólidos.

¿POR DÓNDE EMPEZAR HACIA UNA ECONOMÍA CIRCULAR?

Para una transición efectiva hacia la economía circular en el Perú, se considera pertinente comenzar con los si-

guientes hitos que permitirán establecer los niveles de avance y factibilidad de la sostenibilidad económica y ambiental del país:

- Fuentes de información que permitan capturar datos de flujos de materiales y residuos entre empresas e industrias.
- Medir la valoración y percepción de la circularidad económica en la sociedad (empresas y familias).
- Cuantificar las externalidades negativas en industrias inherentemente contaminantes (como la minería).
- Identificar cuánto del crecimiento económico (PBI) conlleva generación de residuos y cuál es su impacto en términos de productividad, calidad de vida y políticas públicas.
- Elaborar nuevos instrumentos o indicadores financieros con perspectiva circular en la evaluación de inversiones (mirada hacia afuera).
- Establecer indicadores de gestión de procesos en la empresa que sean circulares (mirada hacia adentro).

REFERENCIAS

- **Agencia Peruana de Cooperación Internacional (APCI). (2023).** *Situación y Tendencias de la Cooperación Técnica Internacional en el Perú 2021.*
- **Bocconi University, Ellen MacArthur Foundation & Intesa Sanpaolo (2021).** *The circular economy as a de-risking strategy and driver of superior risk-adjusted returns.*
- **Cerda, I. (2018).** *Experiencia Chilena. Cuenta Ambiental Flujos de Materiales de la Economía ODS 8 y 12.* Ministerio del Medio Ambiente. https://unstats.un.org/unsd/energystats/events/2018-Guatemala/documents/2018-01_5.2_experiencia_flujo-materiales_chile_ivan-cerda.pdf
- **Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal). (s.f.).** *Objetivos de Desarrollo Sostenible.* <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible/objetivos-desarrollo-sostenible-ods>
- **Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV). (s.f.).** *Las Finanzas Sostenibles. Guía rápida.* https://www.cnmv.es/DocPortal/Publicaciones/Fichas/Finanzas_Sostenibles.pdf
- **Gonçalves, A. (2004).** *El análisis de ciclo de vida y su aplicación a la arquitectura y al urbanismo.* ETSAM.
- **Fernández, J. (2014).** *Integración de la Sostenibilidad en la cadena de valor: Facilitando la REP a través del ecodiseño [Diapositiva].* 1er Congreso Latinoamericano de Ecodiseño. <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/Integracion-Sostenibilidad-cadena-valor-facilitando-REP-a-travesEcodisebno-JoseMaria-Fernandez.pdf>
- **Lima Cómo Vamos (s.f.).** *Lima Cómo Vamos.* www.limacomovamos.org
- **Ministerio del Medio Ambiente (2018).** *Ciclo de vida, obsolescencia y eco-diseño de productos: Ciclo de vida de los productos. Curso de Residuos para la Ciudadanía.* Santiago Recicla. <https://santiagorecicla.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/12/M%C3%B3dulo-2-CICLO-DE-VIDA-DE-LOS-PRODUCTOS.pdf>
- **Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (Onudi) (2008).** *Análisis del Flujo de Materiales.*
- **Perú Sostenible (2023).** *Hoja de Ruta de Sostenibilidad. Sector pesca.* <https://perusostenible.org/wp-content/uploads/2023/06/Hojas-de-Ruta-Sectoriales-informe-pesca.pdf>
- **Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2019).** *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial. GEO 6: Planeta sano, personas sanas.* DOI 10.1017/9781108627146
- **Stiglitz, J. (2000).** *La economía del Sector Público.* Tercera edición.
- **United Nations Environment Programme (UNEP). (2011).** *Towards a Life Cycle Sustainability Assessment: Making informed choices on products.* https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8001/UNEP_LifecycleInit_Dec_FINAL.pdf
- **United Nations Environment Programme (UNEP). (2019).** *The Business Case For Life Cycle Thinking.* https://www.lifecycleinitiative.org/wp-content/uploads/2019/03/unep_nairobi_V7-LR.pdf