

Economía Circular

Transformando residuos en recursos

Durante más de dos siglos, el desarrollo económico se ha apoyado en un modelo lineal: extraer, fabricar, usar y desechar. Este esquema funcionó mientras los recursos parecían inagotables y la capacidad del planeta para absorber residuos no parecía tener límite. Hoy sabemos que ambas premisas son falsas.

Según el Banco Mundial, el mundo generó unos 2.010 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos en 2016, y las proyecciones apuntaban a 3.400 millones de toneladas para 2050 (Kaza et al., 2018). Informes más recientes del PNUMA (2024) confirman que la tendencia continúa y que el costo oculto de no gestionar bien los residuos, en salud, clima y contaminación, supera ampliamente el de gestionarlos adecuadamente.

Frente a este escenario, la economía circular propone un cambio de paradigma: dejar de ver los residuos como un problema final y tratarlos como materia prima para nuevos ciclos productivos. Desde la ingeniería ambiental, esto implica rediseñar productos, procesos y cadenas de valor para mantener los materiales en uso el mayor tiempo posible.



Foto: Magnific

¿Qué es la economía circular?

La Fundación Ellen MacArthur (2013) la define como un sistema industrial restaurativo y regenerativo por diseño. Un análisis de 114 definiciones la describe como un sistema económico que reemplaza el concepto de "fin de vida" por la reducción, reutilización, reciclaje y recuperación de materiales en los procesos de producción, distribución y consumo (Kirchherr et al., 2017).

Se sostiene en tres principios:
1. **Eliminar los residuos y la contaminación desde el diseño.** Más del 70 % del impacto ambiental de un producto se decide en la fase de diseño, por lo que prevenir es más eficiente que remediar.

2. **Mantener productos y materiales en uso.** A través de la reutilización, reparación, remanufactura y reciclaje, se conserva el valor incorporado de materiales y energía.

3. **Regenerar los sistemas naturales.** Devolver nutrientes a los ecosistemas mediante compostaje, digestión anaerobia y prácticas agrícolas regenerativas.

La jerarquía de residuos (prevenir, reutilizar, reciclar, valorizar energéticamente y, solo como último recurso, disponer) sigue siendo la guía técnica de esta transición y está recogida en marcos normativos como la Directiva (UE) 2018/851.

Del residuo al recurso: estrategias clave

1. Ecodiseño y análisis de ciclo de vida

Un producto circular se concibe para ser duradero, reparable, modular y fácilmente desmontable. El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) permite cuantificar los impactos desde la extracción de materias primas hasta el final de vida, e identificar dónde intervenir para lograr la mayor reducción.

2. Valorización de residuos orgánicos

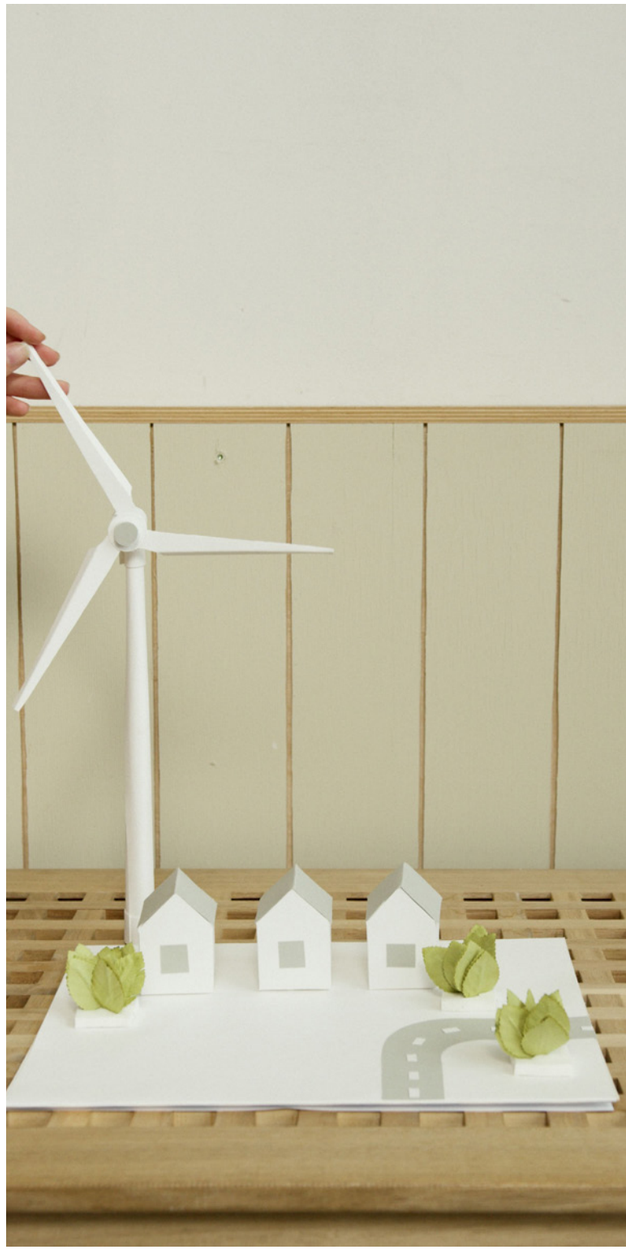
Los residuos orgánicos representan cerca de la mitad de los residuos urbanos en muchos países de ingresos medios y bajos. Su tratamiento mediante compostaje y digestión anaerobia genera enmiendas para suelos y biogás, que puede transformarse en electricidad, calor o biometano. Además, evita las emisiones de metano que producen en vertederos, un gas con alto potencial de calentamiento global.

3. Simbiosis industrial

Consiste en que los subproductos o residuos de una industria sean la materia prima de otra. El caso más citado es el de Kalundborg (Dinamarca), donde empresas energéticas, farmacéuticas y de materiales intercambian vapor, agua, yeso y biomasa desde hace décadas, reduciendo costos y emisiones.

4. Reciclaje avanzado y mercados de materias primas secundarias

El reciclaje de metales, vidrio, papel y ciertos plásticos está consolidado, pero el desafío actual es el de calidad: lograr materiales reciclados que puedan sustituir a los vírgenes en aplicaciones exigentes. Esto requiere separación en origen, tecnologías de clasificación y estándares que den confianza a los compradores.



Los residuos de hoy pueden ser la materia prima de una economía más resiliente, justa y regenerativa



Foto: Magnific

5. Residuos electrónicos y minería urbana

En 2022 se generaron 62 millones de toneladas de residuos electrónicos y solo alrededor del 22 % se documentó como recolectado y reciclado de forma ambientalmente adecuada (Baldé et al., 2024). Estos residuos contienen oro, cobre, cobalto y tierras raras en concentraciones superiores a las de muchos yacimientos naturales, por lo que la llamada "minería urbana" es una oportunidad estratégica.

6. Responsabilidad extendida del productor (REP)

Las políticas REP trasladan a fabricantes e importadores la responsabilidad de gestionar el producto en su fase postconsumo. Chile (Ley 20.920, 2016) y Colombia, entre otros países, han avanzado en este mecanismo para envases, neumáticos, aparatos eléctricos y baterías.

7. Modelos de negocio circulares

Más allá de la tecnología, la circularidad exige nuevos modelos: producto como servicio, alquiler, leasing, plataformas de reutilización y reparación, y sistemas de retorno de envases.

Beneficios de la transición circular

- Ambientales: reducción de la extracción de recursos, de emisiones de gases de efecto invernadero, de la contaminación de suelos y aguas y de la presión sobre la biodiversidad.

- Económicos: menor dependencia de materias primas importadas y volátiles, ahorro de costos operativos, nuevos mercados y mayor resiliencia de las cadenas de suministro. La Comisión Europea (2020) la considera un pilar del Pacto Verde Europeo.

- Sociales: generación de empleo local en reparación, reciclaje y remanufactura, y oportunidades de formalización e inclusión de recicladores de base.

Más del 70 % del impacto ambiental de un producto se decide en la fase de diseño

ECOLEC
WASTE HUB

Contacta con nosotros para cumplir con las obligaciones que se derivan de la **responsabilidad ampliada del productor en materia de residuos.**



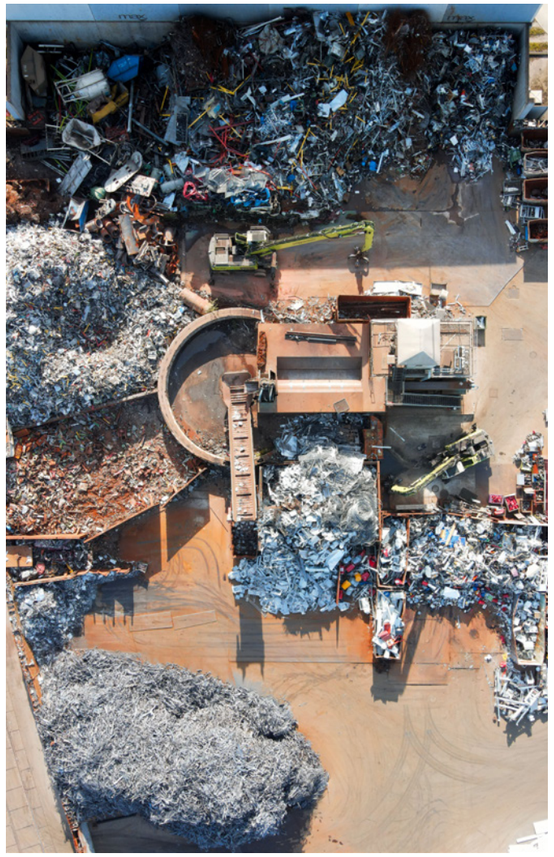
#ConectaConElReciclajeResponsable

ECOLEC BATERÍAS
ECOLEC FUNDACIÓN
ECOLEC ENVASES

Desafíos pendientes

A pesar del avance, el informe Circularity Gap Report 2024 estima que solo el 7,2 % de la economía mundial es circular (Circle Economy, 2024), y esa proporción ha disminuido en los últimos años. Los principales obstáculos son:

- Infraestructura insuficiente de recolección selectiva y tratamiento.
- Diseño de productos que dificulta su reparación o reciclaje (materiales mezclados, componentes pegados).
- Precios de materias primas vírgenes que no reflejan sus costos ambientales.
- Falta de datos, trazabilidad y estándares para materiales reciclados.
- Hábitos de consumo y falta de incentivos para la reutilización.



- Riesgos de "falsa circularidad": reciclar no basta si no se reduce primero el consumo total de materiales.

Como ingenieros ambientales, debemos recordar que la circularidad no es un fin en sí misma: debe verificarse con indicadores medibles (huella de carbono, consumo de materiales, tasa de recuperación, circularidad de materiales) y con evaluaciones de ciclo de vida que eviten trasladar impactos de una etapa a otra.

La economía circular es una estrategia técnica, económica y social para enfrentar la triple crisis planetaria del cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la contaminación. Transformar residuos en recursos exige actuar en toda la cadena: diseñar mejor, consumir menos, recuperar más y regenerar los sistemas naturales.

Ningún actor puede lograrlo solo. Se requiere que los gobiernos establezcan marcos normativos e incentivos claros, que las empresas rediseñen sus productos y modelos de negocio, que la academia y la ingeniería aporten innovación y medición rigurosa, y que la ciudadanía adopte prácticas de consumo responsable. Los residuos de hoy pueden ser la materia prima de una economía más resiliente, justa y regenerativa, si decidimos tratarlos como tal.

Autor: Equipo Kinedrik

REFERENCIAS:

Baldé, C. P., Kuehr, R., Yamamoto, T., McDonald, R., D'Angelo, E., Althaf, S., Bel, G., Deubzer, O., Fernandez-Cubillo, E., Forti, V., Gray, V., Herat, S., Honda, S., Iattoni, G., Khetriwal, D. S., Luda di Cortemiglia, V., Lobuntsova, Y., Nnorom, I., Pralat, N., & Wagner, M. (2024). Global E-waste Monitor 2024. UNITAR e ITU.

Circle Economy. (2024). The Circularity Gap Report 2024. Circle Economy Foundation.

Comisión Europea. (2020). Nuevo Plan de Acción para la Economía Circular: por una Europa más limpia y más competitiva (COM(2020) 98 final).

Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards the Circular Economy, Vol. 1: An economic and business rationale for an accelerated transition.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? Journal of Cleaner Production, 143, 757–768.

Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Banco Mundial.

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. Resources, Conservation and Recycling, 127, 221–232.

Parlamento Europeo y Consejo de la UE. (2018). Directiva (UE) 2018/851 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos.

PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). (2024). Global Waste Management Outlook 2024: Beyond an age of waste.

República de Chile. (2016). Ley 20.920: Marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje.

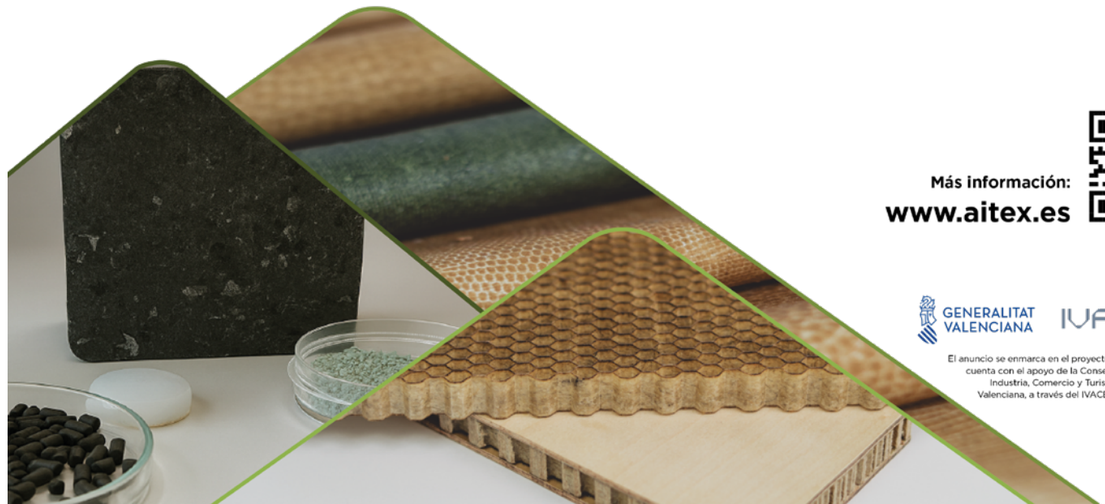
Stahel, W. R. (2016). The circular economy. Nature, 531(7595), 435–438.

aitex®
research & innovation center

SOLUCIONES
DE I+D
A PARTIR DE RESIDUOS
INDUSTRIALES Y
POST-CONSUMO

Estudios de viabilidad técnica, industrial y económica, y pruebas de concepto en las diferentes tecnologías de valorización.

>Reciclado químico
>Reciclado termoquímico
>Reciclado mecánico fibra a fibra y fibra a producto



Más información:
www.aitex.es

GENERALITAT VALENCIANA
IVACE+i

El anuncio se enmarca en el proyecto DIFU+ID 2026 que cuenta con el apoyo de la Conselleria de Innovación, Industria, Comercio y Turismo de la Generalitat Valenciana, a través del IVACE (IMAMCA/2026/6)