



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ADE

Facultad de Administración
y Dirección de Empresas /UPV

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Facultad de Administración y Dirección de Empresas

INDICADORES Y MEDIDAS EUROPEAS PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR EN EL
SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES: ANALISIS
COMPARATIVO EUROPEO

Trabajo Fin de Grado

Grado en Administración y Dirección de Empresas

AUTOR/A: Carrión Grancha, Blanca

Tutor/a: Calafat Marzal, Maria Consuelo

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



Índice de contenido:

Capítulo 1. Introducción	1
1.1 Resumen	1
1.2 Objetivos del trabajo	1
1.3 Metodología	3
1.4 Estructura del trabajo	4
Capítulo 2. Contexto actual.....	5
2.1 Qué es la Economía Circular.....	5
2.2 Panorama actual de las medidas a favor de la Economía Circular.....	13
2.3 Situación normativa y medidas en España.....	17
Capítulo 3. Indicadores de Economía Circular	18
3.1 Indicadores de la Unión Europea	18
3.2 Índice compuesto de Economía Circular.....	24
Capítulo 4. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	26
4.1 Relación con los indicadores.....	26
4.2 Comparativa europea en términos de ODS	31
Capítulo 5. Comparativa Europea	35
5.1 Comparativa de las estrategias en términos sostenibilidad	35
5.2 Comparativa de Buenas Prácticas	48
Capítulo 6. Indicadores y medidas en el sector de las telecomunicaciones	53
6.1 Análisis de estrategias en el sector	53
6.2 Medidas a fomentar para implementar la Economía Circular.....	58
Capítulo 7. Conclusiones y líneas futuras	64
Bibliografía	67
Anexos.....	70



Índice de ilustraciones:

Ilustración 1: Enfoque de la Economía Lineal	5
Ilustración 2: Enfoque de la Economía Circular	7
Ilustración 3: Economía lineal vs Economía circular	9
Ilustración 4: Visión global de los indicadores de Economía Circular de la UE.	19
Ilustración 5: Marco de monitoreo de Indicadores de Economía Circular UE	21
Ilustración 6: Diagrama de flujos de materiales	22
Ilustración 7: Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	27
Ilustración 8: Evolución de los diferentes ODS en Europa entre 2017-2022.....	31
Ilustración 9: Evolución de España frente a la media comunitaria en cada ODS. 2022.	33
Ilustración 10: Basura municipal per cápita (Kg).....	38
Ilustración 11:Tasa de reciclaje municipal (%)	39
Ilustración 12: Tasa de reciclaje de todo tipo de envases (%).....	40
Ilustración 13: Tasa de reciclaje de envases de plástico (%).....	41
Ilustración 14: Tasa de uso de material circular (%).....	42
Ilustración 15: Inversión en productos de Economía Circular (% de PIB)	43
Ilustración 16: Valor añadido al coste de los factores de la Economía Circular (% de PIB)43	
Ilustración 17: Patentes relacionadas con mitigación del cambio climático en tecnologías vinculadas con el tratamiento de aguas residuales o la gestión del agua (Número en miles)	44
Ilustración 18: Buenas Prácticas de Economía Circular en la UE por campo de actuación.49	
Ilustración 19: Proceso operativo de Agroamb	51

Índice de tablas:

Tabla 1: Vinculación ODS con Indicadores de Economía Circular	30
Tabla 2: Resultados en el EU27 SDG Index sobre cumplimiento de los ODS (2022).	33
Tabla 3: Puntuación y ranking del Índice compuesto de Economía Circular Débil UE27 (10 primeros países).....	45
Tabla 4: Puntuación y ranking del Índice compuesto de Economía Circular Limitada UE27 (10 primeros países)	46



Tabla 5: Puntuación y ranking del Índice Compuesto de Economía Circular Fuerte UE27 (10 primeros países).....	47
Tabla 6: Comparativa entre posición ranking ODS y Economía circular en UE27	47
Tabla 7: Buenas Prácticas de Economía Circular reconocidas por la UE por países (10 primeros).....	48



Capítulo 1. Introducción

1.1 Resumen

La Economía Circular representa un cambio del modelo lineal tradicional de tomar-hacer-usar-desechar hacia un sistema más sostenible y eficiente que pretende reducir los residuos, conservar los recursos y promover el crecimiento económico.

Su aparición está impulsada por una serie de factores, como la creciente presión sobre los recursos naturales, el aumento de los costes asociados a la eliminación de residuos y la extracción de recursos, y la creciente concienciación sobre los beneficios medioambientales y económicos de un enfoque más sostenible del crecimiento económico.

Además, los avances tecnológicos y los cambios en el comportamiento de los consumidores también han influido en la aparición de la Economía Circular, ya que cada vez más empresas y particulares reconocen las ventajas de reutilizar y reaprovechar materiales y productos. En este sentido, el sector de las comunicaciones se ha visto muy afectado.

Para poder medir la evolución se han desarrollado unos indicadores de Economía Circular para así poder cuantificar la eficiencia de las acciones tomadas.

El objetivo principal de este trabajo es doble, por una parte, realizar un estudio exhaustivo de la implementación de la Economía Circular a nivel europeo, centrándose en los indicadores, así como su evolución, y medidas tomadas en España, para ofrecer una comparativa europea.

Por otra parte, centrado en el sector de las telecomunicaciones, se realizará una descripción de los indicadores y medidas que se deben fomentar para la implementación de la Economía Circular en el sector.

1.2 Objetivos del trabajo

La Economía Circular es una filosofía que trasciende la ideología del ecologismo para convertirse en un nuevo modelo económico de desarrollo como alternativa al modelo tradicional (sistema económico lineal) cada vez más cuestionado.

El modelo actual de producción y consumo está cerca de sus límites físicos, con riesgo de agotamiento de muchos recursos naturales y combustibles, y generando a su vez residuos y contaminación que están llevando al planeta a una situación límite. (Cerantola, 2016)

Frente a esta preocupante situación, la Economía Circular prima la reducción del consumo de materiales y de energía, la reutilización y también el reciclaje de los elementos, para



alcanzar la máxima eficiencia en la utilización de los recursos. Trata por tanto de extraer de la naturaleza los menores recursos necesarios, de producir de manera eficiente, de mantener el valor de los materiales y productos durante el mayor tiempo posible y de reducir al máximo los desechos y la contaminación generada.

La Economía Circular está en la agenda de los principales organismos internacionales y en la definición y financiación de políticas a largo plazo tanto nacionales como multinacionales y presenta oportunidades no sólo medioambientales y sociales, sino también económicas y empresariales.

En esta línea, la Unión Europea está promoviendo el desarrollo de la Economía Circular entre los países miembros y ha puesto en marcha una serie de indicadores que reflejan hasta qué punto cada país se está esforzando en este campo y está teniendo éxito en el cumplimiento de los objetivos y en la implantación de las medidas propuestas.

En paralelo y en 2015, los principales líderes mundiales se comprometieron a adoptar y respetar una serie de objetivos globales que buscaban terminar con la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad duradera para todos. Finalmente, estos Objetivos de Desarrollo Sostenible se concretaron en 17 que están directamente relacionados con los Objetivos de Economía Circular.

Un sector que genera crecientes residuos es el de las Telecomunicaciones, en donde las innovaciones tecnológicas dan lugar a nuevos productos y modelos de forma cada vez más acelerada, lo que provoca que los antiguos queden obsoletos en poco tiempo y acaben finalmente en vertederos. En este sector, aparece especialmente crítico el poner en marcha dinámicas de Economía Circular para poder aprovechar los componentes y materiales y evitar así el desperdicio.

Con este trabajo se pretende profundizar en detalle en el concepto de la Economía Circular, y en la comparación de las actuaciones desarrolladas y el cumplimiento de los objetivos marcados en este campo entre los diferentes países miembros de la Unión Europea. Asimismo, realizar un análisis sobre indicadores y medidas que fomentan la Economía Circular en el sector de las telecomunicaciones.



1.3 Metodología

Para llevar a cabo este análisis, se han realizado las siguientes acciones:

- Revisión de la literatura existente, recogiendo datos de fuentes contrastadas y opiniones de historiadores y economistas de prestigio.
- Análisis de informes de diagnóstico y predicción de instituciones contrastadas.
- Revisión de la legislación sobre la Economía Circular en la Unión Europea y su aplicabilidad en España y en los diferentes estados miembros
- Análisis de los índices que pueden mostrar el cumplimiento de objetivos en Economía Circular y revisión de su situación actual
- Establecimiento de unas conclusiones sobre la situación de los diferentes países de la Unión en relación con el desarrollo de la Economía Circular identificando Buenas Prácticas que puedan servir de referente para los miembros más atrasados en este campo.
- Revisar la situación del sector de las Telecomunicaciones, su situación actual y el desempeño en relación con los indicadores de Economía Circular.
- Planteamiento de acciones de mejora en este sector que puedan ayudar a fomentar la puesta en marcha de dinámicas de Economía Circular para reducir los desechos que se generan optimizando la producción.

Además, y en el caso de los indicadores de Economía Circular de la Unión Europea más representativos, se ha calculado la variación porcentual en el tiempo que reflejan, comparando la evolución española con la media de la UE27, con el fin de identificar tendencias de convergencia o divergencia a lo largo del tiempo. Para ello se ha utilizado la Tasa de Variación Acumulada que es un índice que mide la variación promedio de una variable entre dos fechas concretas de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$TVA = \left(\left(\frac{\text{Periodo } n}{\text{Periodo base}} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right) * 100$$



Siendo:

- **TVA:** Tasa de Variación Acumulada
- **Período n:** último valor obtenido en el período que se quiere comparar
- **Período base:** valor inicial del período que se toma como referencia para ver la evolución
- **n:** número de años del período de comparación

1.4 Estructura del trabajo

Para simplificar el proceso y facilitar la comprensión, se ha optado por analizar primero el concepto de Economía Circular, para posteriormente revisar la legislación, objetivos e indicadores de la Unión Europea, y la vinculación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Este marco general nos dará pie para poder comparar las estrategias de los diferentes países de la UE en materia de Sostenibilidad identificando Buenas Prácticas en este campo.

A continuación, se pondrá el foco en el sector de las Telecomunicaciones, su situación actual y el potencial de diversas acciones que se pueden poner en marcha en relación con la Economía Circular.

Por último, se establecerán unas conclusiones y unas propuestas de avances incluyendo posibles nuevas líneas de investigación que se recomienda desarrollar.

Capítulo 2. Contexto actual

2.1 Qué es la Economía Circular

Situación de partida: problemática de la economía lineal

El modelo económico actual, que data de la Revolución Industrial en el S.XIX, es un modelo que se puede denominar lineal, y está basado en la extracción de recursos, la producción de bienes, el consumo de esos bienes y su eliminación cuando acaba su vida útil, con la consiguiente generación de residuos. Este modelo ha sido fundamental para conseguir el desarrollo económico experimentado en el mundo en los últimos dos siglos, pero se encuentra en una encrucijada tanto por las propias limitaciones del sistema como por un cambio en las necesidades y demandas de la sociedad.

En la Ilustración 1, se plasma el enfoque de la Economía Lineal, donde los recursos se extraen de la naturaleza donde se encuentren, se procesan y se transportan a las fábricas, muchas veces ubicadas en lugares alejados, donde se manufacturan los productos que vuelven a ser transportados a los lugares de destino para ponerlos a disposición de los consumidores finales. Una vez finalizada su vida útil o cuando se quedan obsoletos, son desechados para ser reemplazados por productos nuevos. Y estos productos desechados, en la mayoría de las ocasiones, se depositan en vertederos o son incinerados.

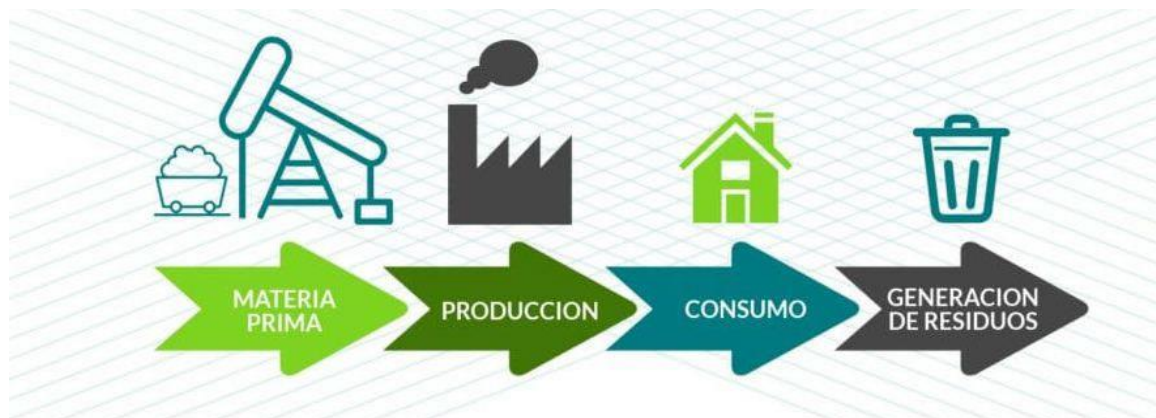


Ilustración 1: Enfoque de la Economía Lineal

Fuente: Asociación de Economía Circular



Las principales problemáticas que genera este modelo económico lineal que prioriza el beneficio sobre cualquier otro concepto, son: (Naturklima, 2020)

- Escasez creciente de determinados materiales no renovables con una disponibilidad finita y que se van agotando (según el Informe de Perspectiva de Recursos Globales de la ONU, el uso de recursos naturales a nivel mundial se ha multiplicado por 3 desde 1970 y, en la actualidad, se generan una enorme cantidad de residuos, de los que más de un tercio no reciben ningún tipo de tratamiento)
- La volatilidad del precio de las materias primas que se traduce en situaciones inflacionistas.
- Dependencia de terceros países para la generación de materias primas o para la fabricación, lo que limita la autonomía real de las naciones.
- Utilización de los recursos más económicos, aunque sean los que más contaminación producen.
- Posibles interrupciones de la cadena de suministros que son cruciales al estar muchas veces tan alejadas las zonas de extracción de materias primas, de las de fabricación y de las de consumo. Este problema se ha visto recientemente de forma muy clara con la pandemia de COVID 19 (que provocó una carestía de semiconductores) o con la Guerra de Ucrania y su efecto sobre el suministro de energía.
- Deterioro de los sistemas naturales, tanto por la extracción de recursos como por la fabricación de productos y por el impacto de los residuos. Por ejemplo, la extracción de materiales supone el 90% de la pérdida de la biodiversidad a nivel mundial y genera la mitad de los impactos climáticos. (United Nations & Programa para el Medio Ambiente, 2021)
- Creciente aumento de los costes en la gestión y tratamiento de estos residuos, con su impacto económico sobre la sociedad que no se repercute en las empresas fabricantes (por ejemplo, la Unión Europea produce más de 2500 millones de toneladas de residuos al año). (Parlamento Europeo, 2022)

Frente a este modelo, surge el concepto de Economía Circular, que ahora analizaremos, y al que poco a poco se van sumando las empresas, en algunos casos por convencimiento propio, pero en la mayor parte de las situaciones por la implantación de legislación y normativas que lo promueven y por la creciente presión de los consumidores.

Concepto de Economía Circular

La Economía Circular es un modelo tanto de producción como de consumo, que prima el aprovechamiento de los recursos, que, como hemos señalado, tienen un carácter finito en muchos casos, y la reducción de los residuos que se generan.

Es una filosofía relativamente reciente que tiene su origen en algunas escuelas de pensamiento ecológico y que implica compartir, reparar, reutilizar, renovar y reciclar tanto materiales como productos todo cuanto se pueda para generar valor añadido y extender así el ciclo de vida de los bienes.

Muchos autores señalan como inicio real de este “ecologismo político” un Informe elaborado por el MIT para el Club de Roma en 1972 denominado “The Limits to Growth”, que fue el primero en analizar el impacto sobre la Naturaleza del crecimiento de la población y del impacto de su actividad económica desde una perspectiva sistémica.

El resultado de todo este ciclo (Enfoque de la Economía Circular) debe ser una considerable reducción de los residuos que se generen, porque cuando los productos llegan a su fin se vuelven a incorporar al ciclo productivo (Ilustración 2).

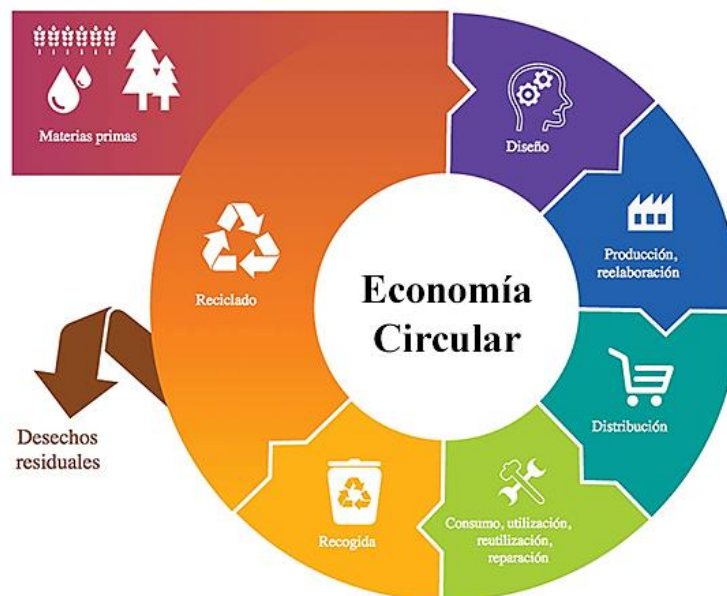


Ilustración 2: Enfoque de la Economía Circular

Fuente: Parlamento Europeo, 2015

El término de “Economía Circular” apareció por primera vez en la literatura económica en el libro “Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente” (Pearce & Turner, 1989),



aunque el punto de inflexión de su aceptación puede tomarse cuando la Fundación Ellen McArthur consigue que en 2010 la Comisión Europea lo incorpore como un elemento fundamental dentro del marco político europeo.

El modelo integra y sintetiza sus conceptos a partir de diversas escuelas de pensamiento, entre las que destacan:

- La “Economía del rendimiento”, ver en Anexo1 (Stahel, 2010)
- La filosofía del “diseño Cradle to Cradle”, ver en Anexo 2 (McDonough & Braungart, 2002)
- El “concepto de biomimética”, ver en Anexo 3 (Benyus, 2001)
- La “ecología industrial” ver en Anexo 4, (Lifset & Graedel, 2002)
- El “capitalismo natural”, ver en Anexo 5 (Lovins et al., 2000)
- El concepto de “Blue Economy”, ver en Anexo 6 (Pauli, 2010).

La esencia de esta filosofía de comportamiento económico responsable tanto en individuos como en empresas y organizaciones se materializa en las denominadas “Cinco Erres” (Greenpeace):

- **Reducir:** es sustancial reducir al máximo la generación de residuos por lo que, a la hora de comprar no sólo se debe analizar si esa compra es necesaria, sino también evaluar la durabilidad del producto, el coste ambiental de su producción y el uso de envases desechables o excesivos o innecesarios. Se trata de elegir productos y envases duraderos y reutilizables y que no contengan materias primas contaminantes.
- **Reciclar:** se trata de transformar los materiales o productos ya usados o los desperdicios para que puedan ser utilizados de nuevo. Es decir, darles una nueva vida evitando los desechos y también la necesidad de extraer nuevos recursos y el consumo de energía innecesaria en la fabricación de nuevos productos. Para un buen reciclado, es fundamental la correcta separación de los residuos que se generen y el contar con infraestructuras de transformación adecuadas.
- **Reutilizar:** se trata de dar un nuevo uso a algún bien que ya se ha usado previamente. Vuelve a suponer un ahorro en la producción y una reducción de los residuos y es aconsejable recurrir a la creatividad para identificar nuevos usos.
- **Reparar:** se trata de arreglar algún producto que está en mal estado o que no funciona o lo hace de forma incorrecta, para que recupere su funcionalidad. El potencial de ahorro económico y ambiental de este comportamiento es muy evidente.
- **Recuperar:** se trata de aprovechar al máximo aquellos bienes que hasta ahora se consideraba que debían ser desechados, recuperando piezas o actualizando algunos

componentes, como puede ser el caso de ordenadores algo antiguos pero que se pueden actualizar.

De este modo, se observa en la siguiente Ilustración 3 las diferencias generales entre ambas economías presentadas con anterioridad. (ALBERTO BACHILLER, 2017)

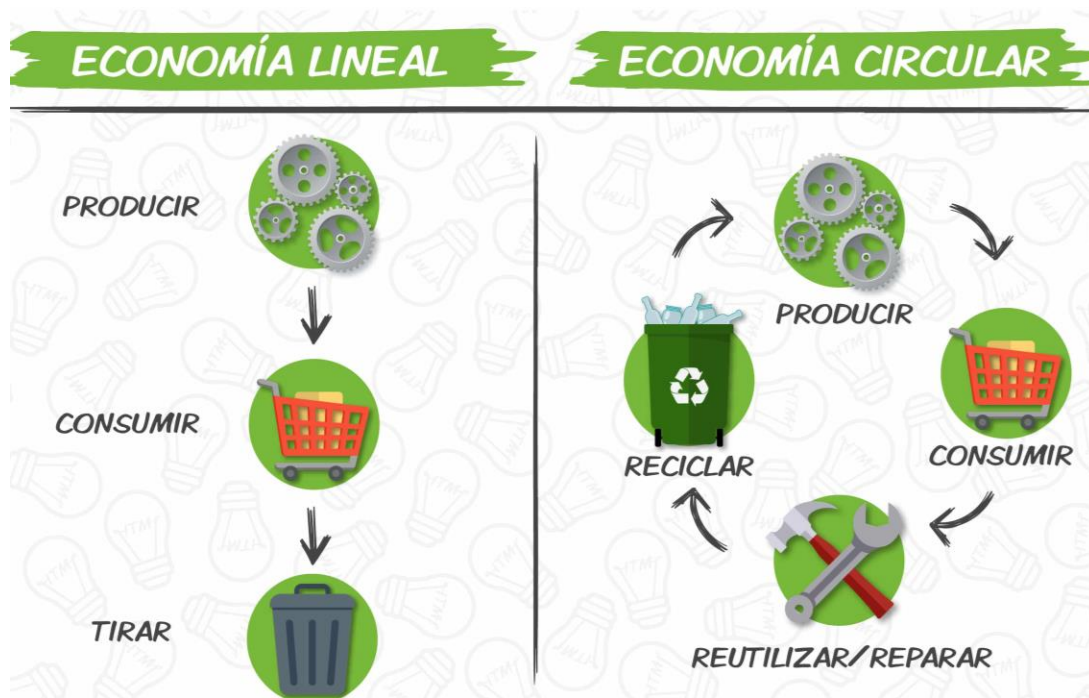


Ilustración 3: Economía lineal vs Economía circular.

Principios de la Economía Circular

Este modelo se basa en tres principios fundamentales de actuación (Ellen McArthur Foundation, 2015):

1. “Preservar y aumentar el capital natural, controlando stocks finitos y equilibrando los flujos de recursos renovables”. Por tanto, el uso de los recursos es un elemento crítico para este modelo, lo que condiciona la tecnología a utilizar y la elección de energías renovables en el proceso productivo siempre que sea posible. Pero también debe incrementar el capital natural favoreciendo su regeneración.



2. “Optimizar el rendimiento de los recursos, circulando siempre productos componentes y materiales en su nivel más alto de utilidad tanto en ciclos técnicos como biológicos”. Como preferencia, se debe recurrir a “bucles cerrados” con el fin de alargar la vida de los productos y dando prioridad al mantenimiento frente al reciclado y optimizando su reutilización.
3. “Promover la efectividad del sistema, haciendo patentes y proyectando eliminar las externalidades negativas”. Se trata de reducir el impacto negativo sobre la naturaleza en nuestras actividades diarias como movilidad, alimentación, salud, ocio, educación..., minimizando la contaminación de todo tipo y la emisión de sustancias tóxicas.

Agentes implicados en la Economía Circular

Para el cumplimiento de estos principios, deben actuar de forma coordinada y cada uno asumiendo sus responsabilidades, tres agentes principales:

- **Ciudadanos**, principalmente a través de la modificación de sus hábitos de vida y consumo, pero también con sus demandas a los otros agentes.
- **Empresas**, buscando modificar sus formas de gestión y de producción con el fin de ser más eficientes en el consumo de recursos manteniendo la mínima afectación posible en el entorno.
- **Administraciones**, regulando conductas de los otros dos agentes, penalizando comportamientos dañinos con la naturaleza y diseñando legislación que posibilite el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y el comportamiento medioambientalmente sostenible.

Características de la Economía Circular

En base a los conceptos y principios enumerados en los apartados anteriores, se pueden señalar una serie de características propias de una economía realmente circular en sentido estricto (Fundación COTEC, 2019):

- **Los residuos se eliminan desde el diseño**. Tanto los productos como los servicios deben diseñarse de tal manera que se reduzca al mínimo el desecho que originen, integrando adecuadamente los ciclos biológico y técnico. Los residuos biológicos pueden devolverse a la naturaleza, dado que no son tóxicos. Pero también los residuos



técnicos (plásticos, metales...) se deben diseñar para ser recuperables, renovables y mejorables.

- **Se debe pensar en sistemas.** El pensamiento sistémico es muy propio de la Economía Circular. Los elementos del mundo real (empresas y personas, pero también plantas o animales) forman parte de sistemas con elevada correlación entre las diferentes partes, y las actuaciones que se pongan en marcha deben partir de estos vínculos y de las posibles consecuencias directas e indirectas.
- **Las fuentes de energías renovables impulsan la economía.** Este modelo propone utilizar únicamente energías renovables, en teoría con disponibilidad ilimitada, con el fin de reducir el impacto medioambiental y también el impacto negativo sobre la salud. De esta manera se reduce la dependencia de recursos energéticos muy susceptibles de ser afectados por perturbaciones y, además, el ciclo productivo circular requeriría de menor aporte de energía.
- **Los precios y mecanismos de retroalimentación deben reflejar los costes reales.** Es decir, estos precios deben reflejar el coste total real, incluidos los costes de gestión y tratamiento del impacto ambiental y de los residuos generados.

Fuentes de creación de valor de la Economía Circular

La Economía circular puede generar valor añadido y, por tanto, ofrecer oportunidades en el campo económico, a través de diferentes vías:

- Aprovechamiento de recursos duraderos: de manera que duren más (eficiencia) y con mejores prestaciones (eficacia), y, por tanto, generando un rendimiento económico de su uso.
- Desarrollo de mercados líquidos: de manera que se optimice el uso de los productos para reducir su tiempo de inactividad y para que aumente el número de usuarios que pueda utilizar un mismo volumen de bienes.
- Monetizar los ciclos de vida más largos de los bienes, ofreciendo servicios de reparación, actualización, reacondicionamiento o mantenimiento.
- Generar cadenas de valor interconectadas, de manera que los residuos de una sirvan de punto de partida para la siguiente.

Ventajas y desventajas de la Economía Circular



De todo lo expuesto anteriormente, se deducen una serie de beneficios evidentes de la puesta en marcha de estos modelos, pero también presentan unos inconvenientes que no podemos obviar.

Las principales ventajas serían:

- Menor necesidad de extracción de materias primas
- Reducción del uso de energías no renovables
- Aumento de la vida útil de los bienes
- Decremento de la generación de residuos
- Positivo impacto en la innovación y en el desarrollo tecnológico
- Posibilita el cambio de hábitos de consumo hacia enfoques más sostenibles
- Mayor independencia nacional
- Más agilidad en el suministro
- Creación de nuevos empleos ligados a la duración de los productos
- Posibilidad de mayor crecimiento económico. En una senda de tipo circular, el PIB europeo podría crecer hasta el 11% para 2030 y el 27% para 2050 (las previsiones actuales son del 4% y del 15% respectivamente) (Ellen McArthur Foundation, 2015).

Sin embargo, su puesta en marcha está poniendo de manifiesto una serie de desventajas:

- No existe una normativa que asegure que las empresas actúen y compitan de manera legal y honesta.
- Falta de una adecuada conciencia ambiental en la sociedad, que es un elemento clave para el cambio de hábitos de consumo. Esto provoca bastante lentitud en el proceso de transformación económico.
- Falta de recursos y de acceso a la financiación para la adaptación.
- Algunos residuos son difíciles de reciclar o transformar.



Aun así, los beneficios superan ampliamente los inconvenientes y dado que existe una decidida voluntad política, al menos en los países desarrollados, es un modelo que acabará implantándose, aunque sea de manera parcial.

2.2 Panorama actual de las medidas a favor de la Economía Circular

La transición hacia un modelo de Economía Circular está siguiendo patrones muy diferentes en las principales economías y regiones mundiales. Vamos a centrarnos en el análisis de EE. UU., Japón, China y la Unión Europea, además de revisar pactos globales a nivel mundial.

Durante la anterior administración estadounidense (Donald Trump), prácticamente no hubo ninguna legislación para la promoción de la Economía Circular, que incluso retiró a su país del Acuerdo de París, el primer compromiso mundial para luchar contra el calentamiento global. Sin embargo, la mayoría de los Estados, con gran autonomía de funcionamiento, sí que promulgaron leyes desde la década de los 80 propiciando de forma preferente la reducción y la reutilización en la gestión de los residuos (Cerdá & Khalilova, 2016).

Y, de forma tímida, se ha ayudado desde el gobierno central a favorecer la Economía Circular a través de la financiación por parte del Departamento de Energía de EE. UU. con 70 millones de dólares de presupuestos federales al instituto REMADE, que se proclama como el instituto para la Economía Circular y cuyo fin es ayudar a las empresas a reducir sus emisiones.

La escasez de actuaciones de carácter público se suple con la actividad de instituciones privadas. Por ejemplo, la Fundación Cámara de Comercio estadounidense ha puesto en marcha el denominado “Programa de Sostenibilidad y Economía Circular” para prestar apoyo a las empresas en su transformación hacia la Economía Circular y la gestión con criterios de sostenibilidad, y la Fundación Ellen McArthur es un referente mundial en este campo.

Actualmente, la situación a nivel de Gobierno Federal ha cambiado hasta el punto de que en 2021 la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (E.P.A., 2021), publicó una “Estrategia Nacional de Reciclaje” que busca crear un sistema de reciclaje de residuos sólidos a nivel municipal más potente y rentable.

En lo que respecta a Japón, el Gobierno intenta promulgar la Economía Circular desde la década de los 90, sobre todo debido a tres razones principales:

- Alta densidad de población y reducido espacio disponible para el establecimiento de vertederos. Las alternativas de incineración como solución al problema no prosperaron los problemas medioambientales que provocaron.



- La carencia de recursos minerales, lo que exponía al país a unos riesgos estratégicos y le obligó a buscar alternativas para reducir las importaciones de materias primas
- La cultura nipona, proclive a la cooperación y a la colaboración

Las medidas puestas en marcha por Japón incluyen ajustes estructurales para reducir la dependencia del petróleo como casi única fuente de energía, la legislación en temas medioambientales que busca reducir el desperdicio y regular la gestión de los residuos y la participación social a través de campañas de motivación dirigidas a la población.

El resultado de todas estas acciones es que, por ejemplo, en 2019 el 89% de los bienes eléctricos se reciclaban y un porcentaje muy escaso acababa en vertederos (Parlamento de Victoria & Caley Otter, 2018) y la situación ha continuado mejorando.

Como complemento a esta iniciativa de carácter público, muchas empresas han puesto en marcha programas para el fomento de la circularidad. Destaca una de las principales industrias del país, la automovilística, con actividades de reutilización de baterías eléctricas que son un referente.

En cuanto a China, sus motivaciones pueden tener un origen similar al de Japón, aunque cuente con más espacio disponible y mayor acceso a recursos naturales, pero sus actuaciones han sido diferentes. Ya en 1993 el Partido Comunista destacó la necesidad de promover una producción más limpia y eficiente para reducir la necesidad de importaciones de materia prima a la vez que se mejoraban las condiciones ambientales que soportaba una parte de la población, pero las iniciativas reales a favor de la Economía Circular no se materializaron hasta el decimoprimer Plan Quinquenal (entre 2006 y 2010), que incluía un capítulo completo dedicado a la circularidad buscando favorecer la transformación de las grandes industrias hacia la Economía Circular con el objetivo de reducir en un 20% el gasto de importación de materias primas. Además, en 2008 promulgó una “Ley de Promoción de la Economía Circular” que buscaba convertir al gigante asiático en la primera civilización ecológica del planeta.

En 2019, la Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma publicó un plan en el que se comprometía a reducir drásticamente las altísimas emisiones de CO2 del país a través de la puesta en marcha de una “revolución verde” que convertiría la Economía Circular en el eje de la estrategia económica nacional, a través de cuatro ejes:

- Producción circular, fomentando la reutilización y el reciclado.
- Sistemas industriales circulares.
- Apuesta por el reciclaje.



- Consumo más ecológico.

Como objetivos concretos, se buscaba reducir el consumo de agua y energía por unidad de producto en 13,5% y 16% respectivamente para 2025 en relación con 2020.(Español, 2021)

La Unión Europea promueve desde hace años la transformación hacia una Economía Circular. Ya en 2014 la Comisión Europea emitió una comunicación denominada “Hacia una Economía Circular: un programa de cero residuos para Europa” donde anticipaba su intención de poner en marcha medidas sobre todo sobre residuos (Transición Ecológica & Demográfico, 2021a).

Además, en 2015 se puso en marcha el “Plan de Acción para una Economía Circular en Europa” que incluía 54 medidas para poner en marcha durante el siguiente quinquenio con el fin de favorecer la transformación económica e industrial de la zona y que afectaban a todas las etapas del ciclo de vida de los productos (desde el diseño a la reintroducción de los residuos en la economía, pasando por la producción, el consumo y la gestión de residuos) y que contaba con cinco áreas de actuación prioritarias (plásticos, materias primas de carácter crítico, construcción, desperdicio alimentario y la biomasa).

Como continuación de estas acciones, en 2018 se puso en marcha una legislación complementaria para reforzar las acciones previstas, incluyendo una “Estrategia europea para el plástico en una Economía Circular”.

Para el siguiente período, la Comisión ha puesto en marcha en 2020 un nuevo “Plan de Acción sobre la Economía Circular” en el marco del llamado “Pacto Verde Europeo”, que es el nuevo programa de la Unión para promover el crecimiento sostenible. Este nuevo Plan profundiza en lo establecido en la Plan anterior y pretende, sobre todo:

- Que los productos sostenibles se conviertan en la norma dentro del espacio de la UE.
- Focalizar la atención en los sectores que consumen más recursos (electrónica, TIC, industria del automóvil, envases y embalajes, plásticos, construcción, textil, gestión de residuos, transporte, industria alimentaria, agua...).
- Promover la reducción de residuos.

Y sobrevolando todo lo anterior, busca convertir a Europa en la región líder a nivel mundial en el esfuerzo hacia este nuevo modelo económico.

Por último, el mencionado “Pacto Verde Europeo”, alcanzado en 2022, ataca directamente a la crisis climática actual, comprometiéndose a que Europa se convierta en un continente neutral con el clima en el año 2050.



A nivel mundial, las actuaciones en este campo no parecen pasar de declaraciones de intenciones más o menos bienintencionadas, pero con poca sustancia en compromisos de actuación.

A pesar de ello, se pueden destacar las siguientes actuaciones:

- “Foro Mundial de Economía Circular (WCEF)”, que es un foro de debate puesto en marcha por la ONU en 2021 y que reunió a pensadores, emprendedores y líderes mundiales en el campo de la Economía Circular.
- Foros Regionales de debate sobre esta materia, como el “Foro Internacional de Economía Circular”, promovido por Europa y que ya va por su 5ª edición, o el “Foro Latinoamericano de Economía Circular” puesto en marcha en 2017
- “Acuerdo de París” de las Naciones Unidas de 2016 en donde se exigía un cambio en los modelos de producción y consumo, sobre todo de los países desarrollados y, en consecuencia, la puesta en marcha de principios de Economía Circular. Este tratado contiene acuerdos jurídicamente vinculantes sobre el cambio climático, pero no así en lo que se refiere a la circularidad de la economía.
- El “Marco Decenal de Programas sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenible (10YFP)”, que también se conoce como One Planet Network y que es un marco de acción de ámbito mundial puesto en marcha por la ONU en 2012 para acelerar el cambio hacia un modelo de producción y consumo más sostenible.
- La “Alianza de Acción para una Economía Verde (PAGE)”, que puso en marcha la ONU en 2013, cuyo fin es conseguir situar la sostenibilidad como centro en la agenda política y económica
- La “Plataforma para Acelerar la Economía Circular (PACE)” promovida por el Foro Económico Mundial en 2017 donde se integran de forma colaborativa las iniciativas públicas y privadas para facilitar una transformación acelerada y a gran escala en dirección hacia la Economía Circular.
- La “Iniciativa Verde” de la Organización Internacional del Trabajo (OIT)” que se centra en preparar adecuadamente al mundo laboral para que se pueda adaptar a la transición hacia este nuevo modelo económico.
- Diversos acuerdos del G7 y G20 promoviendo acciones sobre la gestión y reducción de residuos, la eficiencia energética

2.3 Situación normativa y medidas en España

A nivel español y en su vertiente estatal, podemos destacar las siguientes iniciativas (Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico):

- “Estrategia Española de Economía Circular 2030” (Transición Ecológica & Demográfico, 2021), que busca impulsar el nuevo modelo de producción y consumo.
- La “Ley de Cambio Climático y Transición Energética” de 2021, dirigida a promover la descarbonización de la economía a través de una transición energética.
- “Estrategia Española de Bioeconomía Horizonte 2030” que busca impulsar la competitividad y sostenibilidad de los sectores económicos ligados al empleo de recursos biológicos.
- El “Plan de Acción para la implantación de la Agenda 2030” con medidas específicas para cumplir con esta agenda de la ONU.
- El “Modelo de Estrategia Local de Economía Circular”, promovido por la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP) y que incluye recomendaciones para la aplicación de la circularidad a nivel local.
- La “Agenda Urbana Española”, promovida por el Ministerio de Fomento en 2019 que igualmente ofrece un marco para pueblos y ciudades de manera que puedan desarrollar sus actuaciones en el campo de la sostenibilidad.
- El “Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos” con medidas para la promoción del reciclaje y la reutilización en el período 2016-2022.

Igualmente, se han puesto en marcha medidas a nivel autonómico (por ejemplo, la “Estrategia de Economía Verde y Circular de Extremadura 2030”) e incluso municipal (a destacar la “Declaración de Sevilla. El compromiso de las ciudades por la Economía Circular”).



Capítulo 3. Indicadores de Economía Circular

3.1 Indicadores de la Unión Europea

Un indicador es un tipo de dato estadístico que permite evaluar la situación y evolución de la economía o de alguna de las variables más críticas en las que se manifiesta, tanto en el pasado y en la actualidad como para hacer proyecciones y previsiones futuras.

Normalmente se utilizan unos indicadores que reflejan adecuadamente la situación de una economía y que son conocidos y aceptados por todos, como el PIB (a precios constantes o reales), el PIB per cápita, la inflación, la tasa de paro, el IPC, el tipo de cambio, la tasa de interés, la prima de riesgo, etc.

De igual manera, se hace necesario medir cómo se está desarrollando en el tiempo la transición hacia un nuevo modelo económico, así como poder identificar factores de éxito y buenas prácticas puestas en marcha. Este seguimiento debería servir para evaluar la eficacia de las medidas implantadas, para poder controlar el cumplimiento de los objetivos, para ayudar a definir nuevos objetivos en este campo, para contribuir a definir e implantar nuevas medidas, etc.

Por ello, la Comisión Europea en el mencionado plan de acción para la promoción de la Economía Circular, adquirió el compromiso de definir un marco de seguimiento de este plan que fuera sencillo de aplicar pero también efectivo en la medición de resultados y que se acabó concretando en una circular de la Comisión al Parlamento Europeo. (Comisión Europea, 2018)

Este marco consta de 10 indicadores, algunos de ellos divididos en varios subindicadores, y trata de utilizar fuentes disponibles de manera que su cálculo sea sencillo. Aproximadamente la mitad de los indicadores proceden de datos de Eurostat que los elabora, otros son elaborados por el Centro Común de Investigación (CCI) y la Dirección General de Mercado Interior, Industria, Emprendimiento y PYME (DG GROW) y uno último, sobre Patentes, procede, obviamente, de la Oficina Europea de Patentes.

Una visión global de los indicadores la tenemos en este cuadro, aunque los iremos analizando posteriormente.

Estos 10 indicadores de Economía Circular de la UE (Ilustración 4) se dividen en 4 grandes áreas temáticas:

Marco de seguimiento de la economía circular



Ilustración 4: Visión global de los indicadores de Economía Circular de la UE.

Fuente: Comisión Europea

Producción y Consumo: tanto la producción como el consumo son básicos para disminuir la generación de residuos y para conseguir una mayor autosuficiencia de materias primas críticas. Los índices que miden esta área temática son:

- 1. “Autosuficiencia de materias primas para la producción en la UE” Se mide en porcentaje.
- 2. “Contratación Pública Verde” (reflejando aspectos financieros). Se mide en porcentaje sobre volumen total.
- 3 a-c. “Generación de Residuos” (reflejando aspectos de consumo y calculando cifras per cápita, por unidad de PIB y por consumo de material doméstico). Se mide el a) en Kg/per cápita, el b) en Kg/€ y el c) en porcentaje



- 4. “Desechos alimentarios”. Se mide en Kg/per cápita

Gestión de residuos: buscan medir el reciclaje y la reutilización de los residuos en el proceso productivo generando valor. Contempla dos indicadores:

- 5 a-b. “Tasa de reciclaje” (proporción de residuos que se reciclan, tanto municipales como ajenos a las ciudades). Ambos se miden en porcentajes.
- 6 a-f. “Flujos de residuos específicos” (envases, biológicos, electrónicos, etc). Todos se miden en porcentaje, salvo el 6 e), Tasa de reciclaje de biorresiduos, que se mide en Kg/per cápita.

Materias primas secundarias: los materiales y productos deben reintroducirse en la economía en forma de nuevos materiales o bienes. De nuevo, consta de dos indicadores diferenciados:

- 7 a-b. “Contribución de materiales reciclados a la demanda de materias primas” (tanto de entradas al final de su vida útil como tasa de uso de material circular). Se miden en porcentaje.
- 8. “Comercio de materias primas reciclables entre los estados miembros de la UE y el resto del mundo” (incluye importaciones de países ajenos a la UE, exportaciones a países no estadounidenses y comercio intracomunitario). Se miden en Millones de € o Miles de Toneladas.

Competitividad e innovación: la circularidad en la economía debe contribuir a la generación de puestos de trabajo y al crecimiento económico. Dos indicadores visibilizan esta área:

- 9 a-c. “Inversiones privadas, empleo y valor agregado bruto” (recoge inversión bruta en bienes tangibles, porcentaje del empleo total y porcentaje del PIB a precios corrientes). Se miden en porcentaje.
- 10. “Patentes relacionadas con el reciclaje y las materias primas secundarias como proxy de la innovación”. Se miden en número de unidades.

Un indicador que puede servir de muestra clara de la situación es, dentro del área de Producción y Consumo, el de “generación de residuos municipales per cápita” que se expresa en Kg/per cápita. Mide los residuos que recogen las autoridades municipales o terceros en nombre de estas, y que eliminan a través de la gestión de residuos de forma circular, y que pueden proceder tanto de los hogares como de los comercios o de las oficinas e instituciones. Cuanto mayor sea el valor de este indicador, mayor será la contribución a la transformación del modelo económico, ya que indicará que un número creciente de residuos se retorna al sistema productivo y no acaba en vertederos o en incineración.

También puede ser muy representativo el de “gestión de residuos” que refleja la cantidad de residuos tratados en comparación con la totalidad de residuos municipales recogidos. Cuanto más elevado sea el valor que alcance, en mejor situación estará la economía en relación con su circularidad.

El seguimiento de estos indicadores se muestra al público en una página web de Eurostat, con el siguiente formato mostrado en la Ilustración 5:



Ilustración 5: Marco de monitoreo de Indicadores de Economía Circular UE

Fuente: Sitio web de Eurostat

Estos Indicadores de Economía Circular UE se pueden transformar en ratios y mostrar de forma gráfica la situación, por ejemplo, en el campo del reciclado (correspondiente al Indicador Flujo de Residuos Específicos).

Además, y siguiendo con la posibilidad de ofrecer información de forma gráfica, Eurostat ha desarrollado una herramienta interactiva que permite visualizar el flujo de materiales en forma de diagrama (Ilustración 6) y que se puede diseñar a medida por país, por año, por tipo de material, ...).

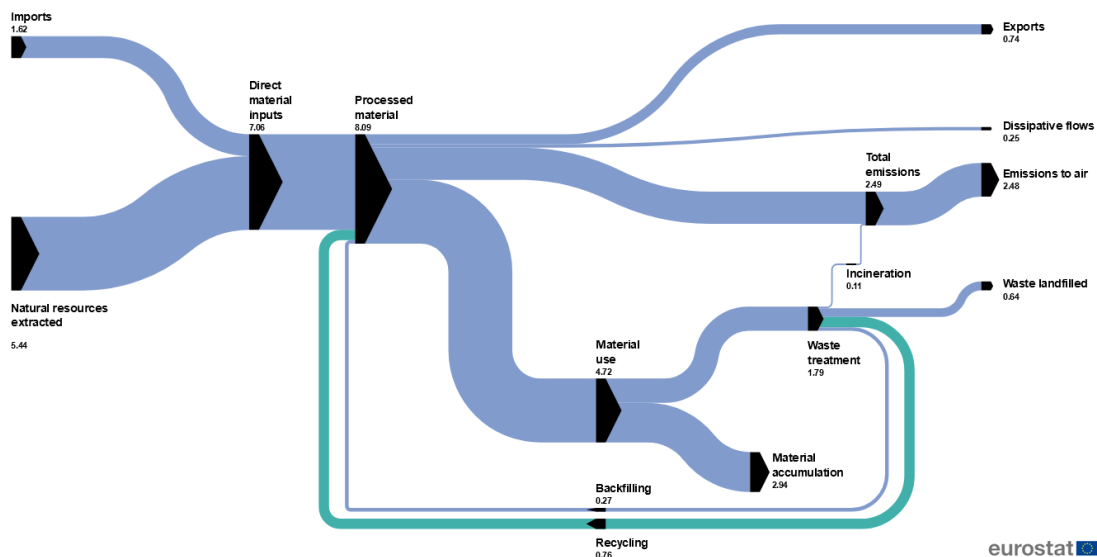


Ilustración 6: Diagrama de flujos de materiales

Fuente: Eurostat

El seguimiento de estos indicadores y con ellos de la transformación de la sociedad, no es una tarea sencilla. No sólo se trata de analizar un cambio sistémico, sino que tampoco existen indicadores universalmente aceptados sobre la circularidad y, además, existen diferencias en los métodos de cálculo entre los diferentes países miembro.

Estos indicadores se contrastan con los objetivos planteados para verificar el grado de cumplimiento real. Por ejemplo, en 2017 la Comisión planteó en su “Circular Economy Package” los siguientes objetivos a cumplir en 2025 y que son jurídicamente vinculantes y que aún están en vigor: (Comisión Europea, 2018)



- Reciclar el 70% de los metales ferrosos y residuos de vidrio.
- Reciclar el 65% de los envases.
- Reciclar el 75% del papel y cartón.
- Reciclar un 50% de residuos plásticos y del aluminio.
- Reciclar un 25% de la madera.

Y estos objetivos son más ambiciosos todavía para 2030:

- Reciclar el 80% de los metales ferrosos.
- Reciclar el 75% de los residuos de vidrio.
- Reciclar el 70% de los envases.
- Reciclar el 80% del papel y cartón.
- Reciclar un 55% de residuos plásticos.
- Reciclar el 60% de los residuos del aluminio.
- Reciclar un 30% de la madera.

3.2 Índice compuesto de Economía Circular

Estos índices son muy representativos de la situación de los países miembro en relación con la Economía Circular, pero cada vez hay más demanda de generar indicadores agregados/compuestos, que reflejen de forma sencilla y global la situación, de manera que facilite la comunicación y el entendimiento generalizado de la situación de cada país.

Existen algunos avances en el desarrollo de estos Índices compuestos, pero no hay una solución aceptada de forma generalizada. Para ello se utiliza la técnica TOPSIS (“Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution”), que se basa en que es deseable que un factor o elemento concreto se encuentre lo más cerca posible de su situación ideal (por ejemplo, que se reciclen el 100% de los residuos) y lo más lejos posible de su situación peor o anti-ideal (por ejemplo, que no se recicle ningún residuo). (Yoon & Hwang, 1981)

Sobre esta base, se define un índice de proximidad relativa respecto del ideal (llamado de Similaridad) combinando la cercanía con el ideal y la lejanía con respecto del anti-ideal, dándole un valor entre 1 (máxima cercanía del ideal) y 0 (máxima cercanía del anti-ideal).

Evidentemente, hay indicadores frente a los que es muy fácil establecer el ideal y el anti-ideal (el ejemplo del reciclaje de residuos) y otros en los que es más difícil y subjetivo, como, por ejemplo, cuántos kg de residuos por persona serían los deseables y cuál sería la cantidad que indicaría una pésima situación respecto a dicho indicador.

En esta técnica, como en cualquiera que acabe definiendo un índice agregado o compuesto, un elemento crítico es el peso relativo que se dé a los diferentes factores. Normalmente se aplica un criterio subjetivo del investigador, pero también se utiliza el método “CRITIC” (“Criteria Importance Through Intercriteria Correlation”) que establece el peso en función también de la correlación que existe entre los diferentes factores, es decir, de cuánto influyan unos con otros. (Diakoulaki et al., 1995)

Aplicando esta técnica, se están utilizando habitualmente las siguientes tres opciones que corresponden a tres perspectivas de la sostenibilidad: débil, limitada o fuerte:

- Índice compuesto de Economía Circular débil (WCEI). Parte de una sostenibilidad débil y permite la sustitución ilimitada entre indicadores que reflejan la Economía Circular.
- Índice compuesto de Economía Circular limitada (LCEI). Parte de una sostenibilidad limitada y permite la sustitución parcial de alguno de los indicadores.
- Índice compuesto de Economía Circular fuerte (SCEI). El marco es una sostenibilidad fuerte y no permite ni la sustitución ni la compensación de ninguno de los indicadores.



El que más se está aplicando es el primero (WCEI) tomando como base los indicadores de la Unión Europea.

Un interesante esfuerzo en avanzar en este índice compuesto es el elaborado por García, Hilario, Pla y Salas en “A Process Oriented MCDM Approach to Construct a Circular Economy Composite Index”, en 2019, y que utilizaremos para realizar una comparación de la situación entre los diferentes países europeos. (García Bernabeu et al., 2020)

Este índice compuesto analiza la situación de los diferentes países europeos, a los que se suma el Reino Unido, desde las tres perspectivas antes descritas: LCEI, SCEI y WECEI.



Capítulo 4. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

4.1 Relación con los indicadores

La Economía Circular se propone mejorar el desarrollo humano partiendo de un respeto del entorno natural a través del máximo aprovechamiento posible de los materiales transformados y de los productos fabricados y, de esta manera, minimizando los residuos.

Por otro lado, en 2015, los principales líderes mundiales se comprometieron a adoptar y respetar una serie de objetivos globales que buscaban terminar con la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad duradera para todos. Finalmente, estos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) se concretaron en 17. Entre ellos, destaca la voluntad de enfrentarse a la generación excesiva de recursos por su negativo impacto sobre la sociedad, la economía y el medio ambiente.

Por tanto, se puede decir con toda propiedad que desarrollar la circularidad en la economía es un medio perfecto para poder alcanzar los ODS o una parte sustancial de los mismos.

Ambos sistemas comparten un objetivo común que podría definirse como garantizar la prosperidad de la sociedad a través de la óptima gestión de los recursos y de la preservación del planeta.

Los ODS son complementarios entre sí y abordan 5 áreas clave para conseguir la sostenibilidad (las 5P en inglés y casi en castellano):

- Personas (persons).
- Planeta (planet).
- Prosperidad (prosperity).
- Paz (peace).
- Alianzas (partners).

Los ODS se muestran gráficamente a continuación en la Ilustración 7 y posteriormente se explican identificando su vinculación con la Economía Circular.



Ilustración 7: Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Fuente: ONU

- **Objetivo 1: Fin de la pobreza.** Para conseguirlo, la Economía Circular aporta los empleos verdes y la puesta en valor de los residuos, contribuyendo a reducir desigualdades económicas a la vez que la contaminación, que también acaba siendo un factor de desigualdad.
- **Objetivo 2: Hambre cero.** Todas las medidas destinadas a reducir el desperdicio alimentario, y también a la producción de alimentos de calidad y a la agricultura sostenible, deben contribuir a la reducción del hambre en el mundo.
- **Objetivo 3: Salud y Bienestar.** La disminución de la contaminación a partir de la reducción de las emisiones y de la adecuada gestión de los residuos, se vincula directamente con la mejora de la salud y bienestar humanos.
- **Objetivo 4: Educación de calidad.** La población ubicada en medios rurales tiene un peor acceso a la educación, pero suele mostrar unos hábitos más claramente sostenibles y, por tanto, puede estar en mejor disposición de acceder al empleo verde recibiendo la adecuada capacitación para su inserción laboral. De todas formas, es de los objetivos que menos directamente se vinculan con la Economía Circular.
- **Objetivo 5: Igualdad de género.** Tampoco es un objetivo que se afronte de manera directa en la circularidad.



- **Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento.** En este caso, la relación es directa, ya que en ambos casos se busca el aumento del uso eficiente de los recursos hídricos y el tratamiento y reciclado de las aguas utilizadas.
- **Objetivo 7: Energía asequible y no contaminante.** También se contempla en ambos casos el uso de energías limpias y renovables.
- **Objetivo 8: Trabajo decente y crecimiento económico.** La Economía Circular permite generar actividad económica verde y, por tanto, empleos vinculados con la sostenibilidad y sobre ello, contribuir al crecimiento económico.
- **Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructura.** En la Economía Circular, la industria debe reinventarse a través de la innovación para conseguir infraestructuras y procesos más eficientes y que generen menos residuos.
- **Objetivo 10: Reducción de las desigualdades.** La Economía Circular vincula economía, sociedad y medio ambiente, lo que puede ayudar a generar oportunidades para todos, aunque no de forma tan directa como en otros casos.
- **Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles.** Se puede lograr a través de la Economía Circular, tanto en la construcción sostenible de edificios eficientes en cuanto al consumo de energía como en la gestión de los residuos municipales.
- **Objetivo 12: Producción y consumo responsables.** Esta es la base de la Economía Circular, que busca producir con los menores recursos nuevos posibles y fomentar el consumo con criterios de sostenibilidad.
- **Objetivo 13: Acción por el clima.** Una gran parte de las acciones de la Economía Circular están vinculadas directamente con el clima porque ayudan a mitigar la contaminación.
- **Objetivo 14: Vida submarina.** La reducción de residuos y de vertidos al mar y las acciones de restauración del medio natural inciden directamente en este objetivo.
- **Objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres.** De igual manera, este objetivo se contribuye a obtener a partir de la gestión de residuos, de la minimización de materiales lo que incide en menor necesidad de extracción de la naturaleza, en la práctica de una agricultura eficiente y sostenible y en la regeneración de espacios naturales.



- **Objetivo 16: Paz, justicia e instituciones sólidas.** Se infiere de las acciones a poner en marcha para conseguir la circularidad, especialmente en lo que se refiere al indicador de Contratación Pública Verde.
- **Objetivo 17: Alianzas para lograr los objetivos.** La Economía Circular sólo se puede conseguir con alianzas que involucren a todos los agentes y grupos de interés afectados (fabricantes, proveedores, consumidores, instituciones y sociedad en general).

En la siguiente Tabla 1 mostramos los indicadores más directamente relacionados con cada Objetivo de Desarrollo Sostenible.

	Ind 1	Ind 2	Ind 3	Ind 4	Ind 5	Ind 6	Ind 7	Ind 8	Ind 9	Ind 10
ODS 1	x			x					x	
ODS 2			x	x						
ODS 3			x			x				
ODS 4										
ODS 5										
ODS 6			x		x	x				x
ODS 7	x				x		x	x	x	x
ODS 8		x							x	
ODS 9		x				x	x		x	x

ODS 10	x	x								
ODS 11	x	x	x	x	x	x			x	x
ODS 12			x	x	x	x	x	x		x
ODS 13	x	x	x	x	x	x	x	x		x
ODS 14		x	x			x			x	x
ODS 15	x	x	x	x	x	x	x		x	x
ODS 16		x								
ODS 17	x								x	

Tabla 1: Vinculación ODS con Indicadores de Economía Circular

Fuente: Elaboración Propia

Vemos que existe bastante vinculación entre ambos conceptos, aunque en cuanto a normalización y según la norma UNE (Organismos de Normalización), el cumplimiento de los indicadores de Economía Circular donde incide de manera específica y directamente extrapolable es en los siguientes ODS (U.N.E., 2022):

- ODS 6: Agua limpia y saneamiento
- ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico
- ODS 9: Industria, innovación e infraestructura
- ODS 13: Acción por el clima
- ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres

4.2 Comparativa europea en términos de ODS

En teoría, la Agenda 2030 y los ODS son parte sustancial del programa de trabajo de la Comisión Europea.

Sin embargo, ¿hasta qué punto está cumpliendo Europa con los Objetivos de Desarrollo Sostenible que hemos reflejado en el apartado anterior? Aunque más adelante analizaremos la evolución de los indicadores, éstos se refieren a la Economía Circular, muy vinculada con el desarrollo sostenible, pero que mide parámetros diferentes.

En esta línea, Eurostat realiza un informe periódico bastante objetivo y nada tendencioso, donde monitoriza la evolución del continente en relación con los ODS (Eurostat, 2022). Según este informe, la evolución durante los últimos 5 años (o período aproximado del que se tienen datos) de los diferentes objetivos en Europa, se muestra en la Ilustración 8:

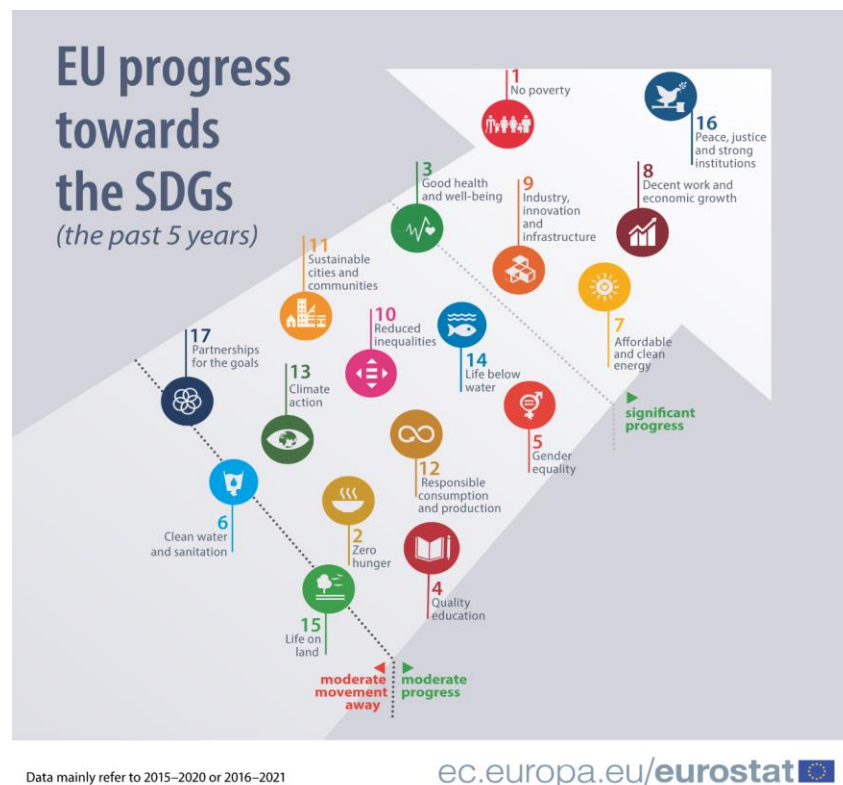


Ilustración 8: Evolución de los diferentes ODS en Europa entre 2017-2022.

Fuente: Eurostat

Podemos constatar que hay un cumplimiento desigual, con unos Objetivos en los que el desarrollo es significativo (los que están cerca de la punta de la flecha), otros con desarrollo

moderado, y algunos en límite del retroceso. El análisis específico de cómo ha evolucionado el cumplimiento de cada uno de los ODS en la Unión Europea, se recoge en el Anexo 7.

En cuanto al análisis por países para realizar una comparativa en relación con su grado de cumplimiento, nos basaremos en el “Sustainable Development Report” elaborado por la “Sustainable Development Solutions Network”, una red de referencia que se compone por universidades, administración pública, centros de investigación, empresas y sociedad civil (SDSN, 2022).

SDSN elabora un índice compuesto (EU27 SDG Index) que mide de forma agregada el comportamiento de países y regiones económicas sobre una base 100. En este informe, el resultado de los países europeos se muestra en la Tabla 2:

PAÍSES AVANZADOS (más de 5% sobre media EU – 72 puntos)		PAÍSES EN LA MEDIA (+- 5% sobre la media EU – 72 puntos)	
País	Puntuación	País	Puntuación
1-Finlandia	81,7	5-Alemania	74,8
2-Suecia	80,6	6-República Checa	74,2
3- Dinamarca	79,2	7-Eslovenia	74,0
4-Austria	78,2	8-Estonia	73,2
PAÍSES REZAGADOS (menos de 5% sobre media EU – 72 puntos)		9-Francia	73,1
País	Puntuación	10-Polonia	72,4
22-Lituania	66,1	11-Irlanda	72,2
23-Grecia	65,7	12-Bélgica	71,7
24-Malta	64,9	13-Países Bajos	71,6
25-Rumanía	63,4	14-Croacia	70,7
26-Chipre	60,7	15-Portugal	70,6
27-Bulgaria	60,7	16-Italia	70,6
		17-Eslovaquia	70,2
		18-España	70,1
		19-Hungría	69,9

20-Letonia	69,5
21-Luxemburgo	68,7

Tabla 2: Resultados en el EU27 SDG Index sobre cumplimiento de los ODS (2022).

Los países nórdicos (a los que habría que añadir Noruega, que no pertenece a la UE27), junto con Austria destacan muy positivamente en el cumplimiento de los ODS, al igual que unos pocos países (la mayoría socios relativamente recientes de la UE) destacan por lo contrario. Pero casi dos tercios de los países se encuentran en un rango de +/- 5% sobre la media comunitaria, lo que indica una razonable armonización en el continente.

Si analizamos las cifras a nivel mundial, en el ranking de países en cumplimiento de los ODS, tenemos que esperar al número 19 (Japón) para encontrar uno que no sea europeo (perteneciente o no a la Unión), lo que da idea de la potencia y liderazgo del continente en el desarrollo sostenible.

España se encuentra por debajo de la media comunitaria, aunque ha ido mejorando en su cumplimiento como toda la Unión Europea. La evolución de nuestro país frente a la evolución media europea en cada ODS se puede visualizar en la siguiente Ilustración 9:

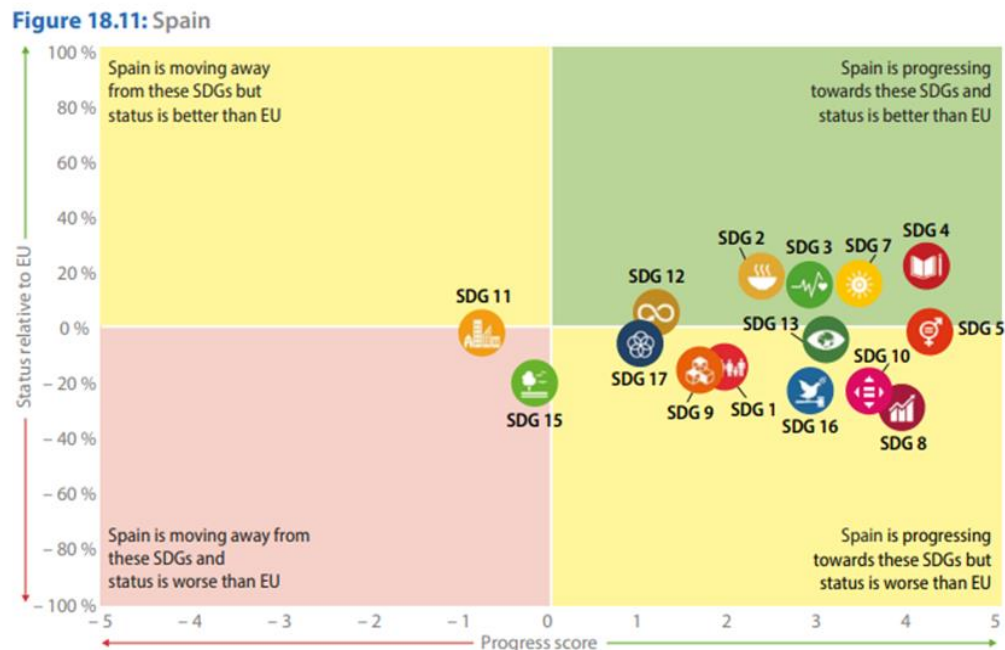


Ilustración 9: Evolución de España frente a la media comunitaria en cada ODS. 2022.

Fuente: Eurostat



Donde España se encuentra peor y va disminuyendo en los ODS, es en el 11 (Ciudades y comunidades sostenibles) y en el 15 (Vida de ecosistemas terrestres) y, en ambos casos, por debajo de la media, especialmente respecto del segundo de estos objetivos.

En aquellos objetivos en los que progresa, lo hace por encima de la media en el 4 (Educación de calidad), 7 (energía asequible y no contaminante), 3 (Salud y bienestar), 2 (Hambre cero) y 12 (Producción y consumo responsables), por debajo de ella en 17 (Alianzas para lograr los objetivos), 9 (Industria, innovación e infraestructuras), 1 (Fin de la pobreza), 16 (Paz, justicia e instituciones sólidas), 10 (Reducción de las desigualdades), 13 (Acción por el clima), 5 (Igualdad de género) y 8 (Trabajo decente y crecimiento económico). No hay referencias sobre el 14 en nuestro país (Vida submarina).

Aunque habría que ponderar el peso de cada objetivo, la percepción es que la evolución de España, que es generalmente favorable, se va alejando paulatinamente de la evolución media comunitaria en cuanto al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU se refiere.



Capítulo 5. Comparativa Europea

5.1 Comparativa de las estrategias en términos sostenibilidad

Aunque existe un compromiso común y unas líneas de actuación definidas por la Comisión Europea, el desempeño de los diferentes países de la Unión es diferente y no necesariamente convergente.

En los siguientes apartados analizaremos la evolución de los indicadores de Economía Circular elaborados por Eurostat, focalizando la atención en las siguientes economías:

- **España**, con el fin de contrastar la realidad de nuestro país en comparación con otras naciones.
- **UE27**, es decir, la media de desempeño de la eurozona en cada uno de los indicadores.
- **Finlandia**, como país puntero en el mundo en desarrollo sostenible.
- **Alemania**, como primera economía europea y auténtico referente en cada comparación que se realice.
- **Italia**, con una economía más similar a la española.

Vamos a explicar a grandes rasgos las diferentes legislaciones en cada una de las economías seleccionadas con la finalidad de comprender a posteriori los análisis realizados.

En primer lugar, Finlandia ha estado a la vanguardia de la promoción y aplicación de los principios de la Economía Circular y, como tal, cuenta con un amplio marco jurídico para apoyar estos esfuerzos, a continuación, presentamos algunos de los actos más destacables de este país:

- Ley de Residuos

La Ley de Residuos establece el marco jurídico para la gestión de residuos en Finlandia. Establece las responsabilidades de los productores y consumidores de residuos, así como de las autoridades de gestión de residuos.

Son las localidades las responsables de recoger los residuos separados por los diferentes tipos. Por ejemplo, en Helsinki, los edificios que cuentan como mínimo 20 viviendas están obligados a disponer de los diferentes contenedores para su correcto reciclaje, los cuales son



de basura orgánica, papel, vidrio, artículos de metal y de basura no selectiva. (Anna Ruohonen, 2019)

- Decreto de envases

Este decreto tiene como principal objetivo garantizar que los envases sean lo más respetuosos posible con el medio ambiente y que puedan reutilizarse o reciclarse fácilmente.

- Responsabilidad ampliada del productor (RAP)

La RAP es un instrumento político que responsabiliza a los productores del impacto medioambiental de sus productos a lo largo de todo su ciclo de vida. Finlandia ha implantado la RAP en varias categorías de productos, como envases, pilas y equipos electrónicos. (Ecoembes, 2022)

En segundo lugar, si analizamos algunas de las medidas tomadas por Alemania, podemos destacar que ha puesto en marcha varias medidas legislativas con la finalidad de mantener los recursos y materiales en uso el mayor tiempo posible, reducir los residuos y minimizar la extracción de materias primas del medio ambiente. Algunas de estas medidas son:

- Reciclaje en circuito cerrado

Alemania se ha fijado el objetivo de alcanzar una tasa de reciclaje del 63% de los residuos municipales para 2022. Para lograrlo, el país ha implantado un sistema de reciclaje de "circuito cerrado", que exige a los fabricantes que se responsabilicen de la recogida y eliminación de sus productos al final de su vida útil. Esto incluye desde productos electrónicos hasta materiales de embalaje.

- Diseño de productos

Se han introducido medidas para animar a los fabricantes a diseñar productos más fáciles de reparar y reciclar. Por ejemplo, el país ha establecido requisitos para el etiquetado de los materiales utilizados en los productos, lo que facilita a los recicladores su clasificación y procesamiento.

- Responsabilidad ampliada del productor (RAP)

Con el sistema alemán de responsabilidad ampliada del productor (RAP), los fabricantes están obligados a pagar por la recogida y eliminación de sus productos al final de su vida útil.



Esto supone un incentivo para que los fabricantes diseñen productos más sostenibles y les anima a incorporar materiales reciclados a sus procesos de producción.

En tercer lugar, encontramos a Italia, en la cual es importante destacar las siguientes leyes y reglamentos que ha aplicado para promover la Economía Circular en el país.

- Plan Nacional de Gestión de Residuos

Establece las directrices para la prevención, reducción y gestión de residuos. Este plan promueve los principios de la Economía Circular, incluyendo la reducción de la generación de residuos, la reutilización de materiales y productos, y el reciclaje de residuos. (Nicolás Fuster, 2021)

Asimismo, Italia ha introducido una serie de incentivos financieros y planes de apoyo para fomentar la adopción de prácticas de Economía Circular. Por ejemplo, las empresas que invierten en ecodiseño y en el uso de materiales reciclados pueden recibir desgravaciones fiscales y otros incentivos financieros.

Finalmente, nos encontramos con España, país del cual ya se ha comentado la situación actual en términos de medidas para incentivar la Economía Circular en el capítulo 2.3 anterior.

Para realizar el siguiente análisis tomaremos aquellos índices que puedan mostrar un comportamiento diferenciado y no aquellos que reflejan la situación de la U27 en su conjunto respecto del exterior, como por ejemplo la autosuficiencia de la Unión en determinados materiales, y también los conceptos más representativos en cada caso, como la basura municipal per cápita, sin diferenciar en función de si contiene o no contiene minerales pesados.

Esta comparación se basará en los datos existentes, pero, en algunos casos, o bien las series temporales aún no son suficientemente largas o todavía faltan datos en algunos indicadores o son incompletos, por lo que debe considerarse una aproximación que debería refinarse conforme se vayan filtrando y puliendo los datos de partida.

Además de la comparación en los datos individualizados, se realizará una comparativa según el índice compuesto planteado en “A Process Oriented MCDM Approach to Construct a Circular Economy Composite Index”, ya mencionado. (García Bernabeu et al., 2020)

Comparativa por indicador

Iremos viendo la situación de los principales indicadores en los países de la muestra y en el total de la UE27, comparando la evolución entre los años de los que se disponga de datos de todos.

La basura o desechos generados (basura municipal per cápita), es un buen indicador de cómo se está desarrollando la aplicación de la filosofía de la Economía Circular (Ilustración 10). Todo aquello que acaba en vertederos desde los hogares, supone restos de comida que no se aprovechan en otras recetas, o envases que no se reutilizan, ropa que no se mantiene en uso o aparatos electrónicos que no se reparan, entre otros ejemplos. La situación de este indicador y, sobre todo, su evolución en el tiempo supone un buen estudio.

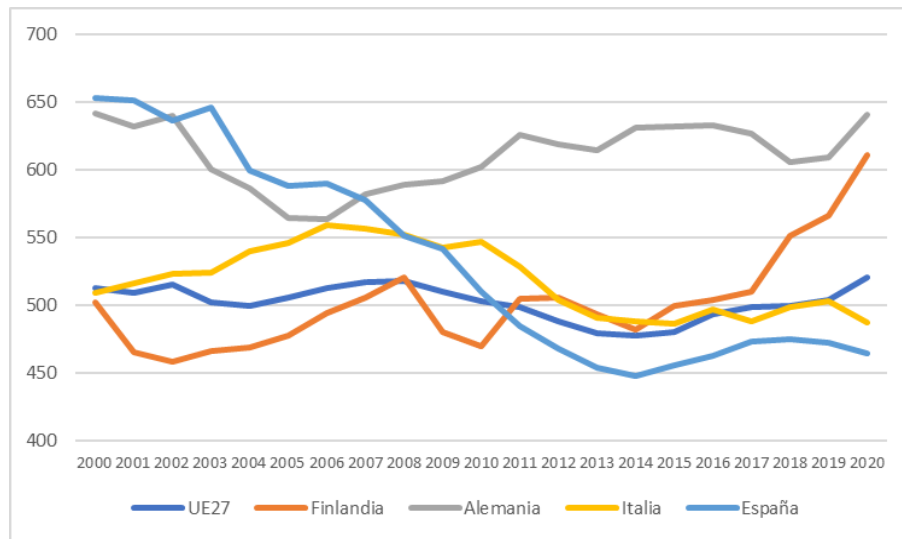


Ilustración 10: Basura municipal per cápita (Kg)

Fuente: Eurostat

A nivel europeo, el dato de este indicador no es alentador, ya que se mantiene estable pero no mejora de manera apreciable. Sin embargo, la evolución ha sido dispar entre los miembros de la muestra.

En el último año con datos disponibles de todos los países y agregados para toda la Unión (2020), España generaba 464 K/pc, por 521 en la UE27, 611 de Finlandia, 641 de Alemania y 487 de Italia. En la generación de residuos o basuras per cápita en el entorno municipal, curiosamente Alemania y Finlandia, dos de los referentes mundiales en el campo de la sostenibilidad, han seguido una trayectoria negativa, especialmente en los últimos años, mientras que España, que era el país que más residuos generaba en el año 2000 (653 Kg/pc) ha pasado a tener el mejor comportamiento de toda la muestra en 2020.

Si vemos la Tasa de Variación Acumulada, la producción de basura per cápita en Kg de España, ha descendido a una tasa del 1,5% anual en estos 21 años, mientras que la media de la UE27 ha aumentado muy ligeramente (0,1% anual), lo que refleja que las políticas y medidas puestas en marcha en nuestro país han hecho efecto, pero queda mucho camino por recorrer a nivel europeo.

La tasa de reciclaje municipal es otro indicador especialmente relevante para conocer la situación y evolución en este campo (Ilustración 11). Evidentemente, un objetivo debe ser generar menos residuos, pero los que inevitablemente se produzcan deben ser reciclados en la medida de lo posible para reducir su impacto negativo y, como en el caso anterior, la evolución en el tiempo marcará la perspectiva de si los objetivos van camino de cumplirse o no.

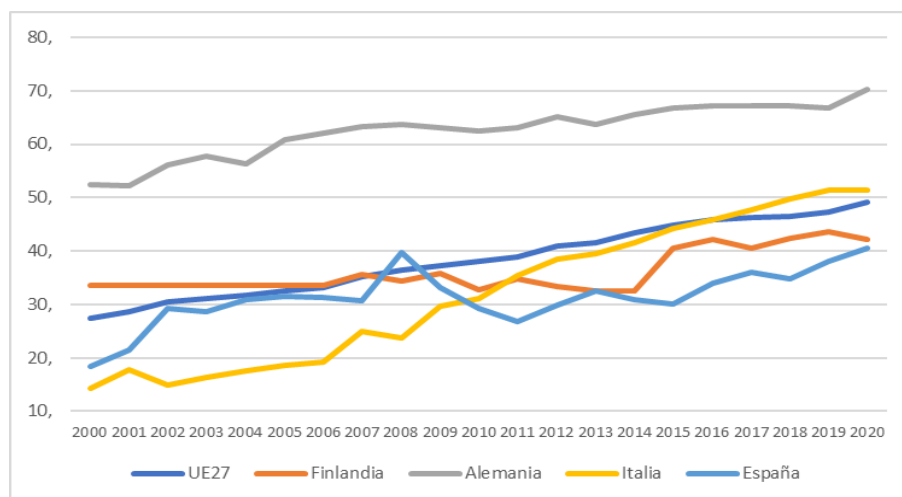


Ilustración 11: Tasa de reciclaje municipal (%)

Fuente: Eurostat

Los datos nos muestran una evolución positiva de Europa en general y de Alemania en particular, que supera el 70% (y siguió mejorando en 2021 hasta alcanzar el 71,1% de residuos municipales reciclados).

Destaca la positiva evolución de Italia, aunque lejos del país líder, ya que llega a superar el 50%. La media de la UE27 se queda algo por debajo de esta cifra y el comportamiento de España es claramente negativo, ya que es el peor país de todos los analizados con apenas el 40% de la basura reciclada.

Viendo la Tasa de Variación Acumulada, el porcentaje de reciclaje municipal en España ha crecido a una tasa del 3,1% anual frente al 2,7% anual de la media europea, así que, a pesar de las bajas cifras, la tendencia es ligeramente mejor y, por tanto, nuestro país va en un lento camino de convergencia.

La evolución de la tasa de reciclaje de todo tipo de envases (Ilustración 12) indica que prácticamente se cumple el objetivo previsto para 2025 de reciclar el 65% de los envases, ya que la media comunitaria es algo superior al 64%.

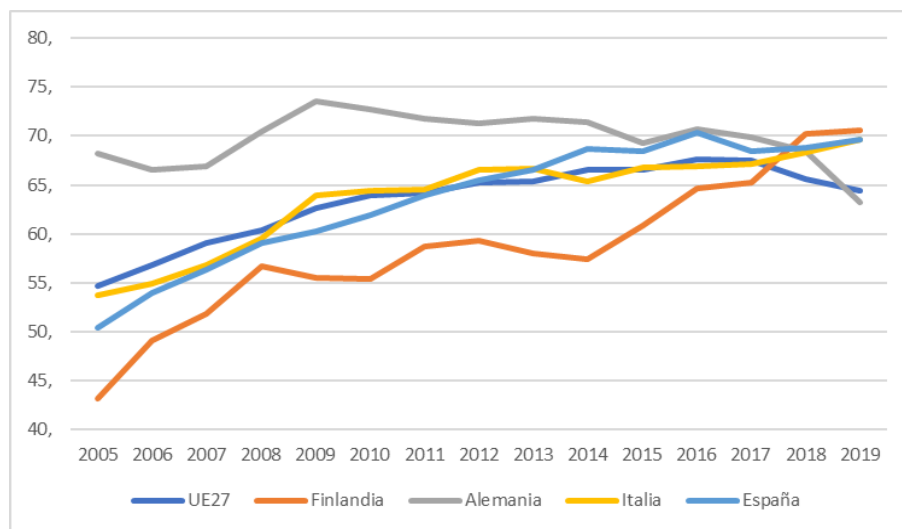


Ilustración 12: Tasa de reciclaje de todo tipo de envases (%)

Fuente: Eurostat

Llama la atención el deterioro progresivo de la situación en Alemania, que ha pasado del 78% en 2000 hasta el 63,2% en 2019, mientras que Finlandia partía del 40,8% hasta alcanzar el 70,6% en 2019.

En cuanto a España, la evolución ha sido especialmente positiva, desde el 50,4% en el año 2005 hasta el 69,6% (por encima del objetivo fijado) en 2019, con una Tasa de Variación Acumulada entre 2005 y 2019 del 1,9% anual, frente la tasa de la UE27, que sólo ha sido del 1% anual. Se vuelve a constatar el buen comportamiento relativo español hasta superar la media de toda la Unión.

En cuanto a la tasa de reciclaje de los plásticos podemos señalar la espectacular progresión española en un campo muy delicado por la enorme duración de los plásticos en la naturaleza antes de degradarse (Ilustración 13):

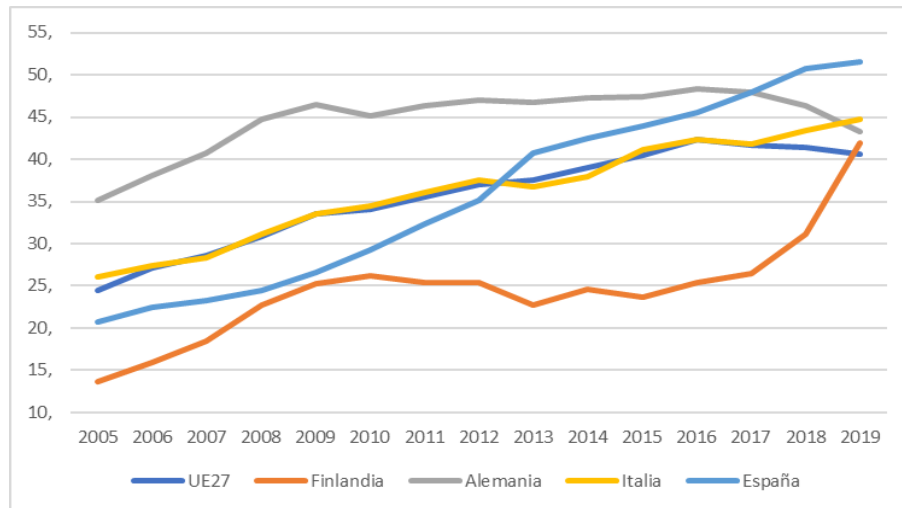


Ilustración 13: Tasa de reciclaje de envases de plástico (%)

Fuente: Eurostat

Encontramos a España que pasa de reciclar el 20,7% en 2005 hasta superar el 51% en 2019 y en posición de privilegio respecto al resto de la muestra. Esta mejora en términos de Tasa de Variación Acumulada ha sido del 5,7% anual desde 2005, claramente superior a la correspondiente a la media comunitaria que ha sido apenas del 2,7% anual en el mismo período.

En valores absolutos, Alemania vuelve a presentar una evolución negativa, sobre todo este último año, frente a la mejora de Italia y, sobre todo, Finlandia.

La tasa de uso de material circular (Ilustración 14) muestra que el panorama general no es especialmente positivo, con una evolución neutra o directamente negativa en el caso de Finlandia y España, aunque con la excepción de Italia a pesar de su último mal año.

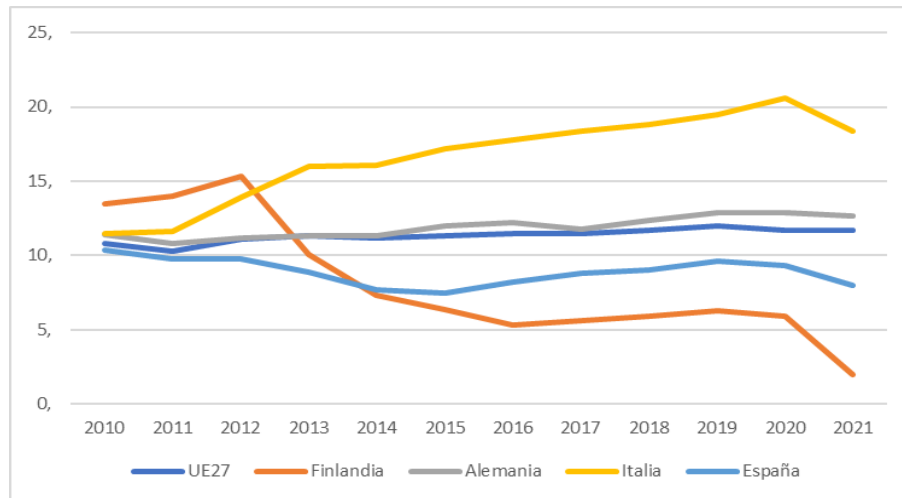


Ilustración 14: Tasa de uso de material circular (%)

Fuente: Eurostat

La Tasa de Variación Acumulada española en estos 12 años ha sido una caída del 2,2% anual, frente a una subida en el total de la unión de apenas el 0,7% anual. Está claro que se trata de un campo en el que queda mucho camino por recorrer.

La inversión en productos de Economía Circular (en términos de % sobre el PIB) publicada en Eurostat no incluye Finlandia, ya que no aporta datos en todos los años. La evolución de los datos de la media de la UE27 refleja una situación sin casi variación en los últimos años y, lo que es peor, representando un porcentaje del PIB muy escaso (Ilustración 15). España ha mejorado relativamente en este campo, aunque bajara en el último año disponible, pero sigue siendo el peor país de la muestra y estando claramente por debajo de la media comunitaria.

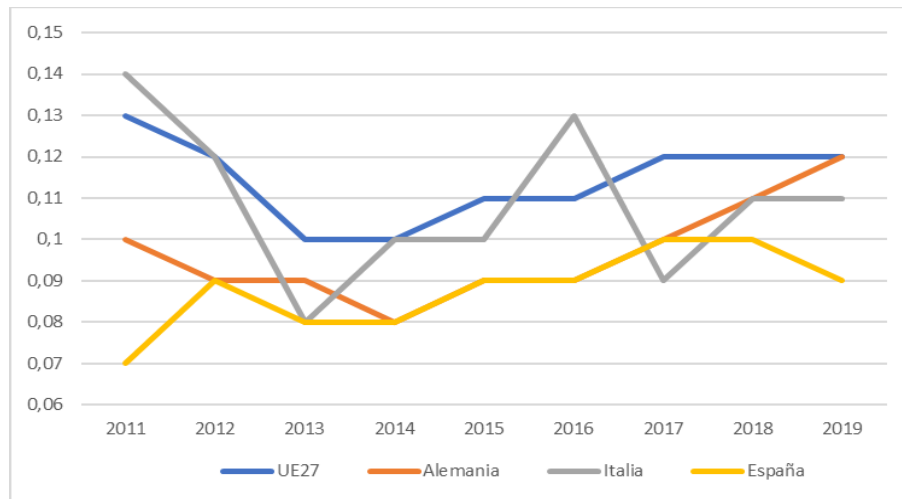


Ilustración 15: Inversión en productos de Economía Circular (% de PIB)

Fuente. Eurostat

Ha aumentado el peso de la Economía Circular en el total del PIB (Valor añadido al coste de los factores de la Economía Circular) en todos los países (vuelve a quedarse fuera Finlandia por falta de datos), a pesar de seguir representando una cifra baja (Ilustración 16), destacando especialmente la evolución de España, que ha tenido una Tasa de Variación Acumulada del 2,3% anual durante este período, frente a sólo el 0,2% en el total de la UE27.

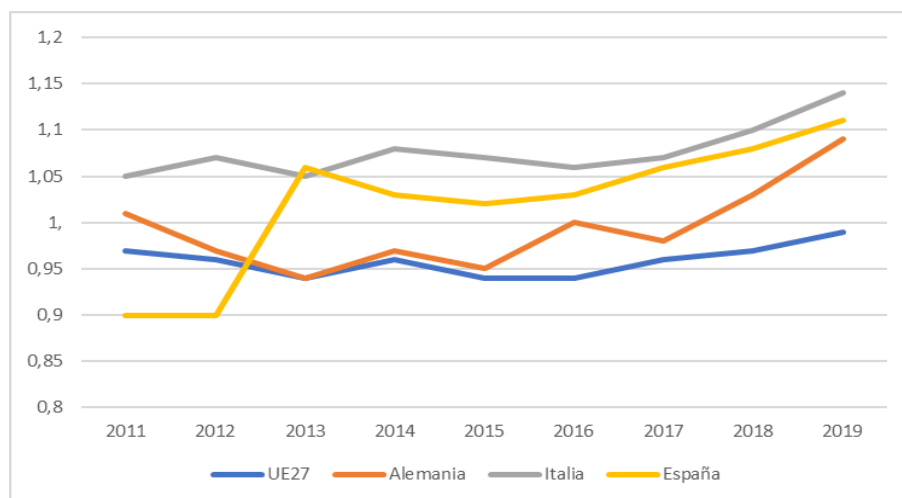


Ilustración 16: Valor añadido al coste de los factores de la Economía Circular (% de PIB)

Fuente: Eurostat

El valor económico de las patentes relacionadas con mitigación del cambio climático en tecnologías vinculadas con el tratamiento de aguas residuales o la gestión del agua se muestra en la ilustración 17. En este gráfico, no se incluyen los datos globales de la UE, porque al tratarse de un dato agregado, distorsiona la percepción de la evolución. En cualquier caso, el número de patentes en este campo en toda la Unión pasó de más de 259.000 en el 2000 a 295.000 en 2019, lo que no parece una evolución tan favorable (una Tasa de Variación Acumulada de apenas el 0,7% anual).

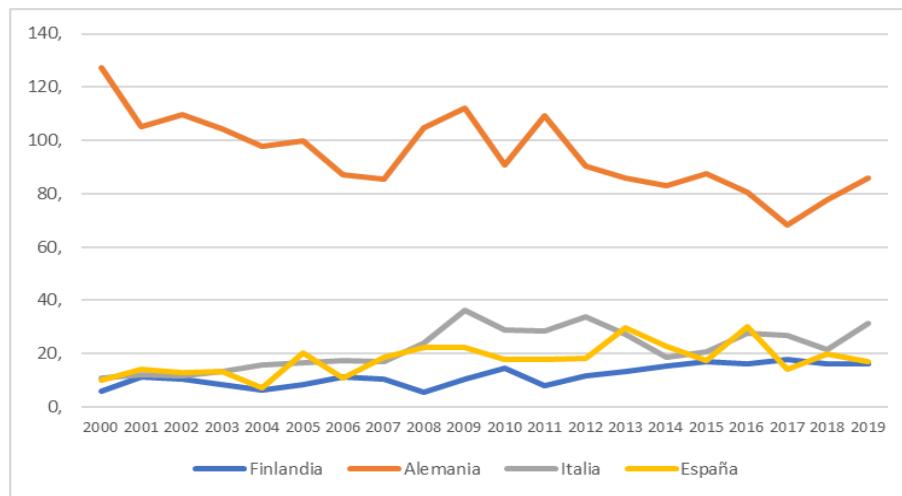


Ilustración 17: Patentes relacionadas con mitigación del cambio climático en tecnologías vinculadas con el tratamiento de aguas residuales o la gestión del agua (Número en miles)

Fuente: Eurostat

Entre los países individuales, Alemania destaca claramente sobre el resto, lo que muestra no sólo su potencia demográfica sino, sobre todo, su esfuerzo investigador. Aunque Italia se ha mantenido por encima de España en casi toda la serie, los datos españoles, salvo el último año, han estado bastante parejos con los del país transalpino, incluso por encima en alguna ocasión.

Viendo en conjunto la evolución de estos indicadores tan significativos, la imagen que obtenemos es poco nítida. Si bien es cierto que Alemania suele aparecer como el país más destacado, esto no es así en todos los casos y se observan importantes oscilaciones en el ranking de los países seleccionados y una situación cambiante en relación con la media comunitaria. Por tanto, es difícil conocer la situación global de cada país con el sumatorio de indicadores, por lo que es aconsejable revisar la situación del índice compuesto.

Ranking en índice compuesto (2020)

Como hemos señalado, vamos a tomar como referencia el Circular Economy Composite Index (García Bernabeu et al., 2020) que elaboró tres diferentes rankings en función de las tres perspectivas de la sostenibilidad: débil, limitada o fuerte que, como ya vimos, tienen las siguientes características:

- Índice compuesto de Economía Circular débil (WCEI). Parte de una sostenibilidad débil y en este índice se pueden sustituir indicadores que reflejan la Economía Circular de manera ilimitada.
- Índice compuesto de Economía Circular limitada (LCEI). Parte de una sostenibilidad limitada y, a diferencia del caso anterior, sólo se pueden sustituir algunos indicadores.
- Índice compuesto de Economía Circular fuerte (SCEI). El marco es una sostenibilidad fuerte y en este caso, no está permitida la sustitución de ninguno de los indicadores.

En función de estos índices, los rankings en la UE27 son los siguientes (datos 2019) de la Tabla 3:

Ranking	País	Puntuación
1	Alemania	67,04
2	Francia	59,74
3	Países Bajos	58,25
4	Italia	55,14
5	Bélgica	51,32
6	España	48,74
7	Austria	47,49
8	Dinamarca	46,74
9	Lituania	46,33
10	Eslovenia	44,89

Tabla 3: Puntuación y ranking del Índice compuesto de Economía Circular Débil UE27 (10 primeros países)

Fuente: A Process Oriented MCDM Approach to Construct a Circular Economy Composite Index (2020)



Alemania es el líder indiscutible en el campo de la Economía Circular a nivel europeo e Italia y España obtienen posiciones de privilegio (Tabla 4).

Ranking	País	Puntuación
1	Alemania	63,18
2	Italia	61,12
3	Bélgica	57,71
4	Países Bajos	56,21
5	Dinamarca	55,16
6	Lituania	53,77
7	Francia	53,09
8	España	52,27
9	Polonia	50,25
10	Austria	50,05

Tabla 4: Puntuación y ranking del Índice compuesto de Economía Circular Limitada UE27 (10 primeros países)

Fuente: A Process Oriented MCDM Approach to Construct a Circular Economy Composite Index (2020)

Seguimos en una situación parecida, con mayor valoración para Italia y algo peor para España, que se revierte en el caso de Economía Circular fuerte, como podemos ver en la siguiente Tabla 5.

Ranking	País	Puntuación
1	Alemania	68,54
2	Francia	68,06
3	España	56,88
4	Países Bajos	55,32
5	Italia	54,56
6	Austria	53,34

7	Finlandia	53,32
8	Dinamarca	53,30
9	Luxemburgo	53,26
10	Rep. Checa	52,03

Tabla 5: Puntuación y ranking del Índice Compuesto de Economía Circular Fuerte UE27 (10 primeros países)

Fuente: A Process Oriented MCDM Approach to Construct a Circular Economy Composite Index (2020)

España consigue una posición de privilegio que parecía impensable, lo que refleja la buena actuación relativa de nuestro país y el esfuerzo puesto en el cumplimiento de los objetivos comunitarios.

Como complemento de estas revisiones, comparamos el ranking dentro la UE27 de los países de referencia entre los índices compuestos de ODS y de Economía Circular en la Tabla 6.

País	Ranking ODS	Ranking Economía circular fuerte
Finlandia	1	7
Alemania	5	1
Italia	16	5
España	18	3

Tabla 6: Comparativa entre posición ranking ODS y Economía circular en UE27

Fuente: A Process Oriented MCDM Approach to Construct a Circular Economy Composite Index (2020) y SDSN

Dejando aparte que para hacer una comparación apropiada debe analizarse cómo se ha compuesto exactamente cada índice y qué peso tiene cada valor en su composición, parece claro que miden aspectos diferentes. Destaca que el líder mundial en sostenibilidad, Finlandia, obtenga la peor puntuación en la muestra de países analizada en el campo de la Economía Circular, aunque con menos distancia que la que tiene dicho país con Italia y España si nos referimos a ODS.

Por el contrario, nuestro país obtiene una excelente nota en Economía Circular, sólo un 17% inferior a Alemania y por encima de economías claramente más desarrolladas y que en cumplimiento de los ODS estaban muy por encima mientras que España no alcanzaba ni la media comunitaria.

5.2 Comparativa de Buenas Prácticas

La Unión Europea ofrece una plataforma que muestra las mejores prácticas del continente en materia de Economía Circular. Analizando por países, las buenas prácticas reconocidas por la UE en cada uno se muestran en la Tabla 7:

Ranking	País	Nº Buenas prácticas
1	Italia	121
2	Países Bajos	93
3	España	89
4	Bélgica	72
5	Francia	64
6	Alemania	61
7	Finlandia	32
8	Suecia	32
9	Portugal	31
10	Austria	23

Tabla 7: Buenas Prácticas de Economía Circular reconocidas por la UE por países (10 primeros)

Fuente: European Circular Economy Stakeholder Platform

La situación de privilegio española puede ser significativa, aunque que se reflejen buenas prácticas no es un sinónimo de buen comportamiento general de cada país. Un caso muy llamativo es el de Italia, que tiene un liderazgo muy destacado respecto del resto, pero también el de Países Bajos o Bélgica, que son economías con una dimensión mediana.

Por el contrario, Francia y sobre todo Alemania, que aparece como país más destacado en los índices compuestos de Economía Circular, muestran un número de experiencias destacables sorprendentemente bajos, lo que puede ser una buena muestra que la correlación entre buenas prácticas y buen comportamiento nacional es solamente relativa.

Estas buenas prácticas a nivel europeo se clasifican según los indicadores de la Economía Circular (Ilustración 18):

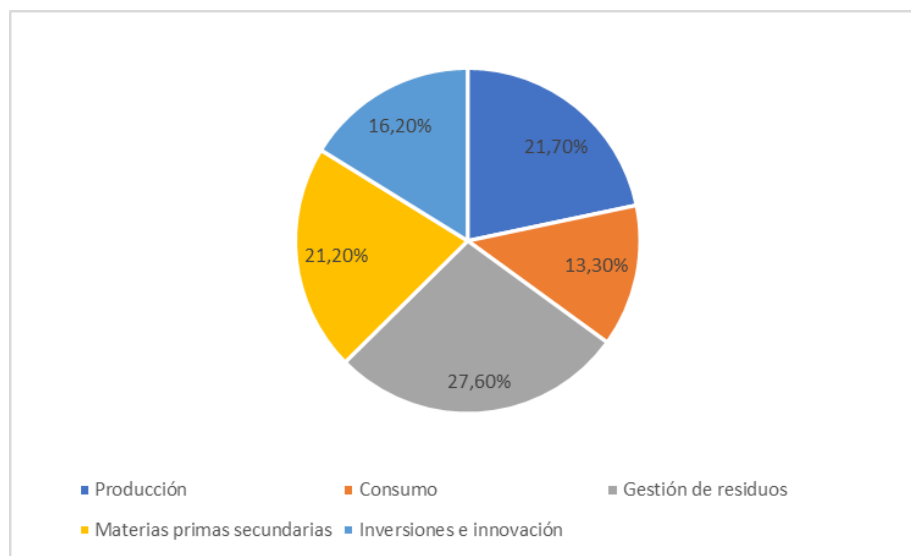


Ilustración 18: Buenas Prácticas de Economía Circular en la UE por campo de actuación

Fuente: European Circular Economy Stakeholder Platform

Aunque no existe una diferencia significativa, destacan los proyectos de Gestión de residuos como los más numerosos o más fácilmente reconocibles por la Unión.

La gran cantidad de buenas prácticas reconocidas (más de 1.300) hace difícil seleccionar alguna concreta para ilustrar cómo son estas actuaciones. Como ejemplo, hemos seleccionado las más reconocidas en España en cada campo, las cuales se describen a continuación:



Producción

Lucirmás. Se basa en el “upcycling” o superreciclaje, mediante el cual los productos antiguos se transforman en nuevos para ser utilizados de nuevo, incluso con más valor que el original. En este caso, el proyecto se centra en las botellas de vino. (Lucirmás, n.d.)

Lucirmás es un taller de diseño ubicado en Barcelona, que crea piezas de arte y, sobre todo, artículos funcionales como lámparas, vasos, jarras, etc. a partir del vidrio de las botellas de vino y en un proceso industrial de bajo impacto ambiental.

Este proyecto se desarrolla desde 2016 en colaboración con el Restaurante Celler de Can Roca y comercializa sus colecciones on line y a través de 9 tiendas físicas ubicadas en España, Alemania, Francia, Bélgica e Italia.

Consumo

Tropa Verde. Proyecto nacido en Santiago de Compostela en 2015, que trata de motivar comportamientos medioambientalmente responsables a través de un programa amigable de recompensas. (Tropa Verde, 2020)

La esencia del proyecto se basa en conectar tres elementos:

- La ciudadanía, cuyo comportamiento responsable se quiere fomentar.
- Los lugares de recogida donde depositar los residuos y que recompensan con puntos o estrellas.
- Los comercios y establecimientos de hostelería donde se canjean los puntos por productos o servicios, o descuentos respecto del precio marcado y que se convierten, por tanto, en copatrocinadores de la iniciativa junto con la administración local donde se ubican.

La plataforma lanza campañas concretas y destaca la destinada a los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) sobre los que hemos comentado, que se denomina “Larga vida a tus residuos electrónicos”.

Materias primas secundarias

Fibracat. Esta empresa ha desarrollado materiales absorbentes que utilizan celulosa procedente de desperdicios de papel, para su uso tanto en el sector de limpieza como en el de higiene, sobre todo en Centros de Salud. (Fibracat, n.d.)

Se implantó en Álava en 2013, y realiza un importante esfuerzo en I+D+i, sobre todo en el campo del reciclaje de materias primas y este proyecto es uno más en este campo de los que ha puesto en marcha a lo largo de estos años.

Gestión de residuos

Agroamb Prodalt. Se trata de una PYME gallega que trabaja en coordinación con numerosas explotaciones agrarias, en donde recoge residuos biodegradables tanto vegetales como animales y a través de un proceso de higienización con cal los convierte en fertilizantes orgánicos, convirtiendo un residuo en un recurso de valor.

Su proceso operativo se resume en la siguiente Ilustración 19:



Ilustración 19: Proceso operativo de Agroamb

Fuente: web de Agroamb (Agroamb Prodalt, n.d.)

Inversiones e innovación

BiosupPack. Es un proyecto de investigación desarrollado por AIMPLAS (Instituto Tecnológico del Plástico, ubicado en Valencia), que busca desarrollar soluciones de packaging de base biológica, novedosas, económicas y versátiles. (AIMPLAS, n.d.)

La base de partida son PHA (Polihidroxialcanoatos) que son poliésteres lineales producidos en la naturaleza a partir de la fermentación de azúcares o lípidos y que han demostrado muy buenas prestaciones para el envasado tanto de alimentos, como de cosméticos, productos de limpieza del hogar e incluso bebidas, sin generar impacto medioambiental negativo ni durante su uso ni cuando termina el mismo.

Se trata de una pequeña muestra de los interesantes proyectos públicos y privados que se están poniendo en marcha en nuestro país para el fomento de la Economía Circular, y que, por ello, han sido reconocidos como Buenas Prácticas europeas.



Dentro de estas buenas prácticas reconocidas para nuestro país, no hay ninguna en el campo de las TIC, pero, a título de ejemplo, podemos señalar algunos proyectos en el campo de la sostenibilidad en los que colabora el Instituto Tecnológico de Informática de la Comunidad Valenciana bajo la financiación del Instituto Valenciano de la Competitividad Empresarial (IVACE), que pueden ser considerados también buenas prácticas (ITI, 2023):

- **Proyecto BIGSALUD 4:** que busca a partir del análisis de datos y la inteligencia artificial, la optimización del sistema de salud, a través de la mejora en la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades crónicas, que son las responsables del 63% de las muertes en Europa.
- **Proyecto FOOD4ONE:** se trata de una plataforma digital desarrollada en colaboración con el Centro Tecnológico AINIA, para posibilitar la alimentación personalizada. A partir de esta plataforma se podrán poner en marcha servicios digitales avanzados en este campo, con gran impacto en los indicadores de salud.
- **Proyecto IMOLAB:** este proyecto se centra en la reducción del impacto ambiental del transporte en las ciudades a partir de la inteligencia dirigida a una movilidad conectada y sostenible. La primera fase se dirige a la creación de un laboratorio de movilidad inteligente como base necesaria para el desarrollo de soluciones innovadoras en este campo.
- **Proyecto 5 G SWARM:** contribuye al desarrollo de la Industria 4.0 a través de las transformaciones de los modelos clásicos de automatización en planta hacia producciones más flexibles y más fácilmente escalables sobre la base de la SWARM Manufacturing, o fabricación en enjambre.



Capítulo 6. Indicadores y medidas en el sector de las telecomunicaciones

6.1 Análisis de estrategias en el sector

En un contexto como el que hemos analizado, en el que la generación de residuos supone un problema medioambiental de primer orden y la falta de utilización de materiales y componentes de productos en desuso para producir nuevos es una muestra clara de ineficiencia productiva además de un acelerador de dicha generación de residuos, se señala a la industria de la tecnología en general, incluyendo las Telecomunicaciones, como una de las que más están contribuyendo a la explosión del desperdicio.

Por tanto, es conveniente poner el foco en este sector, identificar su comportamiento actual y proponer medidas para solventar el problema a partir del fomento de la Economía Circular.

Residuos tecnológicos generados e impacto medioambiental de la industria

Los equipos electrónicos, entre los que se encuentran los teléfonos móviles, las centralitas y los ordenadores tanto fijos como portátiles, son los que se denominan residuos tecnológicos o electrónicos y debido al imparable crecimiento de las Tecnologías de la información y la comunicación /TIC) a nivel mundial, el problema de residuos que genera esta industria no para de agravarse.

Para hacernos una idea, según el “Global E-waste Monitor 2020” en el mundo existen más suscripciones de teléfonos móviles que habitantes y desde el año 2014 hasta el 2019, que son los datos que toma este informe de referencia, se habían producido en el mundo un aumento de 9,2 millones de toneladas métricas de residuos electrónicos, lo que suponía un crecimiento de los residuos del 21%., hasta alcanzar este último año la cifra de 53,5 millones de toneladas métricas. (United Nations Institute for Training and Research, 2020)

Pero lo peor es que se estima que más del 82% de esta cifra no se conoce dónde acaba, aunque muy probablemente en vertederos o incinerados, aunque también comercializados de manera ilegal y sin control, y hay que tener en cuenta que muchos de los materiales utilizados en su fabricación pueden causar daños importantes sobre el medioambiente pero también sobre la salud humana (mercurio, cadmio, plomo, bromo, arsénico, antimonio o cromo y así hasta 60 elementos de la tabla periódica).

El conjunto de estos residuos electrónicos de 2019 se estima que podrían contener más de 60 toneladas de mercurio, lo que da idea de su potencial impacto contaminador en la tierra o el agua, además del impacto que los refrigerantes que se usan en estos aparatos y que contribuyen notablemente a generar gases de efecto invernadero. Profundizando en el



problema, se estima que una sola batería de níquel-cadmio de las que se emplean en un teléfono móvil, podría llegar a contaminar hasta 50.000 litros de agua.

También debemos considerar el enorme desperdicio que supone no reutilizar o reciclar esta basura tecnológica. Entre los componentes de los teléfonos u ordenadores podemos encontrar materiales muy valiosos como el oro, el platino o el cobalto, hasta el punto de que se estima que en una tonelada de residuos de este tipo habría casi 300 gramos de oro, más mucho más de metales menos preciosos. Se estima que de toda esta basura podrían llegar a obtenerse materiales por un valor superior a 55.000 millones de euros al año.

El problema es de tal dimensión que la producción de residuos tecnológicos per cápita mundial alcanza los 7,3 Kg/año, con una disparidad por continentes:

- Europa, 16.2 Kg per cápita.
- Oceanía, 16,1 Kg per cápita.
- América, 13,3 Kg per cápita.
- Asia, 5,6 Kg per cápita.
- África, 2,5 Kg per cápita.

El impacto medioambiental excede del problema de los residuos, y podemos destacar otros aspectos especialmente negativos que caracterizan este sector:

- El impacto de la propia fabricación. Es una industria muy demandante de recursos, por ejemplo, energía (y pocas fábricas cuentan con instalaciones de energías renovables) (Harvard University, 2020) o agua, ya que se estima que, sin ir más lejos, cada chip producido requiere de 130 litros de agua de gran pureza y, por tanto, susceptible de consumo humano. Para ver el impacto, debemos considerar no sólo lo que implica la propia fabricación del producto final, sino también lo que consumen e impactan los diferentes proveedores. (United Nations Institute for Training and Research, 2020)
- Todo el impacto del transporte, que es el responsable de la mayor parte de la huella de carbono del sector y que incluye:
 - El transporte de las materias primas desde donde se producen hasta las fábricas que manufacturan los productos.



- El transporte desde los fabricantes de componentes a las fábricas donde se realiza el montaje final.
- El transporte desde las fábricas hasta los consumidores finales.
- La operativa de estos equipos supone un enorme uso de energía, en cifras aceleradamente crecientes conforme se incrementa exponencialmente su uso y también las prestaciones de los equipos. Esta operativa, además, ya ha tenido un gran incremento reciente por culpa de la pandemia y por la extensión del teletrabajo como consecuencia de esta.

En esta línea, se estima que el sector de las TIC es responsable de más del 3% de las emisiones mundiales de CO₂ (Friedrich et al., 2021) duplicando al impacto del sector de la aviación, pero las previsiones es que puede llegar a suponer el 14% total mundial en el año 2040 si se mantiene la situación actual. Este estudio también prevé que el sector de las TIC consumirá el 8% de la energía a nivel mundial en una fecha tan temprana como 2030.

De entre todos los elementos del sector TIC causantes de su huella de carbono, se estima que su impacto se reparte de la siguiente manera (BEREC, 2022):

- Los terminales (móviles, ordenadores, TV...) suponen entre el 60 y el 80% de la huella de carbono del sector.
- Los centros de datos suponen el 15% del total.
- La instalación y operativa de las infraestructuras TIC entre el 12 y el 24% del total.

Las TIC como apoyo a la sostenibilidad

Este panorama tan negativo no debe empañar una realidad mucho más beneficiosa del sector, como es el potencial de su uso para reducir el impacto ambiental (TIC sostenibles).

Los campos en los que un adecuado uso de las TIC puede ayudar en esta mejora son varios, pero destacan especialmente:

- Mejora en la eficiencia energética.
- Reducción de las emisiones de carbono y de gases efecto invernadero en general.
- Mejora de la productividad, lo que permite producir más utilizando menos recursos.
- Facilitar el reciclaje y la reutilización posibilitando la trazabilidad.
- Monitorización de riesgos ambientales.
- Optimización de la producción de energía renovable.



- Extensión de la cultura medioambiental a través de las redes.
- Ayuda a la gestión de flotas, para optimizar su uso y reducir el consumo en esta función.
- Reducción de la necesidad de desplazamientos por la sustitución de actuaciones personales por virtuales.
- Potenciar el desarrollo de la Economía Circular, en general.

Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), organismo especializado de la ONU para las tecnologías de la información y la comunicación, las TIC pueden contribuir decisivamente al cumplimiento de los 17 ODS de las Naciones Unidas, no sólo para monitorizar y calcular hasta qué punto se están cumpliendo sino, por ejemplo, en los siguientes aspectos de cada uno de ellos: (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2022)

- **Objetivo 1:** Erradicación de la pobreza. Una vía de ayuda a alcanzar este objetivo a través de las TIC es el fomento de los servicios financieros digitales, que está demostrado que contribuye a salir de situaciones de pobreza.
- **Objetivo 2:** Hambre cero. Las soluciones basadas en las TIC contribuyen a aumentar el rendimiento de los cultivos con una necesidad de uso de la energía menor (Smart agro).
- **Objetivo 3:** Buena salud y bienestar. Por ejemplo, con soluciones de telemedicina, con el desarrollo de aplicaciones digitales de salud, con computación para la interpretación de datos médicos y el diagnóstico, con robótica en la cirugía o con sensores embebidos en el cuerpo (eHealth), además del uso de drones para el envío de medicación a zonas remotas o con dificultad de acceso.
- **Objetivo 4:** Educación de calidad. La telenseñanza y formación online, el aprendizaje personalizado o la conectividad de las escuelas para tener acceso sencillo y universal a la información.
- **Objetivo 5:** Igualdad de género. Existe una clara brecha digital entre géneros que profundiza las desigualdades y que explica la disparidad de tasas de empleo en el sector de las TIC. Una adecuada universalización de la formación en TIC aumenta la empleabilidad de las mujeres y el acceso a un sector en ascenso y muy demandante de empleo cualificado.
- **Objetivo 6:** Agua limpia y saneamiento. Con tecnologías digitales se puede optimizar el consumo de agua y la adecuada gestión de su saneamiento.



- **Objetivo 7:** Energía limpia y asequible. Las TIC pueden ayudar a optimizar la generación de energías renovables o a electrificar el transporte.
- **Objetivo 8:** Trabajo digno y crecimiento económico. El sector de las TIC crea muchos empleos y ayuda de manera decisiva al crecimiento socioeconómico.
- **Objetivo 9:** Industria, innovación e infraestructuras. El impacto de las TIC en este objetivo es directo, ya que ayudan a crear industrias eficientes e infraestructuras sostenibles e “inteligentes” y, evidentemente, es fuente principal de innovación. Además, y de manera específica, las TIC son una de las infraestructuras de referencia al hablar del desarrollo.
- **Objetivo 10:** Reducción de las desigualdades. La falta de acceso a la tecnología es una fuente de desigualdad y, por consiguiente, cualquier acción destinada a facilitar el acceso contribuye a reducir dichas desigualdades.
- **Objetivo 11:** Ciudades y comunidades sostenibles. El desarrollo de las “Smart Cities” es un buen ejemplo de cómo las TIC pueden ayudar en este objetivo.
- **Objetivo 12:** Consumo y producción responsables. La mejora en la productividad a través de las TIC es una innegable ayuda para cumplir este ODS concreto.
- **Objetivo 13:** Acción contra el cambio climático. Modelos de simulación para predecir el clima, programas para optimizar (y reducir) el uso de la energía, monitorización de los gases de efecto invernadero, y muchos otros ejemplos.
- **Objetivo 14:** Vida submarina. Control de la evolución del medio marino a través de dispositivos electrónicos, seguimiento de la temperatura del mar a través de satélites o utilización de sensores de radiofrecuencia para monitorizar la situación y comportamiento de la fauna marina.
- **Objetivo 15:** Vida de ecosistemas terrestres. De igual manera, los sensores y dispositivos conectados a la red pueden ayudar a conocer, monitorizar y proteger a la fauna terrestre pero también a los ecosistemas.
- **Objetivo 16:** Paz, justicia e instituciones sólidas. Por ejemplo, a través del desarrollo de la administración electrónica, la transparencia de la información al alcance de todos o el voto electrónico e incluso la supervisión de procesos electorales (eGovernment y eDemocracy).
- **Objetivo 17:** Alianzas para lograr los objetivos. Las TIC facilitan la coordinación e integración de todos los actores y stakeholders involucrados en una iniciativa.

6.2 Medidas a fomentar para implementar la Economía Circular

Como hemos visto, el sector de las TIC es muy contaminante, tanto en su producción como en su operativa y también en la gestión de sus desechos, pero, por el contrario, puede ser una ayuda esencial para el desarrollo de modelos económicos sostenibles en los que prime la Economía Circular.

Conscientes de esta situación, la Comisión Europea puso en marcha un plan para el fomento de la Economía Circular (electrónica circular), con un foco especial en el sector TIC que incluía acciones como las siguientes: (Comisión Europea, 2020)

- Fomento de la eficiencia electrónica, la durabilidad y la reparabilidad.
- Fomento del diseño de cargadores comunes.
- Fomento de la reventa de material obsoleto.
- Restricciones al uso de materias peligrosas en la fabricación de los equipos.

Según GSMA (Global System for Mobile Communications), la asociación que engloba a toda la industria del sector de las TIC, señala que el impulso de la Economía Circular en el sector, afronta cuatro retos fundamentales para tener éxito: (GSMA, 2022)

- Reducir los materiales de desecho, especialmente de componentes y de materias críticas. El reciclado de estos componentes y la reintroducción de los materiales en el proceso productivo aplicando procesos de ecodiseño son esenciales.
- Optimizar el abastecimiento y reutilización de los equipos de red. La fragmentación del mercado está impidiendo que se ponga en marcha un mercado real a nivel mundial de equipos de segunda mano y una base para lograrlo sería compartir infraestructuras de red.
- Unificar las métricas medioambientales para generar una comprensión común. Eso permitirá realizar un adecuado benchmarking y poder evaluar el progreso y el grado de cumplimiento de objetivos.
- Rediseñar la cadena de suministro alrededor de los principios de Economía Circular. Se deben rediseñar los condicionantes regulatorios para que se conviertan en incentivos de esta transformación.

A estos retos habría que añadir uno más por lo menos: la necesidad de acortar la cadena de suministros para reducir las distancias entre producción de materias, producción de



componentes, montaje de equipos y entrega a clientes, minimizando la necesidad de transporte del sector.

Veamos las posibles actuaciones en cada campo, sobre todo desde la perspectiva europea:

Instalaciones de fabricación

La dependencia de terceros países respecto de la tecnología es un problema de primera magnitud para Europa, lo que se ha puesto recientemente de manifiesto con la crisis de los semiconductores que ha afectado especialmente al sector del automóvil. Esta situación ha llevado a la UE a poner en marcha la denominada “Ley Europea de Chips” que busca reforzar la competitividad de la Unión y facilitar su adecuada transformación tecnológica hacia la digitalización en un contexto de sostenibilidad. (Comisión Europea, 2022)

De igual manera, y aunque sólo sea por combatir el riesgo de esa dependencia, la Unión Europea debería fomentar la instalación de fábricas de componentes y de montaje de equipos TIC en un entorno cercano, lo que contribuiría también a poner en marcha un modelo de Economía Circular.

Pero no sólo el continente tiene un problema con la fabricación, existe una fuerte dependencia también de materias primas. Por ejemplo, China es el primer fabricante mundial de Silicio (70% a nivel mundial), seguido de Rusia (10%), y, en mucha menor medida, Brasil, Noruega y EE. UU., y pasa lo mismo con muchos otros minerales clave en la fabricación de equipos de telecomunicaciones. Por tanto, de la misma manera sería aconsejable fomentar desde la Comisión Europea la puesta en explotación de yacimientos de materiales estratégicos para las TIC, bien en la propia UE o en entornos cercanos y estratégicamente estables. En algunos casos puede ser complicado, pero en muchos otros, muy factible (por ejemplo, el silicio es uno de los minerales más abundantes).

Actuaciones en este campo contribuirían a mejorar la logística del sector, reduciendo el transporte necesario y, por tanto, la huella de carbono global del sector.

Proceso de fabricación

El proceso de fabricación es otro elemento crítico para la Economía Circular. Medidas en este campo pueden ser:

- Poner en marcha instalaciones de energías renovables para abastecer los centros productivos.



- Reducir el uso de energía en dicho proceso.
- Optimizar el uso de materiales para que el desperdicio sea el menor posible.
- Diseñar procesos que posibiliten el aprovechamiento de materiales y componentes reciclados.
- Alianzas con proveedores cercanos para reducir las necesidades de transporte.
- Llegar a acuerdos con otras industrias que puedan utilizar el desperdicio generado en sus procesos productivos.

Diseño de productos

Los equipos e instalaciones del sector deben diseñarse teniendo en cuenta su impacto ambiental con criterios de circularidad (Ecodiseño). Y sería altamente recomendable que en esta fase se produjera una cooperación entre empresas para favorecer la universalidad y la posibilidad de intercambio. Todo esto incluye tener en cuenta una serie de aspectos clave en esta fase de diseño, como, por ejemplo:

- Diseñar productos con una menor necesidad de consumo de energía y, por tanto, energético-eficientes como señalaba el Plan de la Comisión Europea antes señalado.
- Diseñar productos que requieran menos uso de materias primas, especialmente de aquellas más escasas o peligrosas para la salud y también para el medio ambiente.
- Diseñar productos más resistentes, por ejemplo, ante caídas, accidentes e incluso rayaduras.
- Diseñar productos que favorezcan y simplifiquen la transferencia de datos de unos modelos a otros, por ejemplo, con compatibilidad de tarjetas de memoria.
- Diseñar productos que puedan funcionar con energía solar, reduciendo la necesidad de baterías, pilas o conexiones a la red.
- Diseñar productos con un enfoque de duración, evitando situaciones de obsolescencia tecnológica que anteriormente el sector fomentaba.
- Diseñar productos fáciles de desmontar y de reparar y con posibilidades de mejorar sus prestaciones incorporando nuevas funcionalidades.



- Diseñar productos con plataformas o componentes comunes incluso entre empresas diferentes. Por ejemplo, cargadores universales, baterías intercambiables, sistemas de refrigeración comunes, monitores compatibles, etc.
- Diseñar productos sobre la base de los ya existentes con el fin de poder utilizar piezas y componentes actuales. Es decir, que las nuevas generaciones de productos integren con total compatibilidad las anteriores.
- Diseñar equipos polivalentes y multiuso, para favorecer su reutilización para otra función.
- Diseñar sistemas que se puedan reparar en remoto, reduciendo la necesidad de desplazamiento de técnicos para su arreglo.
- Diseñar embalajes que sean los mínimos imprescindibles, reutilizables y con facilidad de reciclaje en su caso.
- Ofrecer etiquetado que informe al consumidor sobre duración, eficiencia energética, procedencia de materiales, porcentaje de materiales reciclados, índice de reparabilidad etc., de manera que pueda tomar decisiones de compra teniendo en cuenta criterios medioambientales.

Uso del producto

El propio uso de los productos TIC, también tiene sus consecuencias en la circularidad de la economía. Hay una parte que no podemos obviar, que es el propio consumidor o cliente, que debe analizar si realmente necesita ese producto en concreto y tomar decisiones medioambientales en su adquisición.

Sin embargo, la industria y la administración pública podría poner en marcha una serie de medidas para regular y fomentar un uso responsable:

- Fomentar la transformación del producto hacia servicio, de manera que se optimice su uso y se reduzca la necesidad de fabricación. Por ejemplo, centros de datos compartidos en los que se paga por el uso que se tenga.
- Fomentar la reparación, aportando una infraestructura apropiada para ello. En esta línea, es fundamental la puesta a disposición de los distribuidores de piezas y recambios a precios accesibles para facilitar la reparación de equipos estropeados.
- Informar de forma transparente al consumidor durante el uso de su producto, para que tenga en cuenta la reparación como una alternativa más aconsejable.



- Realizar campañas de concienciación sobre el consumo y uso responsable del equipamiento TIC.
- Ofrecer servicios de actualización y renovación de modelos, tanto de piezas como de software.

Optimización del fin de vida

Evidentemente, qué se hace al final de la vida útil de un producto (reutilización, reciclaje y tratamiento de residuos) es un elemento crítico de la Economía Circular, y algunas actuaciones para fomentarlo pueden ser:

- Creación y fomento de un mercado de segunda mano de equipamientos y productos TIC para facilitar su reutilización.
- Ofrecer descuentos en la compra de nuevos modelos si se entregan los viejos en la operación.
- Puesta en marcha de instalaciones para el tratamiento de equipos electrónicos y de redes para la recogida de productos desechados a nivel municipal (Puntos limpios).
- Fomento de empresas que utilicen equipamientos TIC como materia prima para la fabricación de otros productos.
- Implantar programas de donación de equipos, por ejemplo, a colectivos desfavorecidos o a países en vías de desarrollo.
- Potenciar que las marcas ofrezcan modelos “reciclados” o de segunda mano junto con los nuevos, al igual que los concesionarios de automóviles ofrecen también vehículos de ocasión.
- Poner en marcha redes para que los materiales reciclados de los productos TIC puedan alimentar a otras industrias, como ya hemos comentado.

Por tanto, podemos identificar numerosas medidas con importante posibilidad de afectar positivamente a la circularidad del sector, donde deben confluír la administración pública fomentando y regulando comportamientos sostenibles, la industria modificando sus formas de actuación por ética empresarial pero también como estrategia de competitividad y el cliente final, tanto con su comportamiento como consumidor responsable como por su capacidad de ejercer presión a la administración y a las empresas para que modifiquen sus comportamientos.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ADE

Facultad de Administración
y Dirección de Empresas /UPV



Capítulo 7. Conclusiones y líneas futuras

La implantación de un nuevo modelo económico, la Economía Circular, que pueda sustituir a un modelo implantado y vigente desde hace casi dos siglos, no es una tarea fácil y requiere de actuaciones en diferentes campos:

- Regulación y normativa, con el fin de forzar determinados comportamientos y líneas de actuación, tanto a la ciudadanía como, especialmente, al mundo empresarial en general y a aquellos sectores que más contribuyen al deterioro medioambiental en particular. Por ejemplo, con planes de ayudas, políticas de sanciones, política fiscal e impositiva, bonificaciones, priorización en concursos públicos y otras similares.
- La puesta en marcha sistemas más precisos de medición y la elaboración de índices compuestos que ayuden a percibir de manera más correcta la situación de cada país o sector, con el fin de orientar comportamientos, pero también de poder orientar de manera más adecuada las medidas a tomar.
- Información y concienciación, especialmente dirigido a la ciudadanía, aunque no de manera exclusiva, con el fin de que modifiquen sus hábitos de consumo y, además, se puedan convertir en agentes del cambio a través de sus demandas en el mercado.
- Infraestructuras adecuadas, tanto para facilitar el mercado de segunda mano y la reutilización de los productos como para posibilitar el reciclaje y, en último caso, la gestión de los residuos.
- La puesta en marcha de redes que conecten sectores económicos y empresas, con el fin de fomentar la cooperación y, sobre todo, el aprovechamiento por terceros de los residuos generados en una industria.
- La investigación y la innovación, desarrollando tecnologías que permitan el ahorro energético en la producción y en la utilización de los productos a partir de un diseño más eficiente, el adecuado uso de los recursos y la recuperación rentable de los materiales.
- El fomento de la implantación de industrias de extracción de minerales y de industria transformadora, de componentes y de montaje, en lugares más cercanos a los mercados de destino, con el fin de reducir la longitud de las cadenas de suministro y, por tanto, las necesidades de transporte.

En esta transformación, las Tecnologías de la Información y la Comunicación pueden y deben convertirse en los principales actores del cambio, sin descuidar que este sector también



debe acometer su propia transformación asumiendo los criterios de Economía Circular con todas sus consecuencias.

Tras la realización de este trabajo, en primer lugar se puede concluir que existe una gran vinculación entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible con los Indicadores de Economía Circular elaborados por la Unión Europea, de donde se puede destacar su gran vinculación con el ODS 6 (Agua limpia y saneamiento), ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico), ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura), ODS 13 (Acción por el clima) y el ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres).

Asimismo, tras estudiar el análisis por países realizado por la “Sustainable Development Solutions Network” (SDSN), que nos proporciona una comparativa por países en relación con su grado de cumplimiento de los ODS mediante un índice compuesto, se puede determinar que el país que destaca muy positivamente en el cumplimiento de los ODS es Finlandia, junto a los países nórdicos que se sitúan en una situación avanzada en cuanto a su cumplimiento. Sin embargo, según este índice encontramos a España por debajo de la media comunitaria, aunque ha ido mejorando en su cumplimiento.

Por otra parte, con el análisis comparativo de los indicadores de Economía Circular elaborados por Eurostat, realizado con las economías de Finlandia, Alemania, España, Italia y la media de la eurozona (UE27). Este análisis comparativo de diferentes indicadores nos ha mostrado como en alguno de ellos Finlandia y Alemania, dos de los referentes mundiales en el campo de la sostenibilidad, han seguido una trayectoria negativa, mientras que para el caso de España se observa que durante los últimos años ha pasado a tener el mejor comportamiento de la muestra.

Además de realizar un análisis según los indicadores de Economía Circular, se han obtenido los diferentes rankings basados en el índice compuesto de Economía Circular, donde en función de las 3 posibles perspectivas de sostenibilidad (débil, limitada o fuerte) se puede destacar a Alemania como líder indiscutible en el campo de la Economía Circular a nivel europeo, así como posiciones de privilegio para España e Italia. Tras este análisis se destaca principalmente que el líder mundial en sostenibilidad, Finlandia, obtiene la peor puntuación en la muestra de países analizada en el campo de la Economía Circular. Así como que nuestro país, obtiene una excelente nota en Economía Circular, por encima de economías claramente más desarrolladas y que en cumplimiento de los ODS estaban muy por encima, mientras que España no alcanzaba ni la media comunitaria.

Una vez realizado el análisis comparativo entre las diferentes economías y siguiendo diferentes indicadores, de donde hemos podido obtener unas conclusiones sobre las diferentes situaciones de los países, se ha realizado una comparativa de Buenas Prácticas mediante la plataforma ofrecida por la Unión Europea.



Tras analizar estas Buenas Prácticas de Economía Circular reconocidas por la Unión Europea, se puede concluir que Italia es el país líder en cuanto a buenas prácticas, seguido de Países Bajos, algo muy llamativo ya que son economías con una dimensión mediana. En cuanto a España, se encuentra en una situación de privilegio, el tercer puesto, sin embargo, se puede concluir que, aunque que se reflejen buenas prácticas no es un sinónimo de buen comportamiento general de cada país, como se ha observado en los análisis anteriores.

Si nos centramos en el sector de las telecomunicaciones, no hay buenas prácticas reconocidas para España en este campo. No obstante, existen diferentes proyectos en el campo de la sostenibilidad que se acercan a ser buenos ejemplos de buenas prácticas en el sector de las TIC.

Como posibles líneas de investigación, sería aconsejable profundizar en medidas concretas que debe acometer el sector de las TIC, tanto en su diseño como en su cuantificación, y que sirvan de ejemplo de buenas prácticas para España. Asimismo, como estudiar las medidas regulatorias que afectan al sector que podrían ser más eficaces para acelerar el proceso.

Por último, en esta misma línea, la definición de indicadores de Economía Circular más enfocados al sector, incluyendo un índice compuesto, lo cual sería un activo especialmente valioso.



Bibliografía

- Agroamb Prodalt. (n.d.). “Sentido de la Innovación.” <http://agroamb.com/wp/>
- AIMPLAS. (n.d.). “Plastic Technology Centre”. Obtenido de *Plastic innovation for a better future*. <https://www.aimplas.net/>
- ALBERTO BACHILLER. (2017). ¿QUÉ ES LA ECONOMÍA CIRCULAR? *DISEÑO SOSTENIBLE, EFICIENCIA ENERGÉTICA, LIFESTYLE, REUTILIZACIÓN DE MATERIALES*.
- Anna Ruohonen. (2019). *FINLANDIA DICE ADIÓS A LOS VERTEDEROS*. <https://Finland.Fi/Es/Neegocios-Amp-Innovacion/Finlandia-Dice-Adios-a-Los-Vertederos/#:~:Text=El%2041%25%20de%20los%20desperdicios,Ha%20descendi%20de%20manera%20significativa>.
- Benyus, J. (2002). *Along came a spider*. Sierra.
- BEREC. (2022). “Report on Sustainability Assessing Berc’s contribution to limiting the impact of the Digital Sector on the environment.” https://www.berec.europa.eu/system/files/2022-07/10282-berec-report-on-sustainability-assessing_0_3.pdf.
- Cerantola, N. (2016). *Reflexiones sobre el pasado, presente y futuro de la Economía Circular*. Gobierno de España.
- Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). Economía circular. In *Economía Industrial, no* (Vol. 401).
- Comisión Europea. (2018). *Comunicación de la Comisión Europea al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social y al Comité de las Regiones sobre un Marco de Seguimiento para la Economía Circular*. Bruselas.
- Comisión Europea. (2020). “Plan de Acción para la Economía Circular.” <https://innoecotur.webs.upv.es/wp-content/uploads/2022/06/Comision-europea-2020-Plan-Accion-EC.-Europa-Limpia.pdf>:
- Comisión Europea. (2022). “Soberanía digital: la Comisión propone la Ley de Chips para hacer frente a la escasez de semiconductores y reforzar el liderazgo tecnológico de Europa.” https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_22_729
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G., & Papayannakis, L. (1995). “Determining Objective Weights in Multiple Criteria Problems: The CRITIC Method.” *Computers & Operations Research, No, 22*, 763–770.
- Ecoembes. (2022). *Ecoembes en Europa*. <https://Www.Ecoembes.Com/Es/Conoce-Ecoembes/Ecoembes-En-Europa>.
- Ellen McArthur Foundation. (2015). *Economía circular*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economiacircular/escuelas-de-pensamiento>
- E.P.A. (2021). Estrategia Nacional de Reciclaje. In https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-01/spanish-version_final-



- national-recycling-strategy-es.pdf: Oficina de conservación y Recuperación de Recursos de la EPA.*
- Español, X. (2021). *China planea promover economía circular.* http://spanish.xinhuanet.com/2021-07/07/c_1310048048.htm
- Eurostat. (2022). *Sustainable Development in the European Union: monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context (2022 Edition)*. European Union. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/14665254/KS-09-22-019-EN-N.pdf/2edccd6a-c90d-e2ed-ccda-7e3419c7c271?t=1653042954499>
- Fibracat. (n.d.). *Especialistas en Absorbentes.* <https://www.fibracatabsorbent.com/es/>
- Friedrich, R., Hoffmann, S., Lampe, T., & Ullrich, S. (2021). "Putting Sustainability at the top of the Telco Agenda." Boston Consulting Group. <https://web-assets.bcg.com/d1/bb/09fa1876412d8725e80c83d1cf5b/bcg-putting-sustainability-at-the-top-of-the-telco-agenda-jun-2021.pdf>:
- Fundación COTEC. (2019). *Situación y evolución de la Economía Circular en España.*
- García Bernabeu, A., Hilario Caballero, A., Pla Santamaría, D., & Salas Molina, F. (2020). *A Process Oriented MCDM Approach to Construct a Circular Economy Composite Index*. file:///C:/Users/Admin/Downloads/sustainability-12-00618.pdf.
- GSMA. (2022). "Strategy Paper for Circular Economy: Network Equipment." <https://www.gsma.com/betterfuture/wp-content/uploads/2022/11/Strategy-Paper-for-Circular-Economy-Network-Equipment.pdf>.
- Harvard University. (2020). A System for Optimizing End-To-End At-Scale Neural Recommendation Inference. *Proceedings - International Symposium on Computer Architecture, 2020-May*, 982–995. <https://doi.org/10.1109/ISCA45697.2020.00084>
- ITI. (2023). "Sostenibilidad, eficiencia y salud, son algunos de los retos de nuestros proyectos respaldados por IVACE en 2023". <https://www.iti.es/noticias/sostenibilidad-eficiencia-y-salud-son-algunos-de-los-retos-de-nuestros-proyectos-respaldados-por-ivace-en-2023/>
- Lifset, R., & Graedel, T. (2002). *Industrial Ecology: Goals and Definitions.* Chettenham.
- Lovins, A., Lovins, H., & Hawken, P. (2000). *Natural Capitalism: The Next Industrial Revolution.*
- Lucirmás. (n.d.). "Lucirmás Upcycling." <https://lucirmas.com/>
- McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things.* North Point Press.
- Naturklima. (2020). *Desventajas de la economía lineal.* <https://Naturklima.Eus/Hec-Desventajas-de-La-Economia-Lineal.Htm>.
- Nicolás Fuster. (2021). *Draghi tiene un plan para la recuperación italiana.* <https://Eleconomista.Com.Ar/Internacional/Draghi-Tiene-Plan-Recuperacion-Italiana-N43158>.
- Parlamento de Victoria, & Caley Otter. (2018). "The Circular Economy - An explainer." Caley Otter.



- Parlamento Europeo. (2022). *Economía circular: definición, importancia y beneficios*.
<https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>.
- Pauli, G. (2010). *The Blue Economy*. Paradigm Publications.
- Pearce, D., & Turner, K. (1989). *Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente*. Colegio de Economistas.
- SDSN. (2022). *Sustainable Development Solutions Report*.
<https://s3.amazonaws.com/sustainabledevelopment.report/2022/europe-sustainable-development-report-2022.pdf>.
- Stahel, W. (2010). *The Performance Economy*. Palgrave MacMillan.
- Transición Ecológica, M., & Demográfico, R. (2021a). *Economía circular en la Unión Europea*.
<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/comision-europea/>
- Transición Ecológica, M., & Demográfico, R. (2021b). *Estrategia Española de Economía Circular y Planes de Acción*". <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/estrategia/>
- Tropa Verde. (2020). "Reciclar en Santiago ten premio." <https://santiago.tropaverde.org/>
- U.N.E. (2022). *La Economía Circular y la Normalización*".
https://www.une.org/normalizacion_documentos/La%20Econom%C3%ADa%20Circular%20y%20la%20Normalizaci%C3%B3n.pdf.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones. (2022). "Tecnologías digitales para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas." <https://www.itu.int/es/mediacentre/backgrounders/Pages/icts-to-achieve-the-united-nations-sustainable-development-goals.aspx>
- United Nations Institute for Training and Research. (2020). "The Global E-waste Monitor." United Nations University. https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf:
- United Nations, & Programa para el Medio Ambiente. (2021). Foro Mundial sobre Economía Circular + Clima. In "Foro Mundial sobre Economía Circular + Clima". *Obtenido de* (Vol. 15). <https://www.unep.org/es/events/online-event/foro-mundial-sobre-economia-circular-clima>
- Yoon, K., & Hwang, C. L. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*". Springer-Verlag.



Anexos

1. Economía del Rendimiento

A mediados de los años 70 del siglo anterior, Stahel, arquitecto y economista de nacionalidad suiza, planteó una economía basada en procesos en bucle, claro antecedente de la Economía Circular. En colaboración con Reday, emitió un informe para la Comisión Europea denominado “The Potential for Substituting Manpower for Energy” donde recalca el gran uso de energía que implicaba tanto la extracción de materiales como el tratamiento de los recursos.

A partir de esta investigación, desarrollo el concepto de la “Economía del Rendimiento” que debe buscar la consecución de los siguientes objetivos fundamentales (Pauli, 2010):

- La extensión de la vida de los productos
- La producción de bienes de larga durabilidad
- Las actividades de reacondicionamiento
- La prevención de la generación de residuos

Además, realizó un llamamiento a “desmaterializar la economía” reduciendo el tiempo de uso de los insumos en la producción y primando la venta de servicios en lugar de productos. Su énfasis se dirigía más hacia la reutilización que hacia el reciclaje, por su directo impacto sobre la productividad de la economía.

Aunque su enfoque se orienta directamente hacia la mejora de la eficiencia productiva, de forma indirecta la desmaterialización tiene un impacto claro sobre la sostenibilidad ya que promueve la reducción de entradas de materias primas en el proceso productivo y también la salida de desechos y sustancias tóxicas (ecoeficiencia) bajo los siguientes parámetros:

- Ningún recurso renovable debería usarse a un ritmo que excediera al de su generación.
- Ningún recurso de carácter no renovable debería utilizarse a una mayor velocidad de la necesaria para sustituirlo por un recurso de carácter renovable que, además, deberá utilizarse de manera sostenible.
- Ningún contaminante debería generarse a un ritmo superior al que permita la capacidad de reciclaje o bien de la capacidad de neutralización o absorción por parte de la naturaleza.



2. Diseño “Cradle to Cradle”

El diseño “Cradle to Cradle” o C2C (de la cuna a la cuna) se centra en diseñar productos (y también procesos y sistemas inteligentes) con la intención de poder utilizar sus componentes cuando acabe su vida útil en la fabricación de nuevos productos, lo que impacta de una manera directa en la cantidad de recursos necesarios, que es la esencia de la Economía Circular”(McDonough & Braungart, 2002)

Para los autores, el progreso de los productos no es lineal desde la generación de la materia prima hasta su fin como desecho, sino que se transforman en un proceso cíclico por lo que su énfasis se centra en la producción de los productos, su uso, su reutilización, su reparación y su reciclaje, todo ello de forma sostenible.

Este modelo, basado en el ciclo de vida en la naturaleza, se sustenta sobre tres principios:

- Entender los residuos como si fueran nutrientes que van a alimentar al sistema productivo cuando terminen su uso.
- Usas energías sostenibles, limpias y renovables.
- Fomentar la diversidad, diseñando los productos teniendo en cuenta las características que definen al grupo o grupos de usuarios a los que van destinados, teniendo en cuenta los aspectos biológicos, culturales y sociales.

En esencia, la Economía Circular comienza con el diseño, que es la base donde se asienta toda la filosofía del modelo. El diseño C2C no busca tanto reducir el consumo como cambiar el concepto de la industria de manera que todo pueda reutilizarse, tanto en residuo biológico como el técnico.

El “Cradle to Cradle Productos Innovation Institute”, una entidad independiente sin ánimo de lucro ha definido un estándar de calidad en este campo que es un referente y sobre el que emite certificados sobre los productos garantizando su potencial de circularidad, así como su salubridad y el uso de energías renovables en su fabricación (“Cradle to Cradle Certified”), y bajo el cual ha certificado miles de productos a lo largo de todo el mundo.



3. Concepto de biomimética

El propio nombre del concepto da una idea de la filosofía en la que se basa, bio (vida, naturaleza) y mimesis (imitar). Se trata de imitar a la naturaleza para afrontar los problemas a los que se enfrenta el ser humano y cada vez se aplica más en los campos de la arquitectura y la construcción, pero también en el desarrollo de nuevas aplicaciones médicas y en otros muchos sectores. (Benyus, 2002)

Se materializa en tecnologías innovadoras, en modelos de sistemas o procesos y en el uso de biomateriales. Por ejemplo, diseñar materiales basados en la Naturaleza (como el kevlar, que se inspiró en la tela de araña) o diseñar piezas basadas en animales (como timones de barcos inspirados en las aletas de los delfines).

Pero no sólo sirve para diseñar mejor, sino que tiene una aplicación directa en la ecología y la sostenibilidad. Por ejemplo, aprender a filtrar mejor el aire o limpiar el agua inspirándose en cómo lo hace la naturaleza.

El método planteado por Benyus, también denominado biomímesis o biomimetismo, se basa en tres principios fundamentales:

- La naturaleza debe servir como modelo. Los modelos naturales deben servir como fuente de inspiración para resolver los problemas humanos.
- La naturaleza como fuente de aprendizaje. La biomimética se basa en un estándar ecológico para dictaminar si una innovación es pertinente, al igual que la naturaleza sabe qué es lo que funciona y lo que perdura.
- La naturaleza como unidad de medida. La naturaleza se contempla de manera diferente, no tanto desde la perspectiva de qué podemos extraer de ella sino de cómo podemos conocerla mejor.

Una aplicación muy directa y práctica del concepto de biomimética lo podemos encontrar en el planteamiento de soluciones para mejorar la eficiencia energética, diseñando edificios basándose en las estructuras de organismos naturales, como los nidos de termitas, los patrones de las estructuras de las hojas de lirio, el sistema respiratorio de animales como las esponjas marinas, por poner algunos ejemplos actualmente en uso.



4. Ecología industrial

Se define como un área de la ingeniería que supone una alternativa válida a los sistemas y procesos industriales actualmente vigentes y que promueve el desarrollo sostenible reduciendo el impacto en el medio ambiente a través de una más eficiente utilización de los recursos. (Lifset & Graedel, 2002)

Es un sistema industrial basado en los ecosistemas y por eso también se denomina “ecología industrial”. Para conseguir el éxito de este modelo, todas las industrias tienen que estar conectadas entre sí, de manera que los residuos que genera una puedan ser utilizados por la siguiente.

Los ejes básicos de la ecología industrial serían:

- Valorizar los desechos que produce una rama industrial como insumos de otra diferente, fomentando el reciclaje y reduciendo los residuos finales
- Crear ciclos de vida para los materiales minimizando las emisiones y la contaminación en general
- Desmaterializar los productos y el conjunto de las actividades económicas
- Reducir las emisiones de carbono a través de la descarbonización de la energía.

El elemento más diferenciador de este modelo es su visión sistémica, combinando las necesidades de los diferentes sectores. Para que se produzca esta “simbiosis” entre industrias, es necesario que se cumplan estas condiciones:

- Debe existir diversidad y complementariedad de las actividades empresariales para que los desechos de una puedan utilizarse en la siguiente
- Debe existir cercanía física, para que el coste del transporte de los residuos no sea un factor condicionante del intercambio.
- Debe existir un espíritu de confianza, comunicación y cooperación entre las diferentes compañías participantes.

Un ejemplo de aplicación práctica se da en la ciudad danesa de Kalundborg, en cuyo parque industrial se encuentra una central eléctrica que produce valor como desperdicio, que es aprovechado por una refinería que genera gas que alimenta a dicha central y a una fábrica de yeso y también azufre, que alimenta a una cercana fábrica de ácido sulfúrico. Además, el calor sobrante que se genera en todos estos procesos se utiliza para la calefacción de los hogares de la mencionada ciudad.



5. Capitalismo natural

Es una propuesta de desarrollo económico, empresarial y social que busca pasar de la economía del consumo a la de los servicios, revirtiendo parte de los beneficios obtenidos a garantizar la conservación del medio natural. (Lovins et al., 2000)

En la cuenta de resultados se debe incluir el capital natural y no sólo el económico, como parte de la ecuación para medir los resultados de una actividad económica y, por tanto, tiene en cuenta el impacto que dicha actividad tiene sobre la sociedad en el ciclo completo desde la generación de las materias primas hasta el tratamiento de los desechos.

Los elementos básicos en los que se basa esta propuesta son:

- Aumentar la productividad de los recursos utilizados, reduciendo el desperdicio, así como el flujo destructivo de dichos recursos, tanto en la extracción como en la explotación y en la contaminación generada. Deben introducirse cambios en el diseño y en las tecnologías utilizadas, pero puede representar una buena oportunidad de negocio.
- Cambiar hacia modelos de producción inspirados en la Naturaleza (biomimética), de manera que no sólo se reduzca el residuo, sino que acabe desapareciendo el concepto. Se debe fabricar en ciclo cerrado imitando los ciclos naturales.
- Avanzar en modelos de negocio que se centren más en las soluciones que en los productos. Por tanto, más que un modelo basado en la venta de bienes se debe centrar en la venta de servicios. Por ejemplo, el coche compartido en el que se presta un servicio de uso en lugar de la venta del automóvil.
- Reinvertir en capital natural, ayudando a reponer y expandir los ecosistemas del planeta.

Los autores de este modelo defienden su gran potencial de rentabilidad, muy superior al industrialismo tradicional y auguran una ventaja competitiva clara para las empresas que afronten su desarrollo.



6. Blue Economy

Este modelo propuesto por Pauli tiene muchas coincidencias con otros modelos o propuestas que ya hemos analizado. Plantea contemplar a la naturaleza no como una mera proveedora de recursos sino como un ejemplo en que basarnos para conseguir utilizar estos recursos de manera más eficiente. (Pauli, 2010)

La esencia del modelo es desarrollar procesos productivos a imagen y semejanza de cómo se hace en la Naturaleza, es decir, aprovechando al máximo los recursos, reduciendo al mínimo los desechos y que estos se puedan transformar en materia prima para la elaboración de nuevos productos.

En su libro, Pauli detalla hasta 100 innovaciones para poner en marcha producciones sostenibles en productos ecológicos de los que puedan aprovecharse los animales que habiten los ecosistemas donde se estén produciendo. Y esta forma de orientar la actividad económica podía ser muy rentable y ayudar a generar millones de nuevos puestos de trabajo.

- Los principios en los que se basa son.
- Consumir de forma local, al igual que se alimentan los animales. Se trata de aprovechar los recursos naturales más cercanos sin necesidad de dependencia respecto de producciones masivas de alimentos en otras partes del mundo, que exigen largas cadenas de suministro y generan importantes problemas medioambientales por su transporte.
- Aprovechar todos los residuos. Deben considerarse fuente de riqueza para la sociedad por lo que no deberían desecharse. Por ejemplo, utilizar los restos de comida para generar biocombustibles o los desechos agrícolas para fabricar bioplásticos.

Producir y usar sólo lo indispensable. El consumo debe primar la eficiencia y destinarse a cubrir las necesidades básicas, sin caer en sobreproducción.

La diferencia de este concepto sobre la economía verde es que la Blue Economy busca la eficiencia en el aprovechamiento de los recursos y conlleva ahorros, mientras que la economía verde conlleva la necesidad de realizar inversiones, lo que implica costes mayores que se acaban trasladando al consumidor.

En ocasiones, también se denomina economía azul a la actividad económica que se desarrolla en los océanos, propugnando tanto la gestión eficiente como la restauración de los ecosistemas dañados desde una perspectiva de aprovechamiento sostenible, pero no es el concepto que planteó Pauli.



7. Evolución del cumplimiento de cada ODS en la Unión Europea (2022)

A continuación, analizamos los avances que se han producido en los diferentes Objetivos, por orden de evolución positiva y siempre partiendo de los datos aportados por Eurostat:

- **ODS 16:** Paz, justicia e instituciones sólidas. Eurostat constata el esfuerzo en asegurar la paz, aunque la Guerra de Ucrania es un factor nuevo que no había hecho efecto todavía en los datos recogidos, así como la seguridad de las personas y el acceso a la justicia a través de unas instituciones confiables. Las muertes por homicidios y la percepción de inseguridad han caído, el gasto en justicia de los diversos Gobiernos ha aumentado y la confianza de los ciudadanos en esa justicia y en las instituciones se mantiene alta, a pesar de la preocupación de la Comisión sobre la independencia judicial en algún país, sobre todo Hungría.
- **ODS 1:** Fin de la pobreza. Todos los factores en los que se mide este objetivo han mejorado, así como el porcentaje de personas que pueden cubrir adecuadamente sus necesidades básicas. Esta positiva situación deberá matizarse con los nuevos informes, ya que no se refleja adecuadamente el posible impacto de la COVID 19 sobre la destrucción de riqueza, aunque las políticas puestas en marcha por la UE y por cada país para mitigar los efectos negativos parece que han sido bastante efectivos.
- **ODS 8:** Trabajo decente y crecimiento económico. Se refleja que la economía y el empleo se empezaron a recuperar a buen ritmo tras sobrepasar los peores momentos de la crisis provocada por la pandemia, aunque este ritmo se ha frenado sobre todo por la crisis energética producida por la guerra antes mencionada. La tasa de empleo de la Unión alcanzó un récord del 73,1% en 2021 y también cayó la tasa de jóvenes que no estudian y están desempleados, aunque de una manera demasiado ligera, y también descendieron los accidentes laborales, aunque en este caso puede deberse en parte por el aumento de la población en modalidad de teletrabajo.
- **ODS 7:** Energía asequible y no contaminante. Aquí ha tenido mucha influencia las medidas tomadas para hacer frente a la pandemia, sobre todo confinamiento y restricciones de la movilidad y de la actividad económica. El consumo de energía cayó de forma muy significativa en 2020 y, con ello, aumentó el porcentaje que representan las fuentes renovables de energía. Pero, a pesar del efecto del COVID 19, la tendencia estaba siendo positiva aunque, por el contrario, ha aumentado el número



de hogares con pobreza energética. Queda por ver cómo influye en este objetivo los efectos de la subida de los precios de la energía en la que estamos inmersos.

- **ODS 9:** Industria, innovación e infraestructura. Ha aumentado el gasto en I+D+i tanto en términos absolutos como en comparación con el PIB y la presentación de patentes, han mejorado las emisiones de la industria y también la participación de los bienes y servicios sostenibles en el global de la economía, así como el número de hogares con acceso a alta velocidad de internet.
- **ODS 3:** Salud y bienestar. La mejoría de este objetivo debe ponerse en cuestión porque no refleja adecuadamente los efectos de la pandemia, ya que, en muchas ocasiones, se manifiestan con un decalaje en el tiempo. Sin embargo, la percepción de la situación personal en relación con la salud sigue al alza, disminuye el porcentaje de muertes debido a la polución, de población afectada por el ruido, de fumadores de prevalencia de determinadas enfermedades y de muertes por accidente de tráfico, aunque, de nuevo, las restricciones a la movilidad pueden haber afectado esta cifra. Por el contrario, aumenta la obesidad.
- **ODS 14:** Vida submarina. Los indicadores sobre conservación marina y pesca sostenible son favorables y la superficie marina protegida se ha duplicado en este lustro. Sin embargo, ha continuado el proceso de acidificación del agua marina.
- **ODS 5:** Igualdad de género. También ha evolucionado favorablemente, tanto el salario/hora femenino, las tasas de empleo, el porcentaje de miembros de parlamentos y de líderes de empresas, reduciendo el gap con el género masculino. Y además, el gap favorable a mujeres en la educación se sigue agrandando.
- **ODS 10:** Reducción de las desigualdades. La evolución en este caso ha sido moderadamente favorable. Ha aumentado el gap en ingresos entre segmentos de la población, pero han disminuido las diferencias entre el campo y la ciudad y entre la población inmigrante y los nacionales europeos. Y también ha aumentado el gap en renta per cápita entre los países miembros.
- **ODS 12:** Producción y consumo responsables. En este caso, los síntomas son dispares. Frente a un aumento de la demanda y el consumo en general y de los residuos generados, ha mejorado la eficiencia de los nuevos vehículos en emisión de CO₂, la tasa de recuperación de materiales que han vuelto al ciclo productivo y el valor total de los bienes y servicios en el campo de la sostenibilidad.
- **ODS 4:** Educación de calidad. Las cifras de escolarización, tanto en menores como en adultos, van mejorando en el continente aunque de manera lenta. Sin embargo, la



calidad de la enseñanza, que se mide en el informe PISA muestra un ligero pero continuado y preocupante descenso.

- **ODS 13:** Acción por el clima. La evolución es ligeramente favorable en este objetivo, aunque con algunos resultados contradictorios. Se han reducido sustancialmente las emisiones de gases de efecto invernadero, aún estamos lejos del objetivo marcado para 2030 y, además, parte de la evolución positiva se debió al parón por la pandemia y se prevé que la evolución positiva se invierta conforme se recupere la normalidad. Además, han aumentado las pérdidas económicas imputables a desastres vinculados con el cambio climático aunque, como compensación, también ha aumentado la financiación europea de actividades para hacer frente al cambio climático en países en desarrollo.
- **ODS 2:** Hambre cero. En el contexto de la Unión se centra en malnutrición y en la producción de agricultura sostenible y su impacto medioambiental. Ha aumentado considerablemente el porcentaje de población con problemas de obesidad pero, por el contrario, también ha aumentado de manera significativa la producción de la agricultura sostenible.
- **ODS 17:** Alianzas para lograr los objetivos. La evolución ha sido más bien neutra, ya que aunque han aumentado las importaciones de productos provenientes de economías en desarrollo, también ha disminuido el apoyo financiero a dichos países. Por causa de la pandemia, la deuda pública ha aumentado, sobre todo en 2020, y la recaudación por impuestos “verdes” ha disminuido porque en muchos países se redujeron o directamente se eliminaron como medida de apoyo a la ciudadanía y las empresas.
- **ODS 6:** Agua limpia y saneamiento. No ha habido apenas progreso en los últimos cinco años. Frente a un aumento del porcentaje de población con acceso a condiciones apropiadas de saneamiento, la calidad del agua ha empeorado, sobre todo en lo que se refiere a aguas interiores.
- **ODS 15:** Vida de ecosistemas terrestres. La evolución global ha sido negativa en relación con este objetivo. Aunque la superficie de bosques y protegida de alguna manera ha aumentado tímidamente, las presiones sobre la biodiversidad han sido mayores con algunos efectos dramáticos sobre pájaros corrientes y mariposas