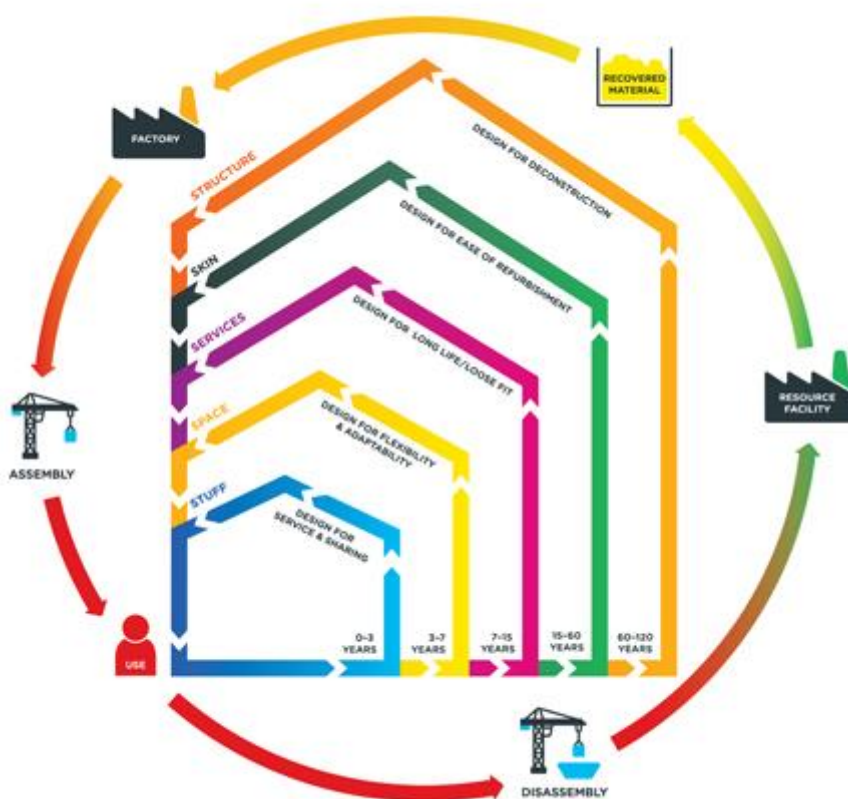


Proyecto Erasmus+ 2022-1-NO01-KA220-HED-000087893

Este proyecto Erasmus+ ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea. La Comisión Europea y las Agencias Nacionales Erasmus+ no se hacen responsables del uso que pueda hacerse de la información aquí difundida.

Proyecto de construcción BIM-LCA

Título: Economía circular



1 - Objetivos

Los objetivos de este tutorial sobre Economía Circular son los siguientes:

- Conocer las ventajas de utilizar el ACV como herramienta para reducir el impacto ambiental.
- Conocer el estado de la tecnología y la metodología de las evaluaciones medioambientales.
- Conocer la tipología de las fases de la ECV.
- Conocer los resultados de una evaluación del ciclo de vida (ECV) que compara los impactos ambientales de productos y procesos.

2 - Metodología de aprendizaje

- Los conferenciantes darán una explicación sobre los fundamentos del ACV y las diferentes aplicaciones de unos 60 minutos.
- Los alumnos leerán este tutorial y seguirán los pasos que se muestran en él.
- Tutorías interactivas: debates, cumplimentación del material de evaluación
- Conferencias: con profesores invitados de la industria y de distintas instituciones.
- Revisión de contenidos de actualidad: informes, vídeos, podcasts, etc.
- Para evaluar el éxito de la lección, se realizará un cuestionario a los alumnos.

3 - Duración de la tutoría

La implementación descrita en este tutorial se llevará a cabo a través del sitio web del Proyecto BIM-LCA mediante autoaprendizaje.

3 horas lectivas son adecuadas para esta formación.

4 - Recursos didácticos necesarios

Sala de ordenadores con acceso a Internet.

Software necesario: Microsoft Office.

5 - Contenidos y tutorial

5.1 - Introducción. Evaluación del ciclo de vida.

5.1.1. Definición

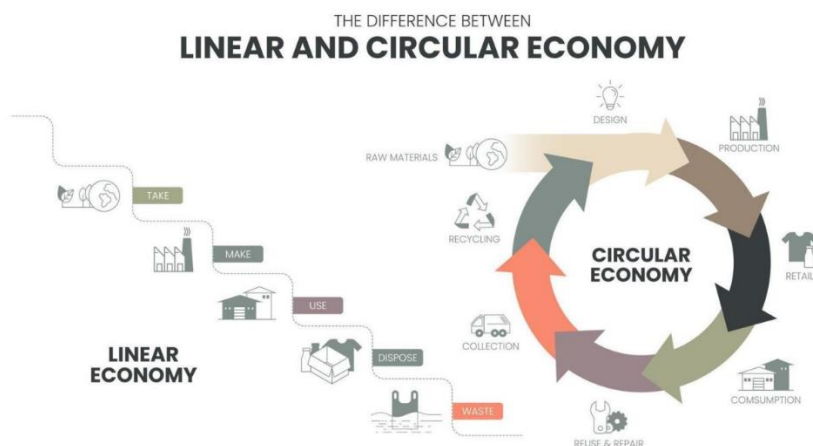
La economía circular es un modelo de producción y consumo de recursos en cualquier economía que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y/o reciclar los

materiales y productos existentes durante el mayor tiempo posible. El concepto pretende hacer frente a retos mundiales como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, los residuos y la contaminación haciendo hincapié en la aplicación basada en el diseño de los tres principios básicos del modelo. Los tres principios necesarios para la transformación en una economía circular son: diseñar para eliminar los residuos y la contaminación; mantener los productos y materiales en uso y regenerar los sistemas naturales.

La idea y los conceptos de una economía circular se han estudiado ampliamente en el mundo académico, empresarial y gubernamental durante los últimos diez años. Ha ido ganando popularidad porque ayuda a minimizar las emisiones de carbono y el consumo de materias primas, abre nuevas perspectivas de mercado y, principalmente, aumenta la sostenibilidad del consumo [1].

En una economía lineal, los recursos naturales se convierten en productos que, en última instancia, están destinados a convertirse en residuos debido a la forma en que han sido diseñados y fabricados. En cambio, un modelo de economía circular pretende pasar de un enfoque de "tomar-hacer-desperdiciar" a un sistema más restaurador y regenerativo. Emplea la reutilización, el intercambio, la reparación, el reacondicionamiento, la refabricación y el reciclaje para crear un sistema de circuito cerrado que reduzca el uso de recursos y la generación de residuos, contaminación y emisiones de carbono. La economía circular pretende mantener los productos, materiales, equipos e infraestructuras en uso durante más tiempo, mejorando así la productividad de estos recursos. Los materiales y la energía residuales deben convertirse en insumos para otros procesos a través de la valorización de los residuos: ya sea como componente para otro proceso industrial o como recursos regenerativos para la naturaleza.

Las estrategias de la economía circular pueden aplicarse a varias escalas, desde productos y servicios individuales hasta industrias y ciudades enteras. Por ejemplo, la simbiosis industrial es una estrategia en la que los residuos de una industria se convierten en insumos para otra, creando una red de intercambio de recursos y reduciendo los residuos, la contaminación y el consumo de recursos [2].



5.1.2. Historia y objetivos

El concepto de economía circular no puede remontarse a una única fecha o autor, sino más bien a diferentes escuelas de pensamiento [3], como la ecología industrial, la biomímesis y los principios de diseño "de la cuna a la cuna". La ecología industrial es el estudio de los flujos de materiales y energía a través de los sistemas industriales, que constituye la base de la economía circular. La biomímesis consiste en emular patrones y estrategias de la naturaleza probados a lo largo del tiempo en el diseño de sistemas humanos. El diseño "de la cuna a la cuna" es un enfoque holístico del diseño de productos y sistemas que tiene en cuenta todo su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas hasta la eliminación al final de su vida útil, y trata de minimizar los residuos y maximizar la eficiencia de los recursos. Estos conceptos interrelacionados contribuyen al desarrollo y la aplicación de la economía circular.

En 2010, el concepto de economía circular empezó a popularizarse internacionalmente tras la publicación de varios informes [4]. La Unión Europea introdujo su visión de la economía circular en 2014, con un Nuevo Plan de Acción de Economía Circular lanzado en 2020 que "muestra el camino hacia una economía climáticamente neutra y competitiva de consumidores empoderados".

En la actualidad, la emergencia climática y los retos medioambientales inducen a empresas y particulares a replantearse sus pautas de producción y consumo. La economía circular se presenta como una de las respuestas a estos retos. Los principales argumentos macroeconómicos a favor de la economía circular son que podría permitir un crecimiento económico que no aumente la carga de la extracción de recursos naturales, sino que desvincule el uso de los recursos del desarrollo del bienestar económico de una población creciente, reduzca la dependencia exterior de materiales críticos, disminuya las emisiones de CO₂, reduzca la producción de residuos e introduzca nuevos modos de producción y consumo capaces de crear más valor. Los argumentos empresariales a favor de la economía circular son que podría garantizar el suministro de materias primas, reducir la volatilidad de los precios de los insumos y controlar los costes, reducir los vertidos y los residuos, ampliar el ciclo de vida de los productos, servir a nuevos segmentos de clientes y generar valor a largo plazo para los accionistas. Una idea clave de los modelos de negocio circulares es crear bucles a lo largo de todo el proceso para recuperar el valor que de otro modo se perdería.

Especialmente preocupante es la pérdida irrevocable de materias primas debido a su aumento de entropía en el modelo de negocio lineal. Empezando por la producción de residuos en la fabricación, la entropía aumenta aún más al mezclarse y diluirse los materiales en su montaje de fabricación, seguido de la corrosión y el desgaste durante el periodo de uso. Al final del ciclo de vida, se produce un aumento exponencial del desorden derivado de la mezcla de materiales en los vertederos.

El desarrollo circular está directamente vinculado a la economía circular y tiene como objetivo construir una sociedad sostenible basada en recursos reciclables y renovables, proteger a la sociedad de los residuos y poder conformar un modelo que deje de considerar los recursos como infinitos. Este nuevo modelo de desarrollo económico se centra en la producción de bienes y servicios, teniendo en cuenta los costes medioambientales y sociales. El desarrollo circular, por tanto, apoya la economía circular para crear nuevas sociedades acordes con los nuevos objetivos de gestión de residuos y sostenibilidad que satisfagan las necesidades de los ciudadanos.

Sin embargo, las críticas a la economía circular sugieren que sus defensores pueden exagerar sus beneficios potenciales. Por lo tanto, un futuro en el que ya no existan los residuos, en el que se cierren los bucles de materiales y en el que los productos se reciclen indefinidamente es, en cualquier sentido práctico, imposible. Falta claridad sobre si la economía circular es más sostenible que la lineal y sobre cuáles podrían ser sus beneficios sociales, en particular, debido a los contornos difusos. Otras cuestiones son los riesgos crecientes de fallos en cascada, que son una característica de los sistemas altamente interdependientes, y que tienen un daño potencial para el público en general. Cuando se llevan a cabo de mala fe, las actividades de "economía circular" que se pregonan pueden ser poco más que una gestión de la reputación y la impresión con fines de relaciones públicas por parte de las grandes empresas y otros intereses creados, lo que constituye una nueva forma de "lavado verde". Por tanto, puede que no sea la panacea que muchos esperaban.

Los procesos industriales lineales de "tomar, hacer, tirar", y los estilos de vida que dependen de ellos, consumen reservas finitas para crear productos con una vida útil finita, que acaban en vertederos o incineradoras. En cambio, el enfoque circular se inspira en los sistemas vivos. Considera que nuestros sistemas deben funcionar como organismos, procesando nutrientes que pueden volver a alimentar el ciclo -ya sea biológico o técnico-, de ahí los términos "bucle cerrado" o "regenerativo" que suelen asociarse a él.

5.1.3. **Ámbito de aplicación**

La economía circular puede tener un amplio alcance. Los investigadores se han centrado en diferentes ámbitos, como las aplicaciones industriales orientadas tanto a los productos como a los recursos naturales y los servicios, las prácticas y políticas para comprender mejor las limitaciones a las que se enfrenta actualmente la economía circular, la gestión estratégica para los detalles de la economía circular y los diferentes resultados, como las posibles aplicaciones de reutilización y la gestión de residuos.

La economía circular incluye productos, infraestructuras, equipos y servicios y se aplica a todos los sectores industriales. Incluye recursos "técnicos" (metales,

minerales, recursos fósiles) y "biológicos" (alimentos, fibras, madera, etc.). La mayoría de las escuelas de pensamiento abogan por pasar de los combustibles fósiles al uso de energías renovables y destacan el papel de la diversidad como característica de los sistemas resistentes y sostenibles. La economía circular incluye una discusión sobre el papel del dinero y las finanzas como parte del debate más amplio, y algunos de sus pioneros han pedido una renovación de las herramientas de medición del rendimiento económico. Un ejemplo de modelo de economía circular es la implantación de modelos de alquiler en ámbitos de propiedad tradicional (por ejemplo, electrónica, ropa, muebles, transporte). Al alquilar el mismo producto a varios clientes, los fabricantes pueden aumentar los ingresos por unidad, disminuyendo así la necesidad de producir más para aumentar los ingresos. Las iniciativas de reciclaje se describen a menudo como economía circular y es probable que sean los modelos más extendidos.



5.1.4 Surgimiento de la idea

En su informe de investigación de 1976 para la Comisión Europea, "The Potential for Substituting Manpower for Energy", Walter Stahel y Genevieve Reday esbozaron la visión de una economía en bucles (o economía circular) y su impacto en la creación de empleo, la competitividad económica, el ahorro de recursos y la prevención de residuos. El informe se publicó en 1982 como el libro *Jobs for Tomorrow: The Potential for Substituting Manpower for Energy* [5].

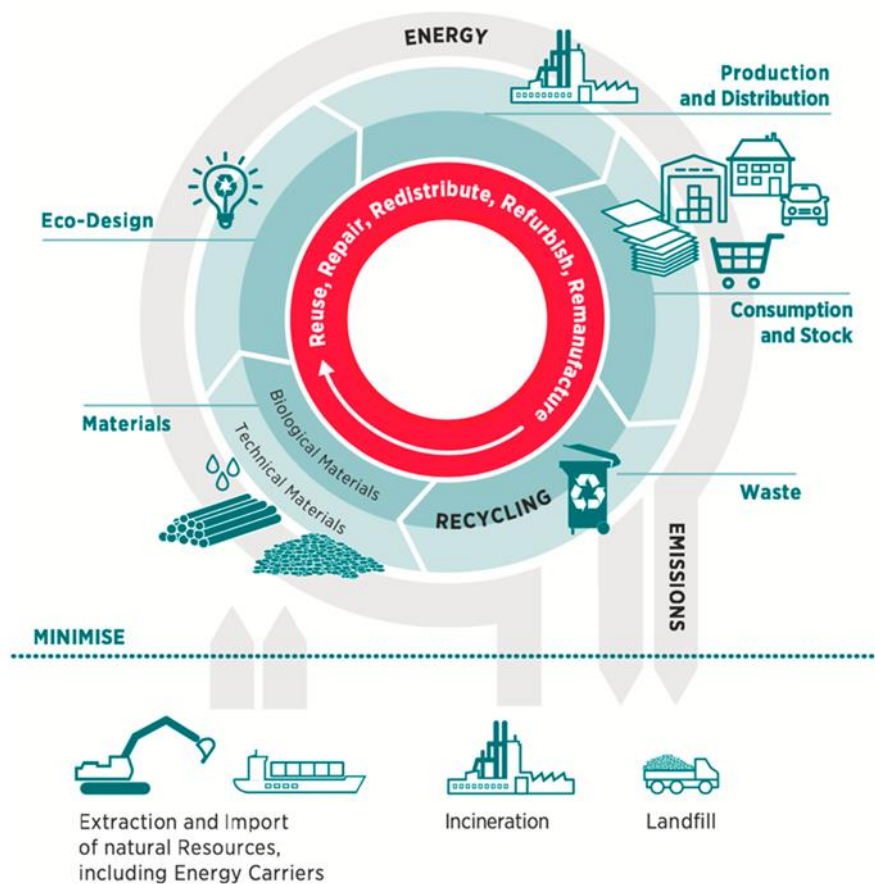
Descrito con mayor frecuencia como un marco de reflexión, sus partidarios afirman que se trata de un modelo coherente que tiene valor como parte de una respuesta al fin de la era del petróleo y los materiales baratos y, además, contribuye a la transición hacia una economía baja en carbono. En esta línea, una economía circular

puede contribuir a cumplir el Acuerdo de París de la COP 21. Los compromisos de reducción de emisiones asumidos por 195 países en el Acuerdo de París de la COP 21 no son suficientes para limitar el calentamiento global a 1,5 °C. Para alcanzar la ambición de 1,5 °C, se calcula que es necesario lograr una reducción adicional de las emisiones de 15 000 millones de toneladas de CO₂ al año de aquí a 2030. Circle Economy y Ecofys calcularon que las estrategias de economía circular pueden aportar reducciones de emisiones que podrían acortar la brecha a la mitad [6].

5.2- Hacia la economía circular

En 2013 se publicó un informe titulado Hacia la economía circular: Razones económicas y empresariales para una transición acelerada. El informe, encargado por la Fundación Ellen MacArthur y elaborado por McKinsey & Company, fue el primer volumen de este tipo en considerar la oportunidad económica y empresarial de la transición a un modelo circular restaurador. Mediante estudios de casos de productos y análisis de toda la economía, el informe detalla el potencial de beneficios significativos en toda la UE. Sostiene que un subconjunto del sector manufacturero de la UE podría obtener ahorros netos en costes de materiales por valor de hasta 630.000 millones de dólares anuales hasta 2025, estimulando la actividad económica en las áreas de desarrollo de productos, refabricación y reacondicionamiento. Towards the Circular Economy (Hacia una economía circular) también identificó los elementos clave para realizar la transición a una economía circular, a saber, competencias en diseño y producción circular, nuevos modelos empresariales, competencias en la creación de cascadas y ciclos inversos, y colaboración entre ciclos y sectores [7].

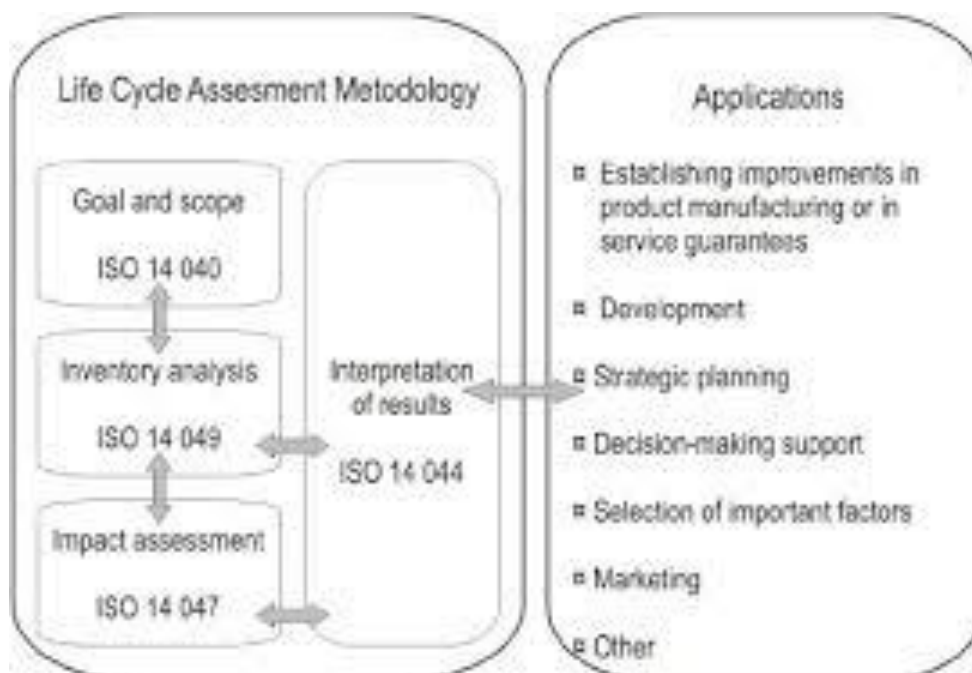
Otro informe del WRAP y la Alianza Verde (titulado "Empleo y economía circular: creación de empleo en una Gran Bretaña más eficiente en el uso de los recursos"), realizado en 2015, ha examinado diferentes escenarios de políticas públicas hasta 2030. Estima que, sin cambios políticos, se crearán 200.000 nuevos puestos de trabajo, reduciendo el desempleo en 54.000 personas. Un escenario político más agresivo podría crear 500.000 nuevos puestos de trabajo y reducir permanentemente el desempleo en 102.000 [8].



El 2 de marzo de 2022 en Nairobi, representantes de 175 países se comprometieron a crear un acuerdo jurídicamente vinculante para acabar con la contaminación por plásticos antes de finales del año 2024. El acuerdo debe abordar todo el ciclo de vida del plástico y proponer alternativas, incluida la reutilización.

5.3 - Normas de ACV y guías de diseño.

Los diseños de productos que optimizan la durabilidad, la facilidad de mantenimiento y reparación, la posibilidad de actualización, la remanufacturabilidad, la separabilidad, el desmontaje y el reensamblaje se consideran elementos clave para la transición hacia la circularidad de los productos. La normalización puede facilitar ventajas innovadoras, sostenibles y competitivas para las empresas y los consumidores europeos. El diseño para la normalización y la compatibilidad haría que las piezas y las interfaces de los productos fueran adecuadas para otros productos y tiene como objetivo la multifuncionalidad y la modularidad. Se ha propuesto un enfoque de familia de productos para establecer la homogeneidad, compatibilidad, normalización o modularización entre diferentes productos o líneas de productos. La normalización básica del ACV es la ISO 14000. Sin embargo, es necesario utilizar la estandarización diferente según los objetivos, el análisis del inventario, el impacto del análisis y la interpretación de los resultados.



No todos los tipos de procesos de reciclaje (un proceso de circularidad) tienen el mismo impacto en la salud y la sostenibilidad. Para la sostenibilidad y la salud, los diseños de los procesos de circularidad pueden tener una importancia crucial. Ya se reciclan grandes cantidades de residuos electrónicos, pero lejos de donde se consumieron, con una eficiencia a menudo baja y con importantes efectos negativos para la salud humana y el medio ambiente exterior.

Por lo tanto, el reciclaje debe reducir el impacto medioambiental del sistema global de suministro de productos/servicios evaluado según el enfoque de la evaluación del ciclo de vida.

Aunque el enfoque inicial de las actividades académicas, industriales y políticas se centró principalmente en el desarrollo de la tecnología re-X (reciclaje, remanufactura, reutilización, etc.), pronto quedó claro que las capacidades tecnológicas superan cada vez más su aplicación. Para aprovechar esta tecnología en la transición hacia una economía circular, varias partes interesadas tienen que trabajar juntas. Esto hizo que la atención se centrara en la innovación del modelo empresarial como palanca clave para la adaptación de la tecnología "circular".

Los modelos de negocio circulares pueden definirse como modelos de negocio que cierran, reducen, ralentizan, intensifican y desmaterializan los circuitos para minimizar la entrada de recursos y la fuga de residuos y emisiones del sistema organizativo. Esto incluye medidas de reciclaje (cierre), mejoras de la eficiencia (estrechamiento), ampliaciones de la fase de uso (ralentización), una fase de uso más intensa (intensificación) y la sustitución de productos por soluciones de servicios y software (desmaterialización). Estas estrategias pueden lograrse mediante el diseño intencionado

de procesos de recuperación de materiales y cadenas de suministro circulares relacionadas.

Los modelos empresariales circulares, como el modelo económico en general, pueden tener diferentes énfasis y diversos objetivos, por ejemplo prolongar la vida útil de los materiales y productos, en la medida de lo posible a lo largo de múltiples "ciclos de uso"; utilizar un enfoque de "residuos = alimentos" para ayudar a recuperar materiales, y garantizar que los materiales biológicos devueltos a la tierra sean benignos, no tóxicos; conservar la energía, el agua y otros insumos del proceso integrados en el producto y el material durante el mayor tiempo posible; utilizar enfoques de pensamiento sistémico en el diseño de soluciones; regenerar o al menos conservar la naturaleza y los sistemas vivos; impulsar políticas, impuestos y mecanismos de mercado que fomenten la gestión de los productos, por ejemplo, normativas de "quien contamina paga".

Las cadenas de suministro circulares hacen posibles los modelos empresariales circulares. En la práctica, la colaboración para las cadenas de suministro circulares puede permitir la creación, transferencia y/o captura de valor derivado de soluciones empresariales circulares. La colaboración en las cadenas de suministro puede extenderse a socios posteriores y anteriores e incluir la colaboración existente y la nueva. Del mismo modo, la colaboración en las cadenas de suministro circulares permite la innovación en el modelo empresarial circular, centrándose en sus procesos, productos o servicios.

Sobre la base de la innovación del modelo de negocio circular, la digitalización y las tecnologías digitales (por ejemplo, internet de las cosas, macrodatos, inteligencia artificial, cadena de bloques) se consideran un factor clave para ampliar la economía circular. También denominada economía de los datos, el papel central de las tecnologías digitales para acelerar la transición a la economía circular se destaca en el Plan de Acción para la Economía Circular del Pacto Verde Europeo. El marco de la economía circular inteligente lo ilustra estableciendo un vínculo entre las tecnologías digitales y la gestión sostenible de los recursos. Esto permite evaluar diferentes estrategias de economía circular digital con su nivel de madurez asociado, proporcionando orientación sobre cómo aprovechar los datos y la analítica para maximizar la circularidad (es decir, optimizar la funcionalidad y la intensidad de recursos).

5.3.1. Norma de economía circular BS 8001:2017

Para proporcionar orientación autorizada a las organizaciones que aplican estrategias de economía circular (EC), en 2017, la British Standards Institution (BSI) desarrolló y lanzó la primera norma de economía circular "BS 8001:2017 Marco para la aplicación de los principios de la economía circular en las organizaciones". La norma de economía circular BS 8001:2017 trata de alinear las ambiciones de largo alcance de la EC con las

rutinas empresariales establecidas a nivel organizativo. Contiene una lista exhaustiva de términos y definiciones de la EC, describe los principios básicos de la EC y presenta un marco de gestión flexible para aplicar las estrategias de la EC en las organizaciones. Sin embargo, se ofrece poca orientación concreta sobre el seguimiento y la evaluación de la economía circular, ya que aún no existe consenso sobre un conjunto de indicadores centrales de rendimiento de la economía circular aplicables a las organizaciones y a los productos individuales.

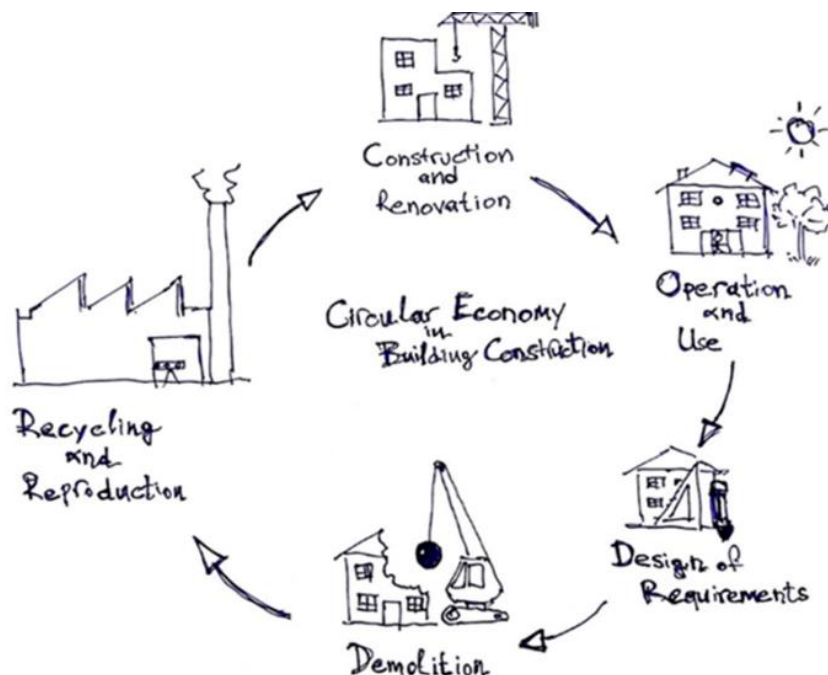
En 2018, la Organización Internacional de Normalización (ISO) estableció un comité técnico, TC 323, en el campo de la economía circular para desarrollar marcos, orientación, herramientas de apoyo y requisitos para la implementación de actividades de todas las organizaciones involucradas, para maximizar la contribución al Desarrollo Sostenible.

5.4- ACV y tecnología de la construcción

El sector de la construcción es uno de los mayores generadores de residuos del mundo. La economía circular aparece como una solución útil para disminuir el impacto ambiental de la industria. Las principales causas del impacto ambiental de la construcción se encuentran en el consumo de recursos no renovables y la generación de residuos contaminantes, ambos en aumento acelerado.

La toma de decisiones sobre la economía circular puede realizarse a nivel operativo (en relación con partes concretas del proceso de producción), táctico (en relación con procesos completos) y estratégico (en relación con toda la organización). Puede afectar tanto a las empresas de construcción como a los proyectos de construcción (en los que una empresa de construcción es una de las partes interesadas). Los edificios al final de su vida útil pueden deconstruirse, creando así nuevos elementos de construcción que pueden utilizarse para crear nuevos edificios y liberar espacio para nuevos desarrollos. Los sistemas de construcción modular pueden ser útiles para crear nuevos edificios en el futuro y tienen la ventaja de permitir una deconstrucción más fácil y la reutilización posterior de los componentes (edificios al final de su vida útil).

Otro ejemplo que encaja con la idea de economía circular en el sector de la construcción a nivel operativo, se puede señalar la cáscara de nuez, que pertenece a los abrasivos duros, ligeros y naturales utilizados por ejemplo en la limpieza de superficies de ladrillo. Los granos abrasivos se producen a partir de cáscaras de nuez trituradas, limpiadas y seleccionadas. Se clasifican como abrasivos reutilizables.



La impresión 3D de materiales de construcción es una tecnología moderna que ofrece más libertad arquitectónica para geometrías de formas complejas. La impresión 3D de hormigón requiere menos mano de obra y tiene un uso más eficiente de los materiales en comparación con los métodos tradicionales. También elimina la necesidad de encofrado, que puede suponer hasta el 60% de los costes de construcción.

El cemento Portland es el aglutinante más utilizado en la producción de hormigón. Sin embargo, la producción de cemento Portland consume mucha energía y contribuye a la huella de carbono mundial. Los materiales de construcción sin clinker están diseñados para sustituir a uno de los materiales más contaminantes: El hormigón a base de cemento Portland. Por ello, se demandan sistemas alternativos con menor impacto ambiental.

Un primer intento de medir el éxito de la aplicación de la economía circular se realizó en las empresas de construcción. Por lo tanto, se necesitan profesionales cualificados que trabajen en la economía circular en el sector de la construcción y que puedan contribuir a crear nuevos puestos de trabajo y al crecimiento económico.

5.5 - Programas informáticos

Los programas informáticos más utilizados en Economía Circular son:

- SimaPro

- Modelo Brousted 5
- Equipo (EcoBilan)
- GaBi
- Método MEEUP
- GREET
- MIPS
- GRANTA
- Agregación
- KCL-ECO 3.0
- Okala Ecodiseño
- Calculadora de ACV
- LCA con un solo clic

Para el enfoque BIM-LCA del curso, los programas recomendados son GRANTA y One-Click LCA.

Referencias

- [1] Tunn, V. S. C.; Bocken, N. M. P.; van den Hende, E. A.; Schoormans, J. P. L. (2019). "Modelos de negocio para el consumo sostenible en la economía circular: Un estudio de expertos". *Revista de producción más limpia*. 212: 324–333. doi:10.1016/j.jclepro.2018.11.290.
- [2] Chertow, Marian R. (2000). "Simbiosis industrial: Literatura y taxonomía". *Annual Review of Energy and the Environment*. 25 (1): 313–337. doi:10.1146/annurev.energy.25.1.313. ISSN 1056-3466.
- [3] Wautelet, Thibaut (2018). "El concepto de economía circular: sus orígenes y su evolución". doi:10.13140/RG.2.2.17021.87523
- [4] Aggeri, Frank (2020). [*La economía circular: perspectiva histórica y cuestiones contemporáneas*](#). Wiley. pp. 3-12. Recuperado el 2 de abril de 2023. [5] K. Hermann, S. Krötsch, y S. Winter, *Manual de construcción en madera de varios pisos*. 2018. doi: 10.11129/9783955533953.
- [5] "De la cuna a la cuna | El Instituto Producto-Vida". Product-life.org. (2012)
- [6] Blok, Kornelis; Hoogzaad, Jelmer; Ramkumar, Shyaam; Ridley, Shyaam; Srivastav, Preeti; Tan, Irina; Terlouw, Wouter; de Wit, Terlouw. "Aplicar la economía circular a escala mundial hace posibles los objetivos de París". Circle Economy. Circle Economy, Ecofys. Recuperado el 20 de abril de 2017.
- [7] Towards the Circular Economy: an economic and business rationale for an accelerated transition. Fundación Ellen MacArthur. 2012. p. 60. Archivado desde el original el 2013-01-10. Recuperado el 2012-01-30.
- [8] Estimación de los efectos de la economía circular en el empleo (<https://www.iisd.org/publications/brief/estimating-employment-effects-circular-economy?q=library/estimating-employment-effects-circular-economy>)

6 - Resultados

Para evaluar el éxito de la solicitud, los estudiantes tendrán que responder a un cuestionario en línea.

7- Lo que hemos aprendido (resultados del aprendizaje)

1. Reconocer, explicar y debatir cómo fluyen los materiales y la energía a través de nuestro sistema económico.
2. Aplicar un enfoque sistémico al desarrollo de modelos de economía circular para mantener los materiales y la energía en su máximo valor.
3. Reconocer y distinguir entre las estrategias para lograr una economía más circular, incluida la gestión de recursos y residuos, la ecoeficiencia, la producción limpia, la ecología industrial, y cómo la tecnología, como los macrodatos, lo facilita.
4. Comprender cómo aplicar enfoques de ciclo de vida para cuantificar el impacto medioambiental de productos o sistemas, incluida la energía incorporada.
5. Haber experimentado o haber estado expuesto a conceptos de sistemas energéticos, incluidas opciones sostenibles para la producción, utilización y optimización de la energía.
6. Ampliar, investigar, analizar críticamente y sintetizar información para diseñar una alternativa creativa y sostenible a un modelo "lineal" en un contexto predefinido.