



INTELLECTUAL OUTPUT 1 TAREA O1-A3

Estudio comparativo del Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de los materiales de construcción de edificios industriales en los países participantes



“El apoyo de la Comisión Europea para la producción de esta publicación no constituye una aprobación del contenido, el cual refleja únicamente las opiniones de los autores, y la Comisión no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en la misma”.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



Universitatea
Transilvania
din Braşov



ROMANIA
GREEN
BUILDING
COUNCIL



CTM
Centro Tecnológico
del mármol, piedra y materiales



Rybaki17
Zespół Szkół Budownictwa Nr 1



Contenidos

1. INTRODUCCIÓN	3
2. ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA (ACV).....	3
2.1 LEGISLACIÓN DE LA LCA Y SU APLICACIÓN EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN.....	6
2.1.1 Rumanía	6
2.1.2 Polonia.....	10
2.1.3 España	11
3. DECLARACIÓN MEDIOAMBIENTAL DE PRODUCTO Y ETIQUETAS ECOLÓGICAS	13
3.1 DECLARACIÓN MEDIOAMBIENTAL Y ECOETIQUETADO EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN	13
3.1.1 Romania	13
3.1.2 Polonia.....	14
3.1.3 España	15
4. REFERENCIAS.....	19



1. INTRODUCCIÓN

Este informe se incluye en la tarea: "O1-A3. Estudio comparativo del Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de los materiales de construcción de edificios industriales en los países participantes", correspondiente al Resultado Intelectual 1 "O1. Establecimiento de resultados comunes de aprendizaje sobre restauración de áreas industriales con nuevas tecnologías, Análisis del Ciclo de Vida (ACV) y normativa aplicable" del proyecto RecoverIND.

Se ha realizado un informe de estudio con las metodologías existentes para el cálculo del ACV de los principales materiales utilizados en los edificios industriales para todos los países participantes (Rumanía, España y Polonia).

Este informe y toda la información sobre el proyecto están disponibles en la siguiente url:

- Web del proyecto RecoverIND: <https://recoverind.eu/en/project/>

2. ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA (ACV)

La evaluación del ciclo de vida se utiliza cada vez más en todo el mundo para cuantificar el comportamiento medioambiental de los edificios, fijar objetivos de reducción del impacto y garantizar un entorno seguro para las generaciones futuras.

Las evaluaciones del ciclo de vida (ECV) implican análisis de sistemas de producción desde la cuna hasta la tumba y proporcionan evaluaciones exhaustivas de todos los insumos energéticos anteriores y posteriores y de las emisiones medioambientales multimedia. Los ACV pueden ser costosos y requerir mucho tiempo, lo que limita su uso como técnicas de análisis tanto en el sector público como en el privado. Se necesitan técnicas simplificadas para realizar ACV que reduzcan el coste y el tiempo que conllevan y animen a un público más amplio a empezar a utilizarlas. El ACV se ha convertido en una valiosa herramienta de apoyo a la toma de decisiones, tanto para los responsables políticos como para la industria, a la hora de evaluar el impacto de un producto o proceso de principio a fin. Tres fuerzas impulsan esta evolución. En primer lugar, las normativas gubernamentales van en la dirección de la "responsabilidad del ciclo de vida", es decir, la noción de que un fabricante es responsable no sólo de los impactos directos de la producción, sino también de los impactos asociados a los insumos, el uso, el transporte y la eliminación del producto.

En segundo lugar, las empresas participan en iniciativas voluntarias que incluyen componentes de ACV y gestión de productos. En conjunto, estos avances han situado la ECV en un lugar central como herramienta para identificar los impactos de la cuna a la tumba tanto de los productos como de los materiales con los que se fabrican [3].

Los impactos del "ciclo de vida" incluyen la extracción de materias primas; el procesamiento, la fabricación y la manufactura del producto; el transporte o la distribución del producto al consumidor; el uso del producto por parte del consumidor; y la eliminación o recuperación del producto tras su vida útil.

Hay cuatro componentes vinculados de la ECV [3] [5]:

Definición y alcance de los objetivos: identificar el objetivo de la ECV y los productos esperados del estudio y determinar los límites (qué se incluye y qué no se incluye en el estudio) y los supuestos basados en la definición del objetivo.

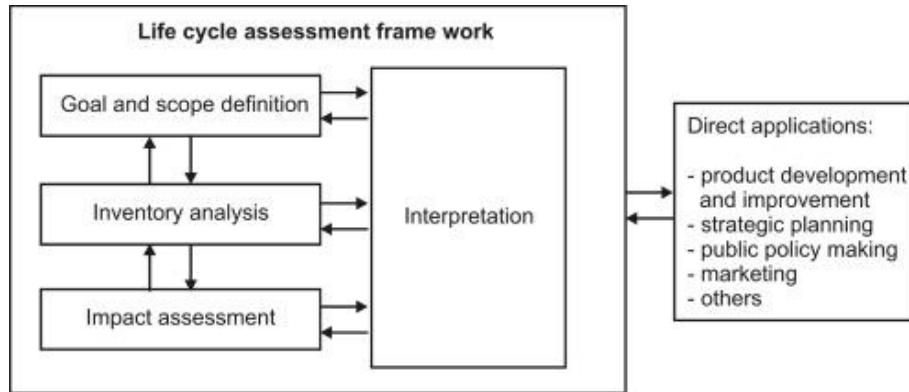


Figura 1 - Etapas de la ECV según las directrices ISO 14040 [2].

Inventario del ciclo de vida: cuantificar los insumos de energía y materias primas y las emisiones al medio ambiente asociadas a cada fase de producción.

Análisis de impacto: evaluar los impactos sobre la salud humana y el medio ambiente asociados a los insumos de energía y materias primas y a las emisiones al medio ambiente cuantificadas por el inventario.

Análisis de las mejoras: evaluar las oportunidades de reducir la energía, los insumos materiales o el impacto ambiental en cada fase del ciclo de vida del producto.

El ACV ayuda a los responsables de la toma de decisiones a seleccionar el producto, proceso o tecnología que tenga el menor impacto sobre el medio ambiente. Esta información puede utilizarse con otros factores, como los datos sobre costes y rendimiento, para encontrar soluciones óptimas. El ACV identifica la transferencia de impactos ambientales de un medio a otro (por ejemplo: un nuevo proceso puede reducir las emisiones a la atmósfera, pero genera más aguas residuales, etc.) y entre las distintas fases del ciclo de vida. El siguiente diagrama ilustra las principales fases del ciclo de vida que deben tenerse en cuenta en la ECV:

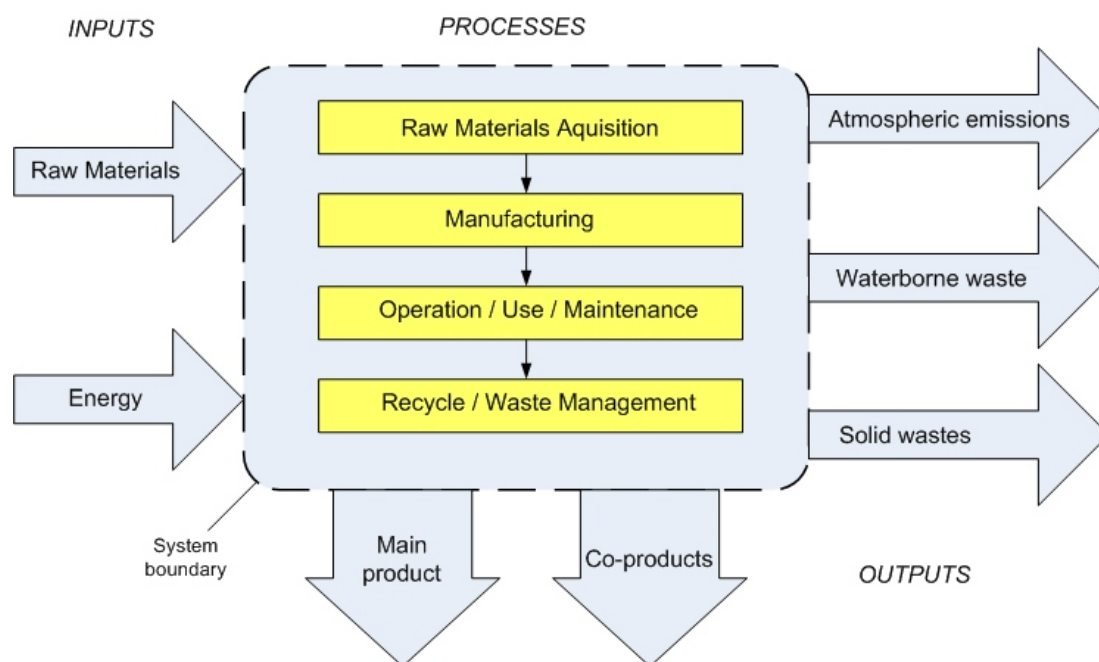


Figura 2 - Principales etapas, entradas y salidas típicas consideradas en la evaluación del ciclo de vida [4].

Limitaciones de la ECV:

La exhaustividad y la precisión de la ECV dependerán de la disponibilidad de datos; la recopilación de datos puede ser problemática, por lo que es importante comprender claramente la incertidumbre y los supuestos.

El ACV clásico no determinará qué producto, proceso o tecnología es el más rentable o el de mayor rendimiento; por lo tanto, el ACV debe combinarse con el análisis de costes, la evaluación técnica y las métricas sociales para realizar un análisis exhaustivo de la sostenibilidad.

A diferencia de la evaluación de riesgos tradicional, la ECV no intenta necesariamente cuantificar ningún impacto real específico. Aunque busca establecer un vínculo entre un sistema y los impactos potenciales,

Los modelos de ACV son adecuados para comparaciones relativas, pero pueden no ser suficientes para predicciones absolutas de riesgos.

A la hora de emprender un estudio de evaluación del ciclo de vida, es necesario abordar las siguientes cuestiones:

Las cargas impuestas al medio ambiente por las actividades humanas pueden determinarse contabilizando los recursos y la energía (insumos) consumidos en cada etapa del ciclo de vida de un producto y los contaminantes y residuos (productos) emitidos. A continuación, se evalúan los impactos adversos de las entradas y salidas sobre la sostenibilidad a largo plazo de los recursos renovables y no renovables, la salud humana y la biodiversidad, entre otros. Una vez conocidos éstos, se pueden tomar medidas para mitigar el impacto de los outputs (o inventarios) sobre el medio ambiente [2].

La utilización del método de ACV puede ayudar en lo siguiente [2]:

- Buscando los ciclos de vida más disponibles, por ejemplo, aquellos con un impacto negativo mínimo sobre el medio ambiente,
- Asumir las decisiones en la industria, las organizaciones públicas o las ONG, que determinan la dirección y las prioridades en la planificación estratégica, el diseño o la concepción del producto, o el cambio del proceso,
- Elegir indicadores importantes del comportamiento medioambiental de la organización, incluidas las técnicas de medición y evaluación, principalmente en relación con el
- Marketing con el vínculo en la formulación de la declaración medioambiental o el etiquetado ecológico.

2.1 LEGISLACIÓN DE LA LCA Y SU APLICACIÓN EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

2.1.1 Rumanía

La evaluación del ciclo de vida (ECV), uno de los instrumentos más importantes que conducen al desarrollo sostenible mediante el control de la huella de CO₂ de los materiales o las diferentes inversiones, tiene un bajo nivel de interés para las autoridades rumanas, en comparación con otros países europeos. Dicha evaluación suele ser el contenido de las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP), que para los productos o materiales de construcción, el sector privado tiende a mostrar una importancia creciente. Sin embargo, existen diferentes iniciativas de interés nacional, promovidas por las autoridades rumanas, que tienden a alinearse con la normativa europea, sobre todo por razones de obligatoriedad. Desgraciadamente, la forma en que se aplican las normativas refleja la falta de experiencia y concienciación de las autoridades rumanas en materia de medio ambiente.

Normas aplicadas en Rumanía en materia de ACV

La evaluación del ciclo de vida se establece en la legislación nacional mediante las normas internacionales que se enumeran a continuación:

- [SR EN ISO 14021:2016](#) Etiquetas y declaraciones medioambientales -- Autodeclaraciones medioambientales (etiquetado medioambiental de tipo II).
Especifica los requisitos para las declaraciones medioambientales autodeclaradas, incluidas las declaraciones, los símbolos y los gráficos relativos a los productos. Además, describe una selección de términos comúnmente utilizados en las declaraciones medioambientales y establece las cualificaciones para su uso. Esta Norma Internacional también describe una metodología general de evaluación y verificación para las declaraciones medioambientales autodeclaradas y métodos específicos de evaluación y verificación para las declaraciones seleccionadas en esta Norma Internacional.
- [SR EN ISO 14024:2018](#) Etiquetas y declaraciones medioambientales -- Etiquetado medioambiental de tipo I -- Principios y procedimientos

Establece los principios y procedimientos para desarrollar programas de etiquetado ambiental Tipo I, incluida la selección de categorías de productos, los criterios ambientales del producto y las características funcionales del producto, y para evaluar y demostrar el cumplimiento. ISO 14024:2018 también establece los procedimientos de certificación para la concesión de la etiqueta.

- [SR EN ISO 14025:2010](#) - Etiquetas y declaraciones medioambientales -- Declaraciones medioambientales de tipo III -- Principios y procedimientos

Establece los principios y especifica los procedimientos para desarrollar programas de declaración medioambiental de Tipo III y declaraciones medioambientales de Tipo III. Establece específicamente el uso de la serie de normas ISO 14040 en el desarrollo de programas de declaración medioambiental de Tipo III y declaraciones medioambientales de Tipo III. La norma ISO 14025:2006 establece principios para el uso de la información medioambiental, además de los que figuran en la norma ISO 14020:2000.

- [SR EN ISO 14031:2014](#) - Gestión medioambiental -- Evaluación del comportamiento medioambiental - Directrices

Orienta sobre el diseño y el uso de la evaluación del comportamiento ambiental (EMA) en una organización. Es aplicable a todas las organizaciones, independientemente de su tipo, tamaño, ubicación y complejidad.

- [SR EN ISO 14044: 2007.](#) - Gestión medioambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos y directrices

Especifica los requisitos y proporciona directrices para la evaluación del ciclo de vida (ECV), incluida la definición del objetivo y el alcance de la ECV, la fase de análisis del inventario del ciclo de vida (ICV), la fase de evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV), la fase de interpretación del ciclo de vida, la elaboración de informes y la revisión crítica de la ECV, las limitaciones de la ECV, la relación entre las fases de la ECV y las condiciones para el uso de opciones de valor y elementos opcionales.

Ofrece orientación sobre el diseño y el uso de la evaluación del comportamiento ambiental (EPA) dentro de una organización. Es aplicable a todas las organizaciones, independientemente de su tipo, tamaño, ubicación y complejidad. La orientación de la norma ISO 14031:2013 puede utilizarse para apoyar el propio enfoque de una organización respecto a la EPE, incluidos sus compromisos con el cumplimiento de los requisitos legales y de otro tipo, la prevención de la contaminación y la mejora continua.

- [SR EN ISO 14045:](#) 2012 Gestión medioambiental. Evaluación de la ecoeficiencia de los sistemas de productos. Principios, requisitos y directrices

Describe los principios, requisitos y directrices para la evaluación de la ecoeficiencia de los sistemas de productos, incluidos: el objetivo y la definición del alcance de la evaluación de la ecoeficiencia; la evaluación medioambiental; la evaluación del valor del sistema de productos; la cuantificación de la ecoeficiencia; la interpretación (incluida la garantía de calidad); la elaboración de informes; la revisión crítica de la evaluación de la ecoeficiencia.

No se incluyen requisitos, recomendaciones ni directrices para la elección específica de categorías de impacto ambiental y valores. La aplicación prevista de la evaluación de la ecoeficiencia se tiene en cuenta durante la fase de definición del objetivo y el alcance, pero el uso real de los resultados queda fuera del ámbito de la norma ISO 14045:2012.

- [ISO/TS 14048](#): 2002 Gestión medioambiental. Evaluación del ciclo de vida. Formato de la documentación de datos

Esta Especificación Técnica proporciona los requisitos y una estructura para un formato de documentación de datos, que se utilizará para la documentación y el intercambio transparentes e inequívocos de datos de Análisis del Ciclo de Vida (ACV) e Inventario del Ciclo de Vida (ICV), permitiendo así una documentación coherente de los datos, la notificación de la recogida de datos, el cálculo de datos y la calidad de los datos, mediante la especificación y estructuración de la información pertinente.

El formato de la documentación de datos especifica los requisitos sobre la división de la documentación de datos en campos de datos, cada uno con una descripción explicativa. La descripción de cada campo de datos se especifica además mediante la estructura del formato de documentación de datos.

- [EN 15804 + A1](#): 2014. Desarrollo sostenible de las obras de construcción. Declaraciones medioambientales de productos. Normas básicas para la categoría de productos de construcción.
- [EN 15942: 2012](#). Sustainability of construction works. Environmental product declarations. Communication format business-to-business
- SR EN ISO 14040:2007 - Gestión medioambiental - Evaluación del ciclo de vida - Principios y marco

En los requisitos esenciales de la "Ley 10/1995 de calidad en la edificación", se regula el séptimo (7. Utilización sostenible de los recursos naturales):

- Los edificios deben proyectarse, ejecutarse y demolerse de forma que la utilización de los recursos naturales sea sostenible y, en particular, para garantizar lo siguiente

- a) La reutilización o reciclabilidad de los edificios, materiales y partes componentes, tras la demolición.
- b) La durabilidad de las construcciones.
- c) La utilización en la construcción de materias primas y secundarias compatibles con el medio ambiente.

Así pues, aunque la normativa rumana para el sector de la construcción menciona los requisitos esenciales, no existen metodologías específicas para aplicarlos.

La siguiente lista hace referencia a otras normativas importantes que implican el uso de instrumentos de ACV:



LEGE nr. 50 din 29 iulie 1991 privind autorizarea executării lucrărilor de construcții - Republicare*)	Ley nº 50 de 29 de julio de 1991 relativa a la autorización para la ejecución de obras de construcción - Reeditado *)
Planul Național de Gestionare a Deșeurilor	Plan Nacional de Gestión de Residuos
Legea nr. 211/2011 privind gestionarea deșeurilor	Ley nº 211/2011 de gestión de residuos
Legea nr. 101/2006 a serviciului de salubritate a localităților, cu modificările și completările ulterioare.	Ley n.º 101/2006 del servicio de saneamiento de las localidades, con sus posteriores modificaciones y complementos.
HG nr. 445/2009 privind evaluarea impactului anumitor proiecte publice si private asupra mediului	D.G. nº 445/2009 sobre la evaluación del impacto de determinados proyectos públicos y privados en el medio ambiente
Hotărârea Nr. 17 din 11 ianuarie 2012 pentru modificarea și completarea Hotărârii Guvernului nr. 445/2009 privind evaluarea impactului anumitor proiecte publice și private asupra mediului	Decisión nº 17, de 11 de enero de 2012, por la que se modifica y completa la Decisión Gubernamental nº 445/2009, relativa a la evaluación del impacto de determinados proyectos públicos y privados, sobre el medio ambiente.
Hotărârea nr. 668/2017 privind stabilirea condițiilor pentru comercializarea produselor pentru construcții, care înlocuiește Hotărârea nr. 622/2004 privind stabilirea condițiilor de introducere pe piață a produselor pentru construcții	Decisión n.º 668/2017 por la que se establecen las condiciones para la comercialización de productos de construcción, que sustituye a la Decisión n.º 622/2004 por la que se establecen las condiciones para la comercialización de productos de construcción
LEGE nr. 608 din 31 octombrie 2001 privind evaluarea conformității produselor	Ley nº 608, de 31 de octubre de 2001, sobre la evaluación de la conformidad de los productos.
Legea nr. 24/1994 pentru ratificarea Convenției-cadru a Națiunilor Unite asupra schimbărilor climatice, semnată la Rio de Janeiro la 5 iunie 1992	Ley nº 24/1994 de ratificación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, firmada en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992.
O.G nr. 68/2016 pentru modificarea și completarea Legii nr. 211/2011 privind regimul deșeurilor	OE núm. 68/2016 para modificar y completar la Ley nº 211/2011 sobre régimen de residuos.
Hotărârea nr. 204/2013 pentru modificarea și completarea Hotărârii Guvernului nr. 780/2006 privind stabilirea schemei de comercializare a certificatelor de emisii de gaze cu efect de seră	Decisión nº 204/2013 por la que se modifica y completa la Decisión del Gobierno nº 780/2006 por la que se establece el régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
Hotărâre nr. 236 din 07/03/2007 privind stabilirea unor măsuri pentru asigurarea aplicării Regulamentului Parlamentului European și al Consiliului nr. 1980/2000/CE din 17 iulie 2000 privind sistemul revizuit de acordare a etichetei ecologice comunitare	Decisión nº 236 de 07/03/2007 sobre el establecimiento de determinadas medidas para la aplicación del Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo de la UE nº. 1980/2000 / CE, de 17 de julio de 2000, relativo al sistema comunitario revisado de concesión de etiqueta ecológica

Hotărârea nr. 55/2011 privind stabilirea cerințelor în materie de proiectare ecologică aplicabile produselor cu impact energetic	Decisión nº 55/2011 por la que se establecen requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía
CRITERII din 14 iulie 2005 de acordare a etichetei ecologice pentru grupul de produse materiale pentru pardoseli rigide	CRITERIO de 14 de julio de 2005 relativo a la concesión de la etiqueta ecológica al grupo de materiales rígidos para suelos

Diferentes asociaciones profesionales u organizaciones no gubernamentales (ONG) promueven la aplicación de la legislación internacional adaptada a la realidad rumana que se enfrenta a importantes cuestiones relacionadas con el medio ambiente y las políticas sostenibles.

2.1.2 Polonia

Según la norma polaca PN-EN ISO 14044 de 2009, se define como "Recopilación y evaluación de entradas, salidas y posibles influencias medioambientales del sistema de producto durante su ciclo de vida". Las entradas son datos cuantitativos y cualitativos sobre los recursos y la energía utilizados para llevar a cabo el proceso analizado.

El efecto de este proceso, es decir, tanto los productos y servicios deseables como las emisiones y residuos son las salidas. El sistema producto se entiende como un conjunto de procesos materiales y energéticamente conectados unitariamente o sus partes más pequeñas.

El sistema de producto tiene, por supuesto, los límites establecidos por el diseñador dentro de los cuales se realiza el estudio de ACV, donde se pueden evaluar diferentes procesos de producción o etapas individuales de la tecnología. No es posible cortar los impactos que no son significativos para el estudio (aquellos con una pequeña contribución al impacto medioambiental global). Los límites del sistema de producto se muestran en el siguiente diagrama.

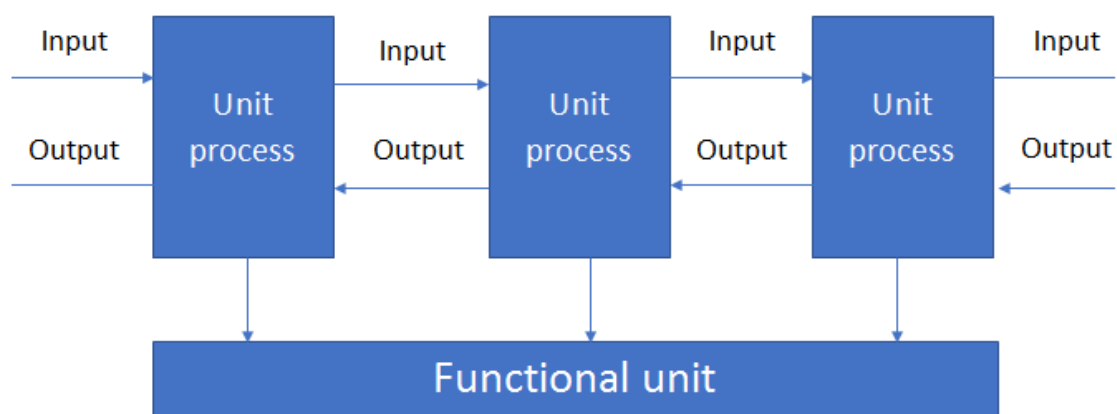


Diagram 1 - Los límites del sistema de productos, fuente Kulczycka 2011.

Otro concepto importante es la unidad funcional, determinada también por el investigador. Según la norma ISO, la unidad funcional es el efecto cuantitativo del sistema del producto utilizado como unidad de referencia en la investigación del ciclo de vida. Se pueden distinguir

tres tipos de unidades. La primera, la más sencilla, son las unidades físicas, como metros, kilogramos o kelvins. El segundo es un producto específico y su función, por ejemplo, la limpieza de 1.000 m³ de aguas residuales o de una determinada zona en el campo y la forma en que se utiliza. El último, el tercer tipo, es una combinación de unidades del primer tipo.

Una de las primeras publicaciones que fue una evaluación típica del ciclo de vida, en este caso del consumo de energía en los sistemas de producción, fue el informe presentado por Harold Smith en la Conferencia Mundial de la Energía de 1963. En los años siguientes, se iniciaron investigaciones a escala mundial para prever los cambios en la oferta de recursos de combustibles fósiles para los próximos años mediante la estimación de los cambios en la demanda de recursos naturales y energía. En Estados Unidos se desarrolló el modelo REPA (Resource and Environmental Profile Analysis), que permitía hacer comparaciones de las cantidades utilizadas de materiales, energía y residuos generados a partir de su declaración cuantitativa.

Los inicios propiamente dichos de los trabajos sobre ACV se remontan a la creación de una asociación no gubernamental denominada SETAC (Sociedad de Ciencias y Química Medioambientales) en 1978. En los años siguientes, se distinguieron dos escuelas de ACV, una estadounidense y otra europea, que tuvieron una enorme repercusión en la realización de investigaciones sobre este tema durante muchos años. En 2004 se creó una rama de la organización SETAC que opera en los países de Europa Central y Oriental (SETAC CEE). A día de hoy, sus miembros son principalmente representantes de la ciencia. Las tareas de SETAC CEE son, entre otras, promover y popularizar el ACV. La primera estructura técnica (procedimiento) ampliamente aceptada del ACV se publicó en 1993 en el documento "A Code of Practice". A mediados de los 90, la Organización Internacional de Normalización ISO empezó a trabajar en la normalización del área de la ECV y, como resultado, se creó un grupo de normas ISO 1404x. Basándose en ellas, se han preparado versiones en polaco de los documentos. Actualmente, las siguientes normas están en vigor en Polonia:

- PN-EN ISO 14040: 2009, Gestión medioambiental - Evaluación del ciclo de vida - Principios y estructura.
- PN-EN ISO 14044: 2009, Gestión medioambiental - Evaluación del ciclo de vida - Requisitos y directrices.

Estas normas describen los principios y la estructura de la evaluación del ciclo de vida (ECV) y proporcionan los requisitos y procedimientos necesarios para evaluar el ciclo de vida. El PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) también lleva a cabo estudios sobre la evaluación del ciclo de vida, pero el trabajo denominado Iniciativa del Ciclo de Vida es el que merece más atención, ya que es el resultado del trabajo tanto de SETAC como del PNUMA.

2.1.3 España

La etiqueta ecológica permite afirmar el comportamiento medioambiental positivo de un producto. Por lo tanto, estas ecoetiquetas se conceden a los productos con menor impacto ambiental teniendo en cuenta su ciclo de vida. Existen tres tipos: ecoetiquetas de tipo I, autodeclaraciones medioambientales (tipo II) y declaraciones medioambientales de producto (III). Las primeras ecoetiquetas son sistemas voluntarios que afirman el menor impacto

ambiental de un producto, las siguientes, las realiza el fabricante con o sin certificación de una autoridad competente, y las últimas son verificadas y establecen el comportamiento ambiental del producto.

En general, las ecoetiquetas evalúan aspectos como: la extracción y selección de la materia prima, el proceso de producción (consumo de energía, uso y consumo de agua, emisiones a la atmósfera y al agua, etc.), la gestión de residuos o la emisión de sustancias peligrosas.

La metodología para establecer la Declaración Ambiental de Producto (DAP) asume la UNE-EN ISO 14025 (Etiquetado Tipo III: Declaraciones Ambientales de Producto). En España, posteriormente aparece la UNE-EN 15804 que establece las Reglas de Categoría de Producto (RCP) y permite definir las reglas comunes para realizar una DAP específica para familias de productos. En 2018 se aprobó la norma UNE-CEN ISO/TS 14027:2018 para el desarrollo de estas PCR.

Cabe destacar que, según la UE, desde julio de 2013 los productos de construcción deben declarar su impacto ambiental en base al ACV (ACV), como DAP.

Las declaraciones ambientales de producto están relacionadas, entre otros documentos, con los siguientes:

Europa

- Iniciativa europea de Mercado Único de Productos Verdes.
- Resolución 2014/2208 (INI) sobre el uso eficiente de los recursos: avanzar hacia la economía circular: "El Parlamento Europeo, (...) insta a la Comisión a proponer, antes de finales de 2015, un indicador principal y un conjunto de subindicadores sobre el uso eficiente de los recursos, también en los servicios ecosistémicos; señaló que el uso de estos indicadores armonizados debe ser jurídicamente vinculante a partir de 2018 y que estos deben medir el consumo de recursos, incluidas las importaciones y exportaciones a nivel de la UE, los Estados miembros y la industria, y considerar todo el ciclo de vida de los productos y servicios, y tiene que basarse en la metodología de la huella ecológica y medir, al menos, el uso de la tierra, el agua, los materiales y el carbono".
- Contratación pública ecológica. Manual sobre contratación pública ecológica.
- Reglamento 305/2011 de Productos de Construcción. Para la evaluación del uso sostenible de los recursos y del impacto ambiental de las obras de construcción se debe utilizar la declaración ambiental de producto, cuando esté disponible.

España

- Real Decreto 187/2011 por el que se establecen los requisitos de diseño ecológico incluyendo la cobertura de todo producto relacionado con la energía - Artículo 10 "Presunción de conformidad y normas armonizadas": "(...) Asimismo las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) serán reconocidas por los organismos que gestionen programas de estas etiquetas ecológicas Tipo III según la norma "UNE-EN ISO 14025" siempre que dichas Declaraciones Ambientales de Producto sean conformes con los requisitos de diseño ecológico de las medidas de aplicación aplicables".

- Orden VIV/1744/2008, de 9 de junio, por la que se regula el Registro General del Código Técnico de la Edificación (CTE) - "Artículo 2. Organización. Organización: 2. (...) 2. En el Registro General del CTE se inscribirán, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 4 del CTE: (...) c) En la Sección 3, Registro General de Certificaciones, se inscribirán las certificaciones que promuevan la mejora de la calidad de la edificación a que se refiere el apartado 4.b) del artículo 4 del CTE siguientes: (...) c.3 Certificaciones ambientales del análisis del ciclo de vida del producto y otras evaluaciones ambientales de la edificación".
- Decreto 21/2006 - Apartado 6.2: Al menos una familia de productos utilizados en la construcción del edificio, entendiéndose como familia el conjunto de productos destinados al mismo uso, deberá disponer de un Distintivo de garantía de calidad ambiental de la Generalitat de Cataluña, Etiqueta Ecológica de la Unión Europea, Etiqueta Ambiental de AENOR, o cualquier otro tipo I de etiqueta ecológica, según la norma UNE-EN ISO 14024/2001 o tipo III, de acuerdo con la norma UNE 150025/2005 IN.

3. DECLARACIÓN MEDIOAMBIENTAL DE PRODUCTO Y ETIQUETAS ECOLÓGICAS

La etiqueta ecológica permite afirmar el comportamiento medioambiental positivo de un producto. Por lo tanto, estas ecoetiquetas se conceden a los productos con menor impacto ambiental teniendo en cuenta su ciclo de vida.

Existen tres tipos: ecoetiquetas de tipo I, autodeclaraciones medioambientales (tipo II) y declaraciones medioambientales de producto (III). Las primeras ecoetiquetas son sistemas voluntarios que afirman el menor impacto ambiental de un producto, las siguientes, las realiza el fabricante con o sin certificación de una autoridad competente, y las últimas son verificadas y establecen el comportamiento ambiental del producto.

En general, las ecoetiquetas evalúan aspectos como: extracción y selección de materias primas, proceso de producción (consumo de energía, uso y consumo de agua, emisiones a la atmósfera y al agua, etc.), gestión de residuos o emisión de sustancias peligrosas.

3.1 DECLARACIÓN MEDIOAMBIENTAL Y ECOETIQUETADO EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

3.1.1 Romania

El Consejo de la Construcción Ecológica de Rumanía ha establecido procedimientos para que los ACV centrados específicamente en las DAP se integren fácilmente en las herramientas de certificación medioambiental como GREEN HOMES y promueve instrumentos similares para el reconocimiento de puntos en la certificación internacional LEED o BREEAM. En el caso del

sistema de certificación Living Building Challenge, el pétalo Materiales está diseñado para fomentar una economía de materiales exitosa que sea no tóxica, transparente y socialmente equitativa. Los dos imperativos que aborda directamente Declare son el Imperativo 11 - Lista Roja y el Imperativo 14 - Apropiado abastecimiento.

En Rumanía no existe ningún organismo acreditado para emitir DAP y todas las declaraciones están siendo emitidas por entidades internacionales. El Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo en Edificios, Urbanismo y Desarrollo Regional Sostenible "URBAN INCERC", creado en 2009, es la única institución reconocida para realizar pruebas sobre materiales y emitir certificaciones de rendimiento.

Una cuestión importante en la aplicación del ACV es la gestión de residuos de materiales durante todo el ciclo de vida, principalmente en los residuos resultantes de la construcción de obras para edificación o demolición. Este tipo de especificaciones están reguladas por: Plan Nacional de Gestión de Residuos, Ley nº 211/2011 de gestión de residuos, Ley nº 101/2006 del servicio de saneamiento de las localidades, con posteriores modificaciones y complementos. Con la misma finalidad, existen normativas en curso de realización. Al mismo tiempo, existen diferentes decisiones municipales que controlan la gestión de residuos resultante del sector de la construcción, que evitan la difusión no deseada de residuos en el medio ambiente.

El tema de la Evaluación del Ciclo de Vida (ECV), como parte del enfoque del Análisis del Ciclo de Vida (ACV), necesita ser mejorado sustancialmente a escala nacional, no sólo hacia una legislación consolidada, sino también en las metodologías e instrumentos de implementación. Actualmente, tanto las autoridades rumanas como las asociaciones profesionales o las organizaciones no gubernamentales se esfuerzan por adaptarse a las tendencias internacionales, por adoptar las normativas internacionales relativas al desarrollo sostenible.

Al mismo tiempo, estos fenómenos se ven alentados por la evolución del mercado de la certificación de edificios ecológicos y las empresas se ven obligadas, tanto por la demanda como por la competencia, a promover productos más ecológicos y mejores.

3.1.2 Polonia

En Polonia (a 1 de marzo de 2017) existen cuatro sistemas internacionales de certificación multicriterio (por orden alfabético): BREEAM, DGNB, HQE y LEED. El quinto, el último WELL Building Standard, centrado únicamente en la evaluación del impacto de un edificio en el ser humano, cuenta con los cinco primeros registros del proyecto.

La ECV identifica los problemas medioambientales relacionados con productos y materiales y establece el punto de referencia para medir las mejoras. La ECV también se utiliza cada vez más en la investigación y el desarrollo de nuevos productos cuando la futura estructura de comercialización o de costes de un nuevo producto debe relacionarse con el medio ambiente. La creciente importancia de la ECV se pone de manifiesto en el etiquetado ecológico, cada vez más popular: producto ecológico. declaraciones (EPDs). EPDs are often forced by the market demand, for example LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) in construction. The benefit to LCA is vita: reliable, transparent data for both manufacturers and consumers, enabling better decisions how to produce and use materials and products.

3.1.3 España

Los organismos que emiten EPD con repercusión en España son:

- EPD System: organización internacional con sede en Suecia. Realiza EPD y PCR para todo tipo de productos. Las EPD son totalmente accesibles y se puede ver si se han realizado para una empresa concreta de un país. Aunque existen EPD para productos de la construcción, no es específico para este tipo de productos.

Web: <http://www.environdec.com/es/>

- EPD Aenor (EPD Global): Con sede en España. Realiza EPD y PCR, principalmente, por ahora, para productos de construcción. En la actualidad dispone de un elevado número de DAP en vigor, y en continuo crecimiento. Las EPD completas están disponibles en formato pdf. También se han firmado acuerdos con el sistema EPD para la internacionalización de las EPD de Aenor. El Código Técnico de la Edificación (CTE) es el marco normativo y reglamentario que establece los requisitos que deben cumplir los edificios en España. El CTE cuenta con un Registro General regulado por la Orden VIV/1774/2008 y creado para aumentar la transparencia y el control público de los instrumentos que facilitan la aplicación del CTE. Dentro de este registro se encuentra el Registro General de Certificaciones Ambientales del análisis de ciclo de vida en el que se inscribieron las primeras EPDs en septiembre de 2015 para los sectores de productos largos de acero y cemento verificadas por AENOR dentro de su GlobalEPD. En España existen en la actualidad dos Responsables del Programa:

- GlobalEPD Programa de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Aplicable a todos los sectores industriales pero especialmente activo en el sector de la construcción. Dispone de Instrucciones Generales que cumplen la norma ISO 14025 y requisitos específicos para el sector de la construcción basados en la norma EN 15804. Ha emitido PCR y EPD en los sectores del acero, cerámica, cemento y yeso, y está trabajando en otros como morteros, ladrillos y tejas o muebles. Forma parte de los Programas aprobados de la
- Plataforma ECO de la Asociación Europea y ha emitido Programa EPDc de la Agenda de Construcción Sostenible. Aplicable a la construcción y centrado en Cataluña.

En España, las tareas de elaboración de normas técnicas se llevan a cabo en el AEN/CTN 150/SC 3 "Etiquetado ecológico y ACV" de forma horizontal y en el AEN/CTN 198 "Sostenibilidad en la construcción".

Web: <https://www.en.aenor.com/certificacion/certificacion-de-producto/declaraciones-ambientales-de-producto/declaraciones-globalepd-en-vigor>

- EPD construcción: desarrollado por ITEC y COAAT de Barcelona. Específica para la construcción. Todas las EPD son accesibles en formato EPD. También han desarrollado un comparador de EPD para especificadores de productos de construcción.

Web: http://www.csostenible.net/index.php/es/sistema_dapc

Aparte de estos organismos, existen otras asociaciones o entidades que emiten o evalúan parámetros medioambientales relacionados con el ACV. Son las siguientes:

- GBC España: aunque GBC no es un organismo certificador de EPD, ha establecido procedimientos para que las EPD se integren fácilmente en las herramientas de certificación medioambiental de las agencias (GREEN BUILDING COUNCIL, LEED y BREEAM. Ámbito específico de la construcción.

Web: <http://materiales.gbce.es/declaracion-ambiental-de-productos/>

- OPENDAP: sistema abierto, donde se establecen evaluaciones ambientales de soluciones constructivas del CTE. Llevado a cabo por el Instituto Torroja y colaborando con el equipo ARCO2, en la actualidad no se dispone de EPD abiertas, únicamente se dispone de la información de las emisiones de CO2 emitidas por los materiales en las fases analizadas. Ámbito específico de la construcción.

Web: <http://www.opendap.es/>

- PRODUCT ENVIRONMENTAL FOOTPRINT: desarrollado por la UE, pretende ser un portal de referencia para las EPD europeas, de forma similar a la etiqueta ecológica (etiquetado de tipo I). Actualmente no se ha desarrollado ninguna EPD, pero las que se realicen estarán disponibles en abierto. Ámbito general, no específico de la construcción. Por otro lado, la Comisión Europea ha incluido dentro de la iniciativa de Mercado Único de productos verdes una propuesta de huella ambiental de producto (HAP). Esta metodología pretende establecer una serie de reglas para calcular y comunicar la información medioambiental y estaría en línea con los criterios de la norma internacional ISO 14025, marco para las EPD. Actualmente se están desarrollando varios proyectos piloto para la elaboración de DAP para estos productos. Desde el punto de vista de la construcción, existen normativas para los siguientes productos: tuberías, aislamiento térmico, chapas, pinturas y paneles fotovoltaicos.

Web: http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/ef_pilots.htm#pef.

- SUSTAINABLE LIFE: Huella ambiental obtenida a través del sello PEF. La huella ambiental presenta una visión global del impacto sobre el medio ambiente de un producto u organización, mientras que la huella de carbono se centra en el

cambio climático cuantificando las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Por otro lado, la huella hídrica analiza y cuantifica el uso del agua utilizando diferentes metodologías; mientras que la huella ecológica es un concepto desarrollado hace tiempo por la Global Footprint Network para indicar la superficie de aire, tierra y agua ecológicamente productiva necesaria para producir los recursos consumidos por una población o grupo y asimilar sus residuos. El estudio de la huella ambiental incluye y calcula la huella de carbono según ISO 14067 o ISO 14064 y el cálculo de la huella hídrica según ISO 14046 del producto u organización analizados. El análisis realizado por la Fundación Vida Sostenible ha abarcado exclusivamente a empresas, por lo que no evalúa por ahora productos.

Web: <http://www.vidasostenible.org/sellos-de-huella/>

- ECO-Platform: Los principales gestores de programas europeos han constituido la Asociación ECO-Platform, para las DAP del sector de la construcción. Esta Asociación pretende armonizar criterios para facilitar la libre circulación de productos en Europa, evitando barreras técnicas basadas en criterios medioambientales. Todas las DAP reconocidas por esta Asociación deben cumplir la Norma Europea EN 15804 y llevar un doble logotipo: el del Gestor del Programa en el que se realiza la verificación y el de ECO-Platform.
- La ECO-Plataforma aplica un sistema de auditoría por pares para aprobar a los Administradores de Programas de Verificación de DAP, a partir del cual publica una lista de Programas que pueden utilizar la Marca ECO-Plataforma. Los primeros Programas aprobados en esta Asociación (en 2014) fueron el español GlobalEPD de AENOR, el sueco International EPD AB, el alemán IBU y el austriaco Bau-EPD. Las primeras EPD de esta Asociación se entregaron el 16 de octubre de 2014 en Bruselas. Paralelamente, varios Administradores de Programas están estableciendo acuerdos bilaterales de reconocimiento mutuo, como el International EPD AB, el IBU y el GlobalEPD de AENOR.

Web: <http://www.eco-platform.org/>

- LEVELS: Desarrollado como marco común de la UE de indicadores básicos para la sostenibilidad de los edificios de oficinas y residenciales, Level(s) proporciona un conjunto de indicadores y métricas comunes para medir el rendimiento de los edificios a lo largo de su ciclo de vida. Además del rendimiento medioambiental, en el que se centra, también permite evaluar otros aspectos importantes relacionados con el rendimiento mediante indicadores y herramientas para la salud y el confort, el coste del ciclo de vida y los posibles riesgos futuros para el rendimiento. Su estructura es la siguiente:
 - 1. Macroobjetivos: Un conjunto global de seis macroobjetivos para el marco de Nivel(es) que contribuyen a los objetivos políticos de la UE y los

Estados miembros en ámbitos como la energía, el uso de materiales y los residuos, el agua y la calidad del aire interior.

- 2. Indicadores básicos: Conjunto de 9 indicadores comunes para medir el rendimiento de los edificios que contribuyen a alcanzar cada macroobjetivo.
- 3. Herramientas del ciclo de vida: Un conjunto de 4 herramientas de escenarios y 1 herramienta de recopilación de datos, junto con una metodología simplificada de Evaluación del Ciclo de Vida (ECV), que están diseñadas para apoyar un análisis más holístico del rendimiento de los edificios basado en el pensamiento del ciclo de vida completo.
- 4. Valoración y calificación del riesgo: Una lista de comprobación y un sistema de calificación proporcionan información sobre la posible contribución positiva a la valoración de una propiedad y la fiabilidad subyacente de las evaluaciones de rendimiento realizadas utilizando el marco de Nivel(es).

Además, el marco Level(s) pretende fomentar el concepto de ciclo de vida. Orienta a los usuarios desde un enfoque inicial centrado en aspectos individuales del rendimiento de los edificios hacia una perspectiva más holística, con el objetivo de ampliar el uso europeo de la Evaluación del Ciclo de Vida (ECV) y la Evaluación de los Costes del Ciclo de Vida (ECV).

Web: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/levels-common-eu-framework-core-sustainability-indicators-office-and-residential-buildings-0>

En base a trabajos previos de la Universidad de Sevilla (González-Vallejo et al, 2014; Martínez-Rocamora et al, 2016), se puede afirmar que los materiales de construcción que controlan, en el caso de España, los impactos ambientales en el proceso constructivo son: hormigón, acero, cerámica, aluminio, poliestireno y PVC.

Estos materiales suponen alrededor del 80% de estos impactos, incluyendo las emisiones de CO₂. Elegiremos materiales de este grupo y cuyas DAP sean de algunas de las empresas mencionadas anteriormente.

En resumen, las empresas activas en España que emiten y certifican EPD son: Sistema EPD (verificado por TECNALIA), EPD AENOR (verificado propio) y DAP construcción (verificador ITEC). Entre estas tres empresas estaremos en torno a las 100 EPD realizadas y actualmente en vigor en España.

A continuación vamos a comparar las principales características de estas certificaciones:

	Organismo	Disponible	Validez	Producto	Reglamento aplicado	Fases evaluadas	Verificador
Producto de lámina impermeabilizante de PVC DANOPOL	EPD system	YES (PDF)	18/05/2020	PVC	15804/14025	Cradle-gate	TECNALIA
Sistema de aislamiento térmico exterior	EPD AENOR	YES (PDF)	04/04/2022	Insulation	15804/14025	Cradle-grave	AENOR
CEMENTO CEM II	EPD AENOR	YES (PDF)	30/09/2019	Cement	15804/14025	Cradle-gate	AENOR
Gres porcelánico - Colorker	EPD construction	YES (PDF)	18/07/2021	Ceramic tile products	14025/21930	Cradle-grave	ITEC

4. REFERENCIAS

SR EN ISO 14040:2007, Management de mediu. Evaluarea ciclului de viață. Principii și cadru de lucru

Iyanki V. Muralikrishna, Valli Manickam, Environmental Management, Science and Engineering for Industry, Butterworth-Heinemann Publishing, 2017

Handbook of Clean Energy Systems, Jinyue Yan (Editor), Publisher: Wiley, 2015.

Life Cycle Assessment: Principles and Practice, EPA/600/R-06/060, 2006.

ISO 14040:2006 .

La declaración ambiental de producto. 1.ª edición. January 2015. Ihobe, Public Society of Environmental Management. Department of Environment and Territorial Policy. Basque government.

Guía sobre declaración ambiental de producto y cálculo de huella de carbono. 2014. Foundation of the Energy of the Community of Madrid.

UNE-EN ISO 14025:2010. Environmental labels and declarations. Type III environmental declarations. Principles and procedures.

UNE-EN 15804. Sustainability in construction. Environmental Declarations of product. Basic rules of construction product categories.

UNE-ISO 21930:2010. Sustainability in building construction. Environmental declaration of construction products.

https://www.google.pl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiO_KqAyY7iAhXNtYsKHQgNCjUQFjAFegQIABAC&url=http%3A%2F%2Fwww.poznan.pl%2Fmim%2Fpublic%2Fwos%2Fattachments.html%3Fco%3Dshw%26in%26parent%3D62706%26lang%3Dpl%26id%3D143644&usg=AOvVaw0dgiTjwNLNsiGhdUHoxiYd

Artículo sobre el uso del ACV en el tratamiento de aguas residuales.

<https://sourceable.net/life-cycle-assessment-for-buildings-is-taking-off-globally/>

Información sobre el uso de la metodología de ACV en todo el mundo. Necesidades de uso del ACV y tendencias positivas. Mejora del rendimiento de los proyectos.

<http://e-czytelnia.abrys.pl/ecomanager/2009-2-431/zarzadzanie-4341/lca-elementem-zarzadzania-srodowiskiem-10303>

Formas de uso del ACV a macro, mezo y microescala. Normas relacionadas. Ventajas y desventajas de la ECV. Disponible sólo en polaco.

<https://www.eebguide.eu/>

Orientaciones, plantillas de informes, materiales de formación y notas políticas sobre el uso del ACV en edificios y productos de construcción energéticamente eficientes. Muchos de los materiales están disponibles en francés, inglés y español..

http://zbc.uz.zgora.pl/Content/3256/PDF/adamczyk_doktorat.pdf

Tesis doctoral sobre el uso del ACV para la evaluación ambiental de edificios. Disponible sólo en polaco.

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjNuMuJ55zgAhWMISwKHayuDz0QFjAAegQICRAC&url=https%3A%2F%2Fatikteam.s3.amazonaws.com%2F552837c8166197f098d7918c63d14d%2F1323271252QA0RpXCZL5rhsVPicVobC7nRmC4ZV2Fq8Hw572UxzGCWUxdYFQ%3FAWSAccessKeyId%3DAKIAJRAGXI4N6PIQGVQ%26Expires%3D2147483647%26Signature%3DExk%252BvlfzX%252B7Cc5kLQOXDIZFHioQ%253D&usg=AOvVaw3I3vHHfTK8u5k7iK3W2fqQ>

El ACV aplicado a los asentamientos urbanos y a los estudios de morfología urbana. Artículo de siete páginas para descargar en formato PDF.

ftp://ftp.grenoble.cstb.fr/public/Fouquet/Proceedings-Avnir/divers/Sessions/6b_LCA%20as%20a%20decision%20making%20tool%20in%20building%20construction/257_Peuportier.pdf

Ecodiseño de asentamientos urbanos mediante ACV. Artículo en PDF listo para descargar.

https://www.researchgate.net/publication/304059699_LIFE_CYCLE_ASSESSMENT_AS_A_DESIGN_AID_TOOL_FOR_URBAN_PROJECTS

El ACV como herramienta de ayuda al diseño de proyectos urbanos.

http://www.lema.ulg.ac.be/research/suit/download/suit5.2f_ppaper.pdf



La ECV y la conservación del tejido urbano. Reflexiones sobre la validez del uso del ACV en el desarrollo urbano..

<https://www.energy.ca.gov/2013publications/CEC-500-2013-129/CEC-500-2013-129.pdf>

ACV y sostenibilidad urbana. El informe describe el desarrollo efectivo de la energía también en el sector de la construcción.

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewjNuMuJ55zgAhWMIswKHayuDz0QFjAGegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Fwww.mdpi.com%2F2071-1050%2F8%2F3%2F287%2Fpdf&usq=AOvVaw3jIGXBhUEKASfUNnzzx2TO>

Artículo: El ACV en la edificación: A Case Study on the Energy and Emissions Impact Related to the Choice of Housing Typologies and Construction Process in Spain. PDF listo para descargar.

http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC28171.pdf

Evaluación de Impacto y Ciclo de Vida mejora de la eficiencia energética en zonas urbanas. Modelos matemáticos capaces de integrar los diferentes aspectos del ACV.

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.918.7827&rep=rep1&type=pdf>

Ampliación del uso del ACV para captar los impactos inducidos en el entorno construido. Ilustración de cómo el ACV puede utilizarse para evaluar los impactos ambientales de los impactos inducidos - los impactos resultantes de la interacción de un edificio y su contexto urbano circundante.

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/8/3/035024/meta>

Cuantificación del metabolismo urbano mediante el acoplamiento con el marco de evaluación del ciclo de vida: desarrollo conceptual y estudio de caso.

<https://www.cbcsd.cz/wp-content/uploads/2017/09/Mastrucci-Marvuglia-Benetto-and-Leopold-Spatially-and-temporally-explicit-Life-Cycle-Assessment-of-building-stock-retrofitting-actions-at-the-urban-scale.pdf>

Este artículo presenta un enfoque para el ACV de la rehabilitación del parque de viviendas basado en SIG y que considera explícitamente las dimensiones espacial y temporal.

<https://www.sintef.no/globalassets/project/lore-lca/deliverables/lore-lca-wp3-d3.2-armines.pdf>

El trabajo sobre edificios y construcciones de bajo consumo de recursos mediante el uso del ACV en el diseño y la toma de decisiones.

<http://www.bvsde.paho.org/bvsaia/fulltext/lifecycle.pdf>

Análisis del ciclo de vida del entorno construido. El artículo analiza la finalidad del ACV y su aplicación en el entorno construido.

<https://cshub.mit.edu/sites/default/files/documents/LCAforResidentialBuildings.pdf>

Life Cycle Assessment for Residential Buildings: A Literature Review and Gap Analysis.

http://www.irishlandscapeinstitute.com/wp-content/uploads/2017/02/161117_LCA_LVIA_Linear_Infrastructure_Draft-3.compressed.pdf

El ACV y la EVIV como herramientas principales para el diseño y la construcción de infraestructuras lineales.

<https://core.ac.uk/download/pdf/82527681.pdf>

ACV medioambiental de un edificio residencial en Egipto: Un caso de estudio.

http://www.inive.org/members_area/medias/pdf/Inive%5CIAQVEC2007%5CZhang_4.pdf

Comparación del ACV en edificios de oficinas construidos en acero y hormigón: estudio de un caso práctico.

<http://www.ibpsa.org/proceedings/BS2015/p2645.pdf>

Material a través de escalas: combinar el análisis del flujo de materiales y el ACV para fomentar la eficiencia en un parque de edificios de barrio.

http://sections.arcelormittal.com/fileadmin/redaction/6-Sustainability/CTBUH_LCAReport.pdf

ACV de sistemas estructurales de edificios altos. Amplio documento en formato PDF.

http://www.ztch.umcs.lublin.pl/materialy/rozdzial_25.pdf

"Application of LCA technique in ecological evaluation of products, technology and waste management" Artículo disponible sólo en polaco.

<https://plgbc.org.pl/wp-content/uploads/2017/05/Polish-Certified-Green-Buildings-2017.pdf>

Artículo "Polish Certified Green Buildings in Numbers" en inglés.