



## Evaluación del impacto del Ciclo de Vida y mejora de la eficiencia energética en áreas urbanas

**Autor:** Marina Isasa Sarralde

**Institución:** Escuela Superior de Comercio Internacional (ESCI)

**Otros autores:** Cristina Gazulla Santos (Cátedra UNESCO de Ciclo de Vida y Cambio Climático ESCI-UPF); Ignacio Zabalza (CIRCE), David Alejandro Zambrana (CIRCE); Xabat Oregi (TECNALIA); Paulo Partidario (Laboratório Nacional de Energia e Geologia - LNEG); Maxime Pousse (Nobatek - Centre de Ressources Technologiques)

## Resumen

Las áreas urbanas tienen un consumo de suelo inherente a su disposición sobre el territorio, que se caracteriza por la gran durabilidad de la edificación, por la demanda de la infraestructura necesaria para proveerlo, y por su irreversibilidad que lo hace prácticamente imposible de recuperar. Además, la edificación implica la previa urbanización del suelo, lo que supone la disposición de infraestructuras de movilidad de todo tipo –calles y carreteras, agua, alcantarillado, recogida de residuos domésticos, electricidad, gas, etc.– que suponen una ocupación del suelo considerable. Asimismo la disposición de nuevos stocks de edificación sobre el territorio genera nuevas demandas de movilidad que multiplica la necesidad de infraestructuras de escala comarcal y regional, con más ocupación de espacio.

Dada la relevancia de la huella ambiental de los proyectos edificatorios, es necesario buscar metodologías adecuadas de carácter global que incluyan todas las etapas de su ciclo de vida con el objetivo de reducir su impacto ambiental y maximizar la eficiencia de recursos naturales. La metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) constituye el mejor marco disponible para ello.

Para acercar el ACV al sector de la edificación y permitir su aplicación, el proyecto EnerBUILCA 'Life Cycle Assessment for Energy Efficiency in Buildings', financiado por el Programa SUDOE Interreg IV B y cofinanciado con fondos FEDER (2010- 2012) ha puesto a disposición de los profesionales del sector de la construcción tres productos principales: una base de datos de impactos ambientales de productos de la construcción, una herramienta informática de aplicación de ACV en edificios y una plataforma on-line relevantes a España, Francia y Portugal. Su aplicación está contribuyendo a la promoción del estándar Edificios de Emisiones de Ciclo de Vida Casi Cero. El proyecto URBILCA, financiado por el mismo programa y en curso, surge de la posibilidad de capitalizar los productos y resultados del proyecto EnerBuiLCA. Asimismo URBILCA amplía la escala espacial del ACV extendiendo los límites del sistema de los edificios a las áreas urbanas e incorpora la fase de fin de vida a la evaluación de los edificios y áreas urbanas.

Esta comunicación se presenta en el marco del proyecto URBILCA con el objetivo de dar a conocer el método de aplicación de ACV al contexto urbano desarrollado.

**Palabras clave:** Urbanismo, edificación, ACV

## 1. Introducción al proyecto URBILCA:

Las áreas urbanas tienen un consumo de suelo inherente a su disposición sobre el territorio que se caracteriza por la gran durabilidad de la edificación, por la demanda de la infraestructura necesaria para proveerlo, y por su irreversibilidad –física y económica– que lo hace prácticamente imposible de recuperar. Además, la edificación implica la previa urbanización del suelo, lo que supone la disposición de infraestructuras de movilidad de todo tipo –calles y carreteras, agua, alcantarillado, recogida de residuos domésticos, electricidad, gas, teléfono, etc.– que suponen una ocupación del suelo considerable. Asimismo la disposición de nuevos stocks de edificación sobre el territorio genera nuevas demandas de movilidad que multiplica la necesidad de infraestructuras de escala comarcal y regional, con más ocupación de espacio.

El impacto ambiental directo e indirecto (a lo largo de todo el ciclo de vida) de la edificación en Europa y en particular en España puede resumirse en las siguientes cifras:

- Entre el 33 y el 42% del consumo de energía primaria, la mitad del cual se destina a climatización.
- Entre el 35 y el 50% de las emisiones de GEI.
- El 40% del consumo de recursos minerales.
- El 50% de la generación de los residuos sólidos.
- El 18% del consumo total de agua y más aún si el análisis se realiza por cuencas.

Dada la relevancia de la huella ambiental de los proyectos edificatorios, es necesario buscar metodologías adecuadas de carácter global que incluyan todas las etapas de su ciclo de vida para reducir su impacto ambiental y maximizar la eficiencia de recursos naturales.

En este sentido, la reciente comunicación sobre las oportunidades para la eficiencia de recursos en el sector de la construcción (CE 2014) pone en manifiesto que la eficiencia energética en edificios en su fase de uso ya está considerada en las políticas existentes y que es necesario centrarse en los materiales (incluyendo los residuos de construcción y demolición), el agua y la energía embebida, para lo que propone la consideración del uso de recursos y sus impactos ambientales asociados a lo largo del ciclo de vida de los edificios, desde la extracción de las materias primas a la demolición y el reciclado de los materiales (fin de vida).

En general, la aplicación del ACV en la edificación conlleva una mayor complejidad con respecto a otros sistemas más sencillos, como por ejemplo, la fabricación de productos y componentes. Para asistir en la aplicación de esta metodología a los edificios, además de los estándares de ACV generales ISO 14040 (ISO 2006a) e ISO 14044 (ISO 2006b), existe un conjunto de estándares metodológicos publicados por parte del Comité Técnico

350 “Sustainability of construction works” del Comité Europeo de Normalización. Estos, proporcionan un método de cálculo basado en el ACV para evaluar el comportamiento medioambiental de un edificio y comunicar los resultados de dicha evaluación.

En lo referente al contexto urbano, no existe un marco Europeo que normalice la aplicación del ACV a las urbanizaciones. La Institución de Normalización Británica (BSI) sin embargo, ha publicado la norma PAS 2070:2013 (BSI 2013) que especifica como evaluar las emisiones de gases de efecto invernadero de una ciudad o zona urbana teniendo en cuenta la perspectiva de ciclo de vida.

Para acercar la metodología del ACV al sector de la edificación y permitir su aplicación, el proyecto EnerBuiLCA “Life Cycle Assessment for Energy Efficiency in Buildings”, financiado por el Programa SUDOE Interreg IV B y cofinanciado con fondos FEDER (2010- 2012) ha puesto a su disposición tres productos principales: una base de datos de impactos ambientales de productos de la construcción, una herramienta informática de aplicación de ACV en edificios y una plataforma on-line relevantes a España, Francia y Portugal.

El proyecto URBILCA, también financiado por el Programa SUDOE Interreg IV B y cofinanciado con fondos FEDER, surge de la posibilidad de capitalizar los productos y resultados del proyecto EnerBuiLCA. En lo que respecta a la herramienta EnerBuiLCA, se plantea la necesidad de ampliar la escala espacial del ACV, extendiendo los límites del sistema de los edificios a las áreas urbanas, concebidas como una agrupación de edificios e infraestructuras que proporcionan una serie de servicios y permiten el desarrollo de actividades como la movilidad de los habitantes. Asimismo, se identifica la necesidad de incorporar la fase de fin de vida a la evaluación de los edificios (y áreas urbanas).

## **2. Objetivos**

El objetivo de esta comunicación es recoger el trabajo que se está realizando en el contexto del Proyecto URBILCA de capitalización del proyecto EnerBuiLCA.

Para ello, se presentan los resultados del proyecto EnerBuiLCA y se explica el trabajo desarrollado hasta la fecha en la adaptación de esta herramienta al contexto urbano- proyecto URBILCA- para promover el ahorro de energía, materias primas y la reducción de impactos ambientales derivados de la gestión de las áreas urbanas durante su ciclo de vida, objetivo final del proyecto.

Se presenta también la metodología del análisis de ciclo de vida como técnica de evaluación en la edificación y planificación de áreas urbanas.

### 3. Metodología de la herramienta

La herramienta EnerBuiLCA se basa en la metodología del ACV, como se describe en las normas ISO. Las especificaciones técnicas y los métodos de cálculo establecidas por las normas europeas de sostenibilidad en la construcción (CEN 2010; CEN 2011a; CEN 2011b y CEN 2012) también se han considerado en el desarrollo de la herramienta.

Mediante la introducción de información básica sobre el edificio por parte del usuario, la herramienta EnerBuiLCA permite la evaluación de “proyectos” de edificios y obtiene resultados de impacto de energía (MJ) y kg de CO<sub>2</sub> eq expresado en función de la superficie de edificio (m<sup>2</sup>) y de la fase de ciclo de vida del edificio (producción, construcción y uso).

La herramienta URBILCA, extiende sus límites para permitir la evaluación de “proyectos” de urbanizaciones y obtener resultados de impacto de energía (MJ) y kg de CO<sub>2</sub> eq expresado en función de la superficie de la urbanización (ha) y de la fase de ciclo de vida de la urbanización (producción, construcción, uso y fin de vida). A diferencia de EnerBuiLCA, URBILCA además de incluir la fase de fin de vida, considera también el consumo de agua en fase de uso a nivel de edificio y urbanización.

URBILCA incluye así los módulos para poder evaluar los impactos de ciclo de vida asociados a los procesos e infraestructuras del tratamiento de residuos (RCD y RSU), ciclo de agua y movilidad urbana, instalaciones para climatización y producción eléctrica y térmica, instalaciones de alumbrado público, explanaciones y movimientos de tierra y adsorción de CO<sub>2</sub> por las zonas verdes. La herramienta URBILCA utiliza las directrices incluidas en las normas ISO y CEN mencionadas y en la guía EeBGuide para adaptarlas a un contexto urbano, en ausencia de una normativa más específica y desarrolla su propia metodología.

URBILCA incluye también un módulo de cálculo para comparar escenarios que permite al usuario comparar una misma urbanización en diferentes condiciones de diseño y uso.

#### ***Límites del sistema***

La herramienta EnerBuiLCA permite la evaluación de las etapas de producción, construcción y uso de un edificio o solución constructiva. URBILCA amplía los límites del sistema para incluir la etapa de fin de vida, no incluida en EnerBuiLCA, además de los diferentes módulos urbanos. Las fases de ciclo de vida del edificio y de la urbanización se dividen de acuerdo a los módulos de ciclo de vida de los edificios establecidos en la norma UNE-EN 15978 (CEN, 2011b).

En la **etapa de producción** se incluyen los procesos relacionados con el suministro de materias primas (A1), el transporte hasta la puerta de la fábrica (A2) y los procesos de fabricación de los productos de construcción (A3), incluyendo el tratamiento de los residuos derivados de estos procesos. URBILCA incluye también los procesos de

producción de las diferentes instalaciones e infraestructuras que dan servicio a las urbanizaciones y que se encuentran dentro del perímetro del área urbana.

La **etapa de construcción** incluye el transporte de los productos de construcción de la puerta de la fábrica a obra (A4), el consumo de electricidad y combustible de la maquinaria para los procesos de construcción (A5) y el transporte de los residuos generados en obra (A5). URBILCA incluye en esta fase también las actividades de movimientos de tierra y explanaciones asociados a los procesos de construcción de los diferentes elementos de la infraestructura urbana.

En la **etapa de uso** se tiene en cuenta el uso de energía operacional (B6) para calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria e iluminación, así como la contribución de los sistemas de energía renovable de los edificios. URBILCA considera asimismo las actividades asociadas a la gestión de residuos sólidos urbanos; movilidad urbana; adsorción de CO<sub>2</sub> por parte de zonas verdes y demanda de energía de distrito que se sumará a la de los edificios. URBILCA considera también el uso de agua en servicio (B7) de los edificios y de la urbanización, parámetro no contemplado en la herramienta EnerBuiLCA, y diferencia entre consumo de agua de red y consumo de agua reciclada. El consumo de agua de red está asociado a un impacto ambiental correspondiente al del abastecimiento de agua y sus tratamientos previos y posteriores, mientras que el consumo del agua reciclada está libre de impacto. Se incluyen también las actividades de sustitución de los productos que forman parte de la solución constructiva (B4) y de los elementos que forman parte de la infraestructura urbana.

La **etapa de fin de vida** incluida en URBILCA exclusivamente, considera el impacto de los procesos de de-construcción y demolición (C1); transporte de residuos (C2); reutilización, recuperación o reciclaje (C3); y Vertido (C4) de los RCD de los edificios y elementos de la infraestructura de la urbanización.

### **Bases de datos**

El software EnerBuiLCA se alimenta de una base de datos que ha sido específicamente creada para el proyecto. La estrategia seguida para el desarrollo de esta base de datos consiste en la recopilación de información ambiental disponible de Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) de productos de la construcción de diferentes sistemas de ecoetiquetado como el DAPc, Deklaration Umwelt, el Sistema Internacional EPD etc, lo que simplifica en gran medida la fase de análisis de inventario de ciclo de vida.

Se han desarrollado 3 bases de datos diferentes: (1) una de los productos de construcción; (2) otra de soluciones constructivas, incluyendo información ambiental y técnica de las soluciones representativas para España, Francia y Portugal, y (3) una última con información genérica que incluye información sobre las fuentes de energía y el transporte.

URBILCA amplía esta base de datos para incluir la información ambiental sobre los elementos de la infraestructura, más de 133, que permiten evaluar el comportamiento de la zona urbana. La base de datos de URBILCA recoge información sobre la unidad

funcional, energía primaria (MJ) desglosada en renovable y no renovable, y kg de CO<sub>2</sub> equivalentes para cada uno de los sistemas de infraestructuras considerados. Para obtener esta información de ciclo de vida, se han desarrollado modelos utilizando la versión 3.01 de Ecoinvent. Además de esto, la base de datos incluye información sobre la cantidad de tierra asociada a la instalación de cada uno de los sistemas considerados, si es aplicable, además de información sobre el peso de los materiales que los componen y su desglose según su tipología (inerte o ferroso) para permitir calcular el impacto de tratamiento de fin de vida de las instalaciones. Además se ha recopilado la información ambiental asociada a los procesos genéricos sobre los diferentes métodos de tratamiento de RSU según su composición, así como de los procesos de abastecimiento de agua, no incluidos en EnerBuiLCA.

### ***Categorías de impacto***

En cuanto a las **categorías de impacto** a considerar, como primera aproximación, EnerBuiLCA solo contempla una categoría de impacto ambiental (el calentamiento global) y un indicador de impacto (el consumo de energía primaria). Esto es debido a que se pretende que esta herramienta sea un paso preliminar o entrenamiento para un usuario no experto en ACV, antes de pasar a utilizar la metodología completa. URBILCA incluye asimismo el indicador de impacto de consumo de agua.

### ***Interfaz con el usuario***

URBILCA integra EnerBuiLCA a través de los edificios. Es decir, en la herramienta URBILCA existen dos tipos de proyectos: “proyecto edificio” (o EnerBuiLCA) y “proyecto urbanización”. En la definición del “proyecto urbanización” el usuario, tras definir el País en el que se encuentra su proyecto, completa tres pasos principales que son: (1)- la descripción de la urbanización; (2)- la caracterización de los edificios que forman parte de la urbanización; y (3)- la caracterización de los módulos de infraestructuras, instalaciones y procesos que forman parte de la urbanización.

Figura 1: Captura de imagen de la interfaz de la herramienta URBILCA.

Información general ▼

Características ▲

¿Cuál es el PAÍS del proyecto?

España





✓ Descripción de la urbanización:  [Descripción de la Urbanización](#)

Añadir edificios de la Urbanización: 

✓ Añadir módulos de infraestructuras, instalaciones y procesos de la urbanización:  [Caracterización Infraestructura](#)

Se caracterizan los módulos que componen la urbanización por fase de ciclo de vida, que incluyen:

- Infraestructuras y procesos de los Residuos Sólidos Urbanos.
- Infraestructuras y procesos del agua distribuida y tratada.
- Infraestructuras y procesos del agua pluvial.
- Viales e Infraestructuras para la movilidad urbana.
- Instalaciones de distrito y procesos para la producción eléctrica.
- Instalaciones de distrito y procesos para la producción térmica.
- Instalaciones de alumbrado público.
- Procesos de explanaciones de movimientos de tierra.
- Infraestructura y procesos de las zonas verdes.

La descripción de la urbanización (1) consiste en la cumplimentación por parte del usuario de una serie de campos de información relativos a la urbanización.

Tabla 1: Información a rellenar por el usuario para la descripción de la urbanización

a) Nombre de la urbanización
b) Municipio
c) País
d) Área geográfica
e) Capital de provincia
f) Zona climática del municipio
- Grados día calefacción
- Grados día refrigeración
g) Superficie de la urbanización (ha)
h) Tipo de zona urbana
i) Horizonte temporal de vida de la urbanización
j) Tamaño del proyecto urbano (número de habitantes)
k) Índice de ocupación espacial
- Habitantes de la urbanización/ha
- Ocupantes de la urbanización/ha

La caracterización de los edificios (2) consiste en la definición del “proyecto edificio” tal y como se conoce en EnerBuiLCA. De esta manera, URBILCA permite crear un “proyecto edificio” de cero completando el proceso de creación de edificios de EnerBuiLCA o

escoger unos edificios “tipo” de la base de datos URBILCA. En cualquiera de los dos casos, la estructura y definición de los edificios sigue la del “proyecto edificio” de EnerBuiLCA. En esta fase, el usuario puede definir el número y tipología de edificios que forman la urbanización. La tipología de edificios considerados tanto en EnerBuiLCA como en URBILCA incluye edificios residenciales (viviendas, unifamiliar); oficinas; comerciales; asociados a logística y tecnología; a salud y tercera edad; a el arte y la comunicación; edificios públicos; y otros tipos.

Por último, la caracterización los módulos de infraestructuras, instalaciones y procesos que forman parte de la urbanización (3) consiste en caracterizar los módulos que componen la urbanización por fase de ciclo de vida.

#### **4. Resultados esperados y conclusiones**

Desde el punto de vista científico, entre los hitos más relevantes de URBILCA cabe destacar la creación de modelos matemáticos de los procesos e infraestructuras asociados al ciclo de vida de las áreas urbanas, incluyendo las principales alternativas planteables para el suministro de agua, electricidad y combustibles, la movilidad de los usuarios, así como la recogida y tratamiento de los vertidos y residuos generados.

La herramienta se validará en 6 casos de estudio de diferentes regiones de España, Francia y Portugal. Los resultados obtenidos permitirán evaluar el nivel de sostenibilidad de distintas tipologías de áreas urbanas a lo largo de todas las etapas que forman parte de su vida útil: diseño, construcción, uso, mantenimiento, derribo o desconstrucción y disposición final. Asimismo se establecerán recomendaciones para la mejora del marco normativo relativo a la eficiencia energética y el impacto ambiental de las áreas urbanas.

La aplicación de EnerBuiLCA está contribuyendo así a la difusión de la utilización del ACV en el sector de la edificación y a la promoción del estándar Edificios de Emisiones de Ciclo de Vida casi cero, inspirado en el concepto de Edificios de Energía Casi Nula.

La metodología desarrollada en URBILCA supone un paso adelante en el desarrollo de metodologías para introducir la perspectiva de ciclo de vida en la evaluación ambiental de las zonas urbanas y su utilización en el desarrollo de políticas urbanas.

## 5. Referencias

- Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions On Resource Efficiency Opportunities in the Building sector COM (2014) 445 final.
- ISO, 2006a UNE-EN ISO 14040:2006. Gestión Ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia.
- ISO, 2006b. UNE-EN ISO 14044:2006. Gestión Ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos y directrices.
- British Standard Institution, 2013. The British Standards Institution. PAS 2070: 2013. Specification for the assessment of greenhouse gas emissions of a city. Direct plus supply chain and consumption-based methodologies.
- CEN, 2010. CEN/TC 350. EN 15643-1:2010, Sustainability of Construction Works – Assessment of Buildings – Part 1: General Framework.
- CEN, 2011a .CEN /TC 350. EN 15643-2:2011, Sustainability of Construction Works – Assessment of Buildings – Part 2: Framework for the Assessment of Environmental Performance.
- CEN, 2011b. CEN/TC 350. EN 15978:2011 Sustainability of construction works - Assessment of environmental performance of buildings - Calculation method
- CEN 2012. CEN/TC 350. EN 15804:2012. Sustainability of Construction Works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products.