

# PONENCIA REF 69-ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA SECTORIAL DE LA BALDOSA CERÁMICA

**G. Benveniste<sup>(1)</sup>, C. Gazulla<sup>(1)</sup>, P. Fullana<sup>(1)</sup>, I. Celades<sup>(2)</sup>, T. Ros<sup>(2)</sup>, R. Moliner<sup>(2)</sup>, V. Zaera<sup>(3)</sup> y B. Godes<sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup> Grupo de Investigación en Gestión Ambiental (GiGa). Escola Superior de Comerç Internacional (ESCI), Universitat Pompeu Fabra (UPF). Barcelona. España.

<sup>(2)</sup> Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE), Universitat Jaume I. Castellón. España.

<sup>(3)</sup> Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos (ASCER). Castellón. España.

**Palabras clave:** Baldosas cerámicas, impacto ambiental, análisis de ciclo de vida

## Resumen

Las baldosas cerámicas, como cualquier producto de origen industrial, generan impactos ambientales a lo largo de todo su ciclo de vida, es decir, desde la extracción de las materias primas hasta la valorización o eliminación final del producto, pasando por su distribución, uso y mantenimiento. Conocer la magnitud y naturaleza de estos impactos es fundamental para poder focalizar los esfuerzos de reducción y, mejorar la sostenibilidad del producto frente a otros productos emergentes y materiales competidores.

Para ello, se propone la realización de un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de la baldosa cerámica a nivel sectorial, con el fin de obtener unos valores de referencia científicamente válidos y objetivos, sobre las diferentes cargas ambientales de la baldosa cerámica. La metodología de trabajo seguida para la elaboración del ACV, se basa en las normas de referencia: UNE EN ISO 14040:2006 y UNE EN ISO 14044:2006.

En el proceso de obtención de los datos de inventario necesarios para la realización del ACV, han participado más de 50 empresas españolas del sector cerámico (fabricantes de producto acabado, atomizado, esmaltes, etc.). Para completar los datos relativos a otras etapas del ciclo de vida de la baldosa, se ha utilizado información bibliográfica y la base de datos del programa informático GaBi de PE International<sup>1</sup>.

Por otro lado, en el mismo estudio se ha procedido a la redacción de unas Reglas de Categoría de Producto (RCP) para las baldosas cerámicas, de forma que éstas se puedan utilizar en el desarrollo de Declaraciones Ambientales de Producto (DAP). En la redacción de las RCP se están siguiendo las normas UNE EN ISO 14025 e ISO 21930. Estas RCP se desarrollarán en el marco del sistema DAPc (promovido por la Generalitat de Catalunya y CAATEB<sup>2</sup>), una vez que éstas sean aprobadas, las empresas del sector cerámico podrán aplicarlas para obtener una ecoetiqueta tipo III verificada por tercera parte.

Las entidades participantes en este estudio han sido el Grupo de Investigación de Gestión Ambiental (GiGa, ESCI-UPF) y el Instituto de Tecnología Cerámica (ITC-AICE), contando con la colaboración de la Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos (ASCER) a través de sus asociados.

<sup>1</sup> <http://www.gabi-software.com/gabi/gabi-4/>

<sup>2</sup> Col.legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics i Enginyers de Barcelona

## 1 Introducción

La fabricación de baldosas cerámicas, como cualquier producto de origen industrial, genera una serie de impactos ambientales a lo largo de todo su ciclo de vida. Una metodología que permite analizar y evaluar dichos impactos para poder centrar esfuerzos en su reducción y, mejorar al mismo tiempo la sostenibilidad del producto, es el Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

Merece la pena resaltar que la información obtenida en este tipo de trabajos permite mejorar la competitividad de un producto frente a otros alternativos o emergentes, además, el enfoque de ciclo de vida es la aproximación más apropiada para esta finalidad, ya que permite tratar los aspectos ambientales más allá de los límites locales de los sistemas analizados, evitando el problema de posibles desplazamientos a lo largo de los procesos de la cadena de producción o de diferentes categorías de impacto.

Así, por ejemplo, a menudo determinadas soluciones constructivas se presentan como "ecológicas" porque mejoran aspectos ambientales muy concretos en determinadas etapas del ciclo de vida de los edificios – como puede ser su fabricación –. Sin embargo, cuando son analizadas de una manera más integrada y se consideran otras etapas del ciclo de vida – como su utilización, mantenimiento o disposición final –, estas soluciones pierden sus ventajas en comparación a otras. Por lo tanto, el enfoque de ciclo de vida, ayuda a la toma de decisiones con rigor científico a la hora de escoger las mejores tecnologías disponibles y minimizar desde su diseño el impacto ambiental de los productos.

Para la realización del ACV, hay una fase crítica como es la obtención de datos de inventario sobre el proceso de fabricación de las baldosas cerámicas, en el proceso de recabar toda esta información, han participado más de 50 empresas españolas del sector de la baldosa cerámica (fabricantes de producto acabado, atomizado, esmaltes, etc.). Las empresas participantes representan alrededor del 40% de la producción de baldosas y, alrededor de un 50% de la producción de gránulo atomizado del total de la producción sectorial. Para completar los datos relativos a otras etapas del ciclo de vida de la baldosa (uso y gestión de residuos) y a procesos genéricos (producción de electricidad, combustibles, transportes...) se ha utilizado información bibliográfica y la base de datos del programa informático GaBi de PE International<sup>3</sup>.

Con toda esta información se pretende obtener unos valores de referencia científicamente válidos y objetivos sobre las cargas ambientales de la baldosa cerámica durante todo su ciclo de vida. En la realización del estudio se están aplicando las normas ISO sobre ACV (UNE EN ISO 14040:2006 y UNE EN ISO 14044:2006).

Una aplicación del ACV, es la elaboración de Declaraciones Ambientales de Producto (DAP), éstas – también llamadas EPD (*Environmental Product Declarations*) o ecoetiquetas tipo III – se basan en estudios de ACV y permiten la divulgación y difusión de información ambiental cuantificada sobre el ciclo de vida de un producto.

Para que las DAP realizadas por distintos fabricantes sean coherentes entre sí, es fundamental que sigan las mismas directrices sobre cómo aplicar la metodología del ACV. Estas directrices reciben el nombre de Reglas de Categoría de Producto que, entre otras cosas, determinan cómo debe ser la unidad funcional, las categorías de impacto, las etapas del ciclo de vida o la calidad de los datos. Una vez desarrolladas las RCP, las empresas, de forma independiente, podrán elaborar estudios de ACV y Declaraciones Ambientales de Producto de sus productos individuales.

La redacción de las RCP es otra de las tareas del presente estudio, para ello se están siguiendo las normas UNE EN ISO 14025 e ISO 21930. Las RCP se desarrollarán en el

---

<sup>3</sup> <http://www.gabi-software.com/gabi/gabi-4/>

marco del sistema DAPc (promovido por la Generalitat de Catalunya y CAATEB<sup>4</sup>), el primero de ecoetiquetado de productos de la construcción en España. Una vez aprobadas, las empresas del sector podrán aplicarlas para obtener una ecoetiqueta tipo III verificada por tercera parte.

## 2 Objetivos del estudio

Los objetivos del presente estudio son:

- Obtener unos valores de referencia científicamente válidos y objetivos sobre las cargas ambientales de la baldosa cerámica mediante la realización de un Análisis de Ciclo de Vida.
- Redactar unas Reglas de Categoría de Producto (RCP) aplicables a las baldosas cerámicas, de forma que éstas se puedan utilizar en el desarrollo de Declaraciones Ambientales de Producto (DAP).

## 3 Metodología del Análisis de Ciclo de Vida

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta válida para determinar los impactos ambientales de un producto o actividad. El ACV permite identificar, clasificar y cuantificar los efectos que tiene cualquier producto sobre el medio ambiente, desde la extracción de las materias primas que lo constituyen hasta que se convierte en un residuo (es por ello, que también es conocido como el análisis “desde la cuna a la tumba”). Para ello, es necesario desarrollar un balance material y energético del sistema analizado e identificar las entradas y salidas hacia el medio ambiente para, posteriormente, identificar los diferentes impactos ambientales que pueden causar.

La norma UNE EN ISO 14040 define el ACV como “una técnica para determinar los aspectos ambientales y los impactos potenciales asociados a un producto: compilando un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema; evaluando los impactos potenciales asociados a estas entradas y salidas, e interpretando los resultados de las fases de inventario e impacto en relación a los objetivos del estudio” (Fig 1). El ACV se estructura en cuatro grandes fases (Fullana, P. et al., 2009; Fullana, P. et al., 1997):

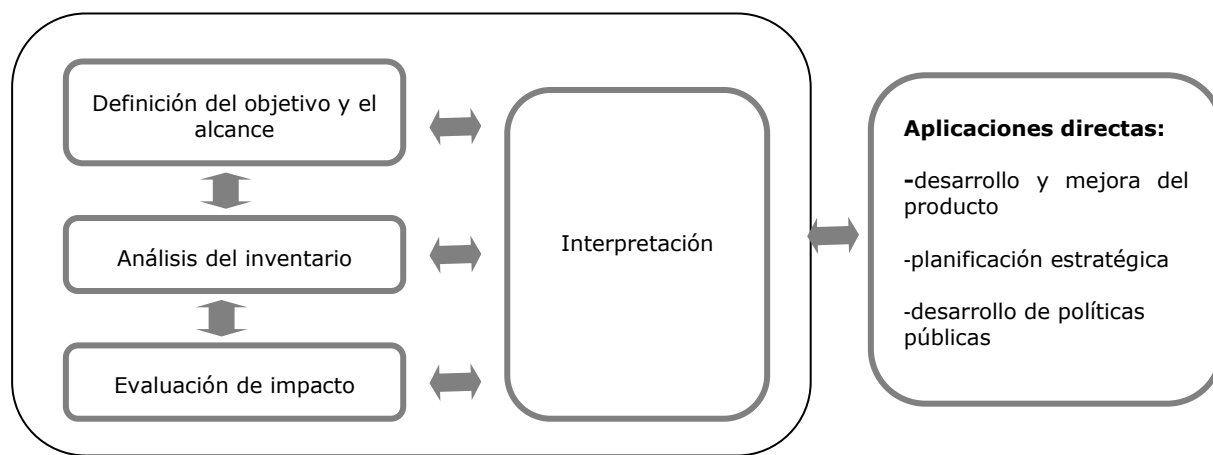
- **Definición de objetivos y alcance del estudio.** En esta fase se describe qué se estudiará, por qué y cómo. Se deben definir las razones que han conducido a la realización del estudio y cómo se utilizarán los resultados. Además se debe detallar el alcance del estudio mediante la definición, entre otros aspectos, de la unidad funcional (cuantificación de la función del producto), el sistema a analizar, sus límites, las hipótesis asumidas, las categorías de impacto a considerar o las limitaciones existentes.
- **Análisis de inventario.** Se trata de un proceso técnico de recogida de datos para cuantificar las entradas y salidas del sistema, es decir, la energía y los materiales consumidos, las emisiones al medio y los coproductos resultantes a lo largo de todo el ciclo de vida del producto. Se debe llegar hasta los flujos elementales, es decir, las entradas y salidas directas al medio natural.
- **Evaluación de impactos.** Identificación y caracterización de los efectos sobre el medio ambiente del sistema estudiado. En primer lugar, las entradas y salidas del inventario se clasifican según la categoría de impacto a la que pueden afectar. A continuación, las sustancias son caracterizadas, es decir, convertidas a una unidad de medida común en función de su grado de contribución a la categoría de impacto correspondiente. Opcionalmente, los resultados se pueden normalizar en relación a los impactos producidos en un sistema más grande (zona geográfica determinada) y ponderar (según la importancia relativa de cada categoría de impacto hasta agregar los resultados en un único valor).

---

<sup>4</sup> Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics i Enginyers de Barcelona

- **Interpretación.** Evaluación de los resultados del inventario y/o de la evaluación de impactos en relación a los objetivos y alcance del estudio definidos, con la intención de llegar a una serie de conclusiones y recomendaciones.

El ACV se utiliza habitualmente para identificar los principales elementos de un sistema que se deberían mejorar para disminuir su impacto ambiental global, esto permite optimizar los esfuerzos destinados a tal fin. También es común utilizar esta herramienta para comparar alternativas o para estimar los efectos potenciales que puede tener un cambio en el diseño de un producto o sistema. Finalmente, otra de las aplicaciones más comunes del ACV es el cálculo de la "huella de carbono" (*Carbon Footprint*) de los productos o servicios, determinado a partir del Potencial de Calentamiento Global (*Global Warming Potential, GWP*), que cuantifica la cantidad de emisiones totales de gases de efecto invernadero asociadas al sistema analizado, siendo la unidad de medida los kg de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>-eq.).



**Figura 1** Etapas de un Análisis de Ciclo de Vida. [Fuente: Norma UNE EN ISO 14040, 2006]

#### 4 Ciclo de vida de las baldosas cerámicas

Considerando que el objetivo del estudio de ACV consiste en "conocer la magnitud y naturaleza de los impactos ambientales generados por las baldosas cerámicas a lo largo de su ciclo de vida", se tendrán en cuenta los tipos de baldosas fabricadas mayoritariamente en España, así como las principales técnicas de producción existentes

En el presente estudio se analizarán los tipos de baldosas cerámicas de mayor producción en el territorio español para poder obtener de esta forma el perfil medio característico del sector. Estas baldosas son:

- Azulejo de pasta roja o blanca (en adelante AR o AB)
- Gres esmaltado de pasta blanca o pasta roja (en adelante GEB o GER)
- Gres porcelánico (en adelante GP)

En este estudio, la unidad funcional será de tipo físico y consistirá en "1m<sup>2</sup> de baldosa cerámica".

Los límites del sistema determinan qué es lo que se incluye dentro del sistema estudiado y qué es lo que queda fuera. Normalmente, se excluyen del estudio aquellas etapas que se prevé que no serán significativas [Puig, R. et al., 2002]. (Fig. 2)

En este estudio se analiza el ciclo de vida entero de todas las baldosas cerámicas estudiadas, incluyendo la extracción de las materias primas, su transporte, la fabricación del producto, su distribución hasta el punto de consumo y la gestión de sus residuos.

Los elementos que **quedan fuera del sistema** analizado son:

- La **producción de maquinaria y equipamiento industrial**, debido a la dificultad que supone inventariar todos los bienes implicados y también porque la

comunidad de ACV considera que el impacto ambiental por unidad de producto es bajo en relación al resto de procesos que sí se incluyen.

- Consumos de energía o emisiones producidas por las baldosas en su **etapa de utilización**, es decir, una vez colocadas, puesto que los impactos ambientales asociados a esta etapa son despreciables tanto en masa como en energía o en importancia ambiental. Sin embargo, sí se tendrán en cuenta parámetros como los impactos generados por los materiales durante la colocación de la baldosa sobre el pavimento.
- **El proceso de reciclaje de los distintos residuos** generados a lo largo del ciclo de vida de las baldosas cerámicas debido al método de asignación de cargas aplicado.

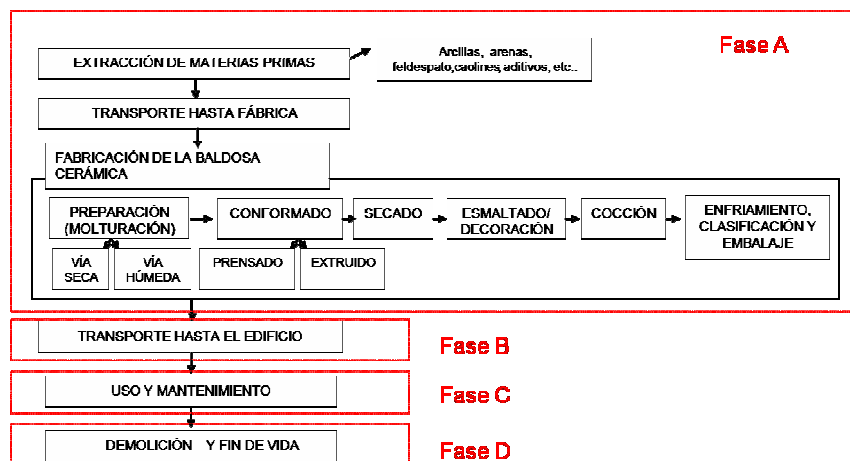


Figura 2 Ciclo de vida de las baldosas cerámicas (Fuente: elaboración propia)

## Análisis de inventario

Para cada fase del ciclo de vida de las baldosas cerámicas se han recogido datos de entrada y salida de materiales, consumos energéticos, emisiones y residuos producidos. Los datos recogidos corresponden a la información disponible a través de formularios que las empresas han compilado, y a datos de inventario presentes en el software de cálculo GaBi 4 de PE International.

La Tabla 1 resume las características del producto analizado.

	GP	AB	AR	GEB	GER
Peso de la baldosa final (kg/ m <sup>2</sup> )	23	17	17	20	20

Tabla 1. Pesos de cada tipo de baldosa (kg/m<sup>2</sup>)

## Fase A-Fabricación

La tabla 2 resume los valores medios de composición de las principales materias para una baldosa cerámica genérica.

Materia Prima	Porcentaje sobre el peso final
Arcillas	60%
Arenas	7%
Carbonatos	2%
Feldespatos	17%
Caolines	1,7%
Aditivos	0,7%

Esmaltes	4%
Material reciclado	7%

**Tabla 2.** Composición media de una baldosa genérica

Las materias primas provienen de diferentes orígenes: provinciales, nacionales, europeos y otros. Para poder evaluar el impacto ambiental provocado por la fase de transporte de las materias primas, el modelo creado permite seleccionar el tipo de transporte y la distancia en función del origen de cada materia prima.

Otro punto a considerar en la fase de fabricación es el consumo energético (eléctrico y térmico). A nivel sectorial, el combustible mayoritariamente utilizado para generar la energía térmica es gas natural en las etapas de atomización, secado y cocción. Una parte de las empresas encuestadas disponen de plantas de cogeneración donde se genera, además de calor, una cantidad de energía eléctrica que es vendida al gestor de energía eléctrica. Esta producción ha sido considerada como una carga evitada en el sistema, ya que se reintroduce una parte de la electricidad consumida.

Durante el ciclo de fabricación de las baldosas cerámicas es necesario inventariar las emisiones que se producen directamente. De esta manera, mediante medidas experimentales, se han determinado valores representativos a nivel sectorial de las emisiones a la atmósfera procedentes de diferentes etapas del proceso incluyendo las emisiones producidas por la combustión de gas natural y las emisiones producidas por los transportes. El modelo permite también calcular las emisiones no directas, es decir, no identificables por el productor, que pueden tener origen en la fabricación de determinadas materias primas o en la producción de energía primaria.

Las emisiones al agua (vertidos) se han desestimado, ya que en el caso de la industria de fabricación de baldosas cerámicas, es una práctica habitual el reciclado directo de las mismas mediante gestión interna y/o externa, en la etapa de preparación de materias primas, tal y como sucede con los residuos de productos sin cocer generados en el propio proceso. En el caso de los residuos cocidos (tiestos), éstos deben someterse a una trituración previa al reciclado en la etapa de preparación de materias primas.

Las últimas etapas del proceso de fabricación son clasificación y el embalaje, en esta última se utiliza cartón, película de polietileno y europalets. El modelo ha previsto la cuantificación del embalaje para cada tipo de baldosa, su producción y su llegada a la planta de producción de baldosas.

### **Fase B Transporte**

El sector cerámico produce baldosas que son comercializadas en todo el mundo; se estima que la producción total de baldosas va destinada a las siguientes regiones (Tabla 3).

Destino	Medio de transporte y distancia	Porcentaje de piezas [%]
España	Camión 27 t, 500 km	47
Europa	Camión 27 t, 2000 km	28
Resto del mundo	Carguero transoceánico, 5000 km	25

**Tabla 3.** Destino de las baldosas (Fuente: ASCER, 2007)

### Gestión residuos embalaje

Los principales residuos generados en el proceso de fabricación de baldosas cerámicas corresponden a las aguas residuales, residuos de producto cocido y sin cocer y los residuos de los embalajes. Los primeros son casi enteramente reintroducidos en la fase de producción de la baldosa. Sin embargo, la gestión los residuos del material de embalaje es competencia del cliente que recibe la mercancía, y por lo tanto se deben aplicar las normativas y estadísticas representadas en el escenario del receptor. Por lo tanto, para realizar el análisis de esta fase, se han utilizado los siguientes modelos con tres escenarios diferentes: gestión de residuos en España, en Europa y Resto del Mundo. Para la realización de los modelos se han utilizado los datos medios de recogida selectiva de los diferentes tipos de residuos. (Datos Plan Nacional de Integral de Residuos, Eurostat) (Tabla 4).

Tipo de gestión de residuos	España	Europa	Mundo
Porcentaje cartón incineración	20%	2%	20%
Porcentaje cartón vertedero	10%	24%	10%
Porcentaje cartón reciclaje	70%	74%	20%
Porcentaje película PE incineración	14%	26%	10%
Porcentaje película PE vertedero	66%	47%	70%
Porcentaje película reciclaje	20%	27%	70%
Porcentaje palé incineración	47%	20%	20%
Porcentaje palé vertedero	9%	42%	50%
Porcentaje palé reciclaje	44%	38%	30%

**Tabla 4.** Gestión de los residuos por área geográfica

### **Fase C- Colocación y mantenimiento**

Para la colocación manual de las baldosas, se ha considerado que se utiliza mortero adhesivo. En este modelo, no se ha considerado la actividad de limpieza durante la fase de uso, esto se debe a que la limpieza suele ser una actividad que depende altamente del consumidor final y del tipo de uso al que se destina la baldosa (residencial, comercial o sanitario). Por lo tanto, el estudio de la fase de limpieza merece ser tratada en un estudio de sensibilidad más exhaustivo.

De forma general, se ha estimado un tiempo medio de vida útil de 50 años, según UNE EN 14411: 2007 Baldosas cerámicas. Definiciones, clasificación, características y marcado

### **Fase D- Demolición y fin de vida**

Esta fase pertenece a la actividad de demolición y posterior gestión de los residuos sólidos generados, considerándola como el final de la vida útil de la baldosa cerámica. Teniendo en cuenta que las baldosas representan un 0,32% sobre el peso total del edificio, el consumo energético asociado a su arranque puede ser, por lo tanto desestimado. Sin embargo, una vez demolido el edificio, se ha considerado que las baldosas son depositadas en vertederos como material de construcción inerte, tal como se indican en el informe del Plan Nacional Integrado de Residuos (2006), Anexo 6.

*Residuos de la construcción.* Se han considerado los impactos ambientales de este tipo de gestión y, aquellos asociados al transporte del material de demolición hasta el vertedero (50 km).

## Evaluación de impacto

Las categorías de impacto ambiental escogidas se encuentran entre las recomendadas por la guía operativa de aplicación de las normas ISO de ACV de [Guinée, J. et al., 2001], (Tabla 5)

<b>Categoría de impacto</b>	<b>Agotamiento de Recursos Abióticos (ADP)</b>
Resultado del inventario:	extracción de minerales y combustibles fósiles (en kg)
Modelo de caracterización:	aproximación que considera la concentración de reservas y el ritmo de extracción
Indicador de categoría:	agotamiento de las reservas máximas en relación al uso anual del recurso
Factor de caracterización	potencial de agotamiento para cada extracción de minerales y combustibles fósiles (kg de Sb equivalente/kg extraídos)
Resultado del indicador:	kg de Sb equivalente
<b>Categoría de impacto</b>	<b>Acidificación (AP)</b>
Resultado del inventario:	emisiones de sustancias acidificantes (en kg)
Modelo de caracterización:	modelo RAINS10, desarrollado en IIASA <sup>5</sup> , describiendo el destino y la deposición de las sustancias acidificantes y adaptado al ACV
Indicador de categoría:	carga crítica de deposición/acidificación
Factor de caracterización	potencial de acidificación de cada emisión ácida (kg de SO <sub>2</sub> equivalente/kg de emisión ácida)
Resultado del indicador:	kg de SO <sub>2</sub> equivalente
<b>Categoría de impacto</b>	<b>Calentamiento Global (GWP)</b>
Resultado del inventario:	emisiones atmosféricas de gases de efecto invernadero (en kg)
Modelo de caracterización:	modelo desarrollado por el IPCC ( <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> ) que define el potencial de calentamiento global de diferentes gases de efecto invernadero
Indicador de categoría:	densidad de flujo de energía radiante infrarroja (W/m <sup>2</sup> )
Factor de caracterización	potencial de calentamiento global de cada gas de efecto invernadero en un horizonte temporal de 100 años (kg de CO <sub>2</sub> equivalente/kg de gas de efecto invernadero)
Resultado del indicador:	kg de CO <sub>2</sub> equivalente
<b>Categoría de impacto</b>	<b>Formación de foto-oxidantes (POPC)</b>
Resultado del inventario:	emisiones de sustancias (VOC, CO) al aire (en kg)
Modelo de caracterización:	modelo UNECE <sup>6</sup>
Indicador de categoría:	formación de ozono troposférico
Factor de caracterización	potencial de creación de ozono fotoquímico de cada emisión de VOC o CO al aire (kg de etileno equivalente/kg de emisión foto-oxidante)
Resultado del indicador:	kg de etileno (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) equivalente
<b>Categoría de impacto</b>	<b>Potencial de agotamiento del ozono estratosférico (ODP)</b>
Resultado del inventario:	Emisiones de sustancias al aire (en kg)
Modelo de caracterización:	Modelo Solomon & Albritton, 1992, para las "Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment, Nord 1995:20
Indicador de categoría:	Agotamiento del ozono estratosférico
Factor de caracterización	Potencial de agotamiento de cada emisión en el aire (kg de R11 equivalente/kg de emisión)
Resultado del indicador:	kg de triclorofluorometano (R11) equivalente
<b>Categoría de impacto</b>	<b>Eutrofización (EP)</b>
Resultado del inventario:	emisiones de nutrientes al aire, agua o suelo (en kg)
Modelo de caracterización:	proceso estaquiométrico para identificar la equivalencia entre nitrógeno y fósforo tanto en sistemas terrestres como acuáticos
Indicador de categoría:	deposición de nitrógeno/fósforo en la biomasa
Factor de caracterización	potencial de eutrofización de cada emisión eutrofizante en el aire, agua o suelo (kg de PO <sub>4</sub> equivalente/kg de emisión eutrofizante)
Resultado del indicador:	kg de PO <sub>4</sub> equivalente

<sup>5</sup> International Institute for Applied Systems Analysis

<sup>6</sup> United Nations Economic Commission for Europe

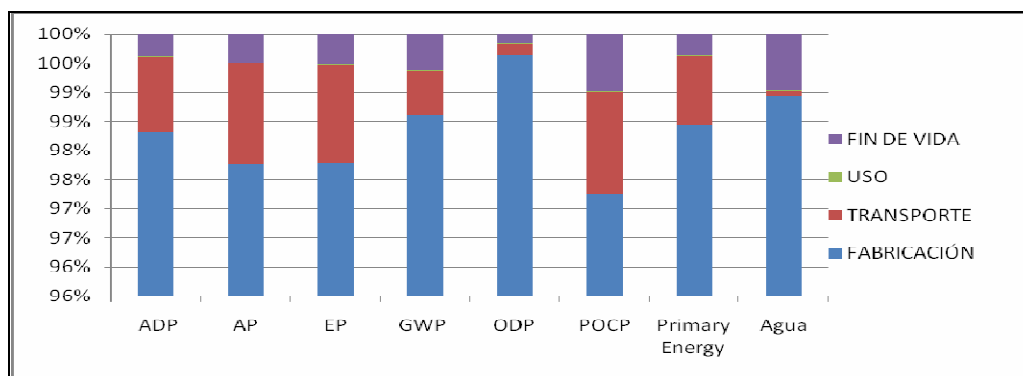


**Tabla 5.** Indicadores de Impacto utilizados

Además, se incluyen en el análisis los siguientes indicadores:

- consumo de energía primaria (MJ)<sup>7</sup> (Primary Energy)
- consumo de agua (kg)

En la evaluación, los datos individuales se han tratado confidencialmente y se han utilizado para calcular valores medios representativos del sector y de sus productos más relevantes (azulejo, gres esmaltado y gres porcelánico). Para completar los datos relativos a otras etapas del ciclo de vida de la baldosa (uso y gestión de residuos) y a procesos genéricos (producción de electricidad, combustibles, transportes...) se ha utilizado información bibliográfica y la base de datos del programa informático GaBi de PE International<sup>8</sup>. En la figura 3, se indican las contribuciones de cada fase a los valores totales de los indicadores antes descritos. Estos resultados corresponden a una baldosa genérica, media de los 5 tipos de baldosas estudiadas.



**Figura 3.** Contribuciones a las categorías de impacto de las diferentes fases del ciclo de vida

En este modelo, no se ha considerado la actividad de limpieza durante la fase de uso tal como se ha descrito anteriormente. Por lo tanto, el estudio de la fase de limpieza puede generar impactos que afectarán significativamente a los valores indicados en la figura 3, por lo que su inclusión debería ser tratado en un estudio de sensibilidad más exhaustivo.

Como se puede observar, la fase que más influye en los indicadores ambientales es la de fabricación y es en esta fase donde se deberían focalizar los esfuerzos a la hora de disminuir los impactos ambientales, ya que éstos quedan dentro del alcance del productor. Además, es necesario indicar que en el arco de vida considerado, no se ha contemplado los impactos asociados a la sustitución de las baldosas (fase de uso) y esto implica un ahorro en impactos potenciales provocados por el reemplazo de material.

## 5 Explotación de los resultados del ACV: redacción de Reglas de Categoría de Producto para recubrimientos de materiales cerámicos

Las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP)- también llamadas EPD (*Environmental Product Declarations*) o ecoetiquetas tipo III según la clasificación ISO - facilitan la comunicación objetiva, comparable y creíble del comportamiento ambiental de los productos. Las DAP no ofrecen criterios sobre la preferencia ambiental de un producto ni establecen unos requisitos mínimos a cumplir. No obstante, el hecho de estudiar un producto en profundidad siempre lleva a la detección de alternativas de mejora. Generalmente la información contenida en una DAP ha sido verificada por una tercera

<sup>7</sup> Cantidad de energía, renovable y no renovable, obtenida directamente del medio sin que haya sido sometida a ningún proceso de conversión.

<sup>8</sup> <http://www.gabi-software.com/gabi/gabi-4/>

parte independiente y consiste en datos relevantes sobre los impactos ambientales generados por un producto a lo largo de su ciclo de vida (categorías de impacto y consumo de materias primas y producción de emisiones y residuos relevantes).

La información contenida en una DAP se basa en estudios de ACV y permiten la divulgación y difusión de información ambiental cuantificada sobre el ciclo de vida de un producto. Para que las DAP realizadas por distintos fabricantes sean coherentes entre sí es fundamental que sigan las mismas directrices sobre cómo aplicar la metodología del ACV. Estas directrices reciben el nombre de Reglas de Categoría de Producto que, entre otras cosas, determinan cómo debe ser la unidad funcional, las categorías de impacto, las etapas del ciclo de vida o la calidad de los datos.

Otro objetivo del estudio en marcha es el de redactar unas Reglas de Categoría de Producto (RCP) para las baldosas cerámicas que se puedan utilizar en el desarrollo de Declaraciones Ambientales de Producto (DAP). En la redacción de las RCP se están utilizando los resultados del estudio de ACV sectorial, se están siguiendo las normas UNE EN ISO 14025 e ISO 21930, el borrador prEN 15804 y, además, se cuenta con la opinión de las empresas del sector. Finalmente, también se tendrán en cuenta documentos de RCP de productos similares realizados en otros países.

Una vez desarrolladas las RCP, las empresas, de forma independiente, podrán elaborar estudios de ACV y Declaraciones Ambientales de Producto de sus productos individuales.

## 6 Bibliografía

- Fullana P.; Gazulla, C.; Bala, A.; Chiva, P.; Fabregó, L. Vidal, M. *Guía de Aplicación Ecojoguina*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. 2009.
- Fullana, P. y Puig, R. *Análisis del Ciclo de Vida*. Barcelona: Ed. Rubes. 1997.
- ISO 21930:2007 Sustainability in building construction - Environmental declaration of building products
- MINGUILLÓN BENGOCHEA, M.C. Composición y fuentes del material particulado atmosférico en la zona cerámica de Castellón [Tesis doctoral]: Impacto de la introducción de las mejores técnicas disponibles. Castellón: UJI, 2007.
- PLAN NACIONAL INTEGRADO DE RESIDUOS (PNIR) 2007-2015. Ministerio de Medioambiente, 2006.
- prEN 15804:2008 Sustainability of construction Works – Environmental product declarations – Product category rules.
- UNE-EN ISO 14040:2006 Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia.
- UNE-EN ISO 14044:2006 Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices.
- UNE-ISO 14025:2007 Etiquetas y declaraciones ambientales. Declaraciones ambientales tipo III. Principios y procedimientos
- UNE EN 14411: 2004 baldosas cerámicas. Definiciones, clasificación, características y marcado.

## Agradecimientos

En el presente estudio ha colaborado la Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos (ASCER) a través de sus asociados, a partir del acuerdo de

colaboración con el ITC y el GiGa y mediante la financiación de un proyecto titulado **"Análisis de Ciclo de Vida de las baldosas cerámicas"** a través los Planes Sectoriales de Competitividad, periodo 2008-2009, financiado por la Generalitat Valenciana a través de IMPIVA, con expediente nº IMPCNC/2008/124 y fondos FEDER.