

DESIGN OF A TOOL FOR ENVIRONMENTAL COMMUNICATION IN THE CERAMIC INDUSTRY

Ibáñez-Forés, Valeria; Bovea Edo, M^a Dolores

Universitat Jaume I

The objective of this communication is to present a tool designed with the aim of facilitating the communication of environmental information in the ceramic industry, both for companies and products (ceramic tiles). The tool is divided in three parts: 1)input data, where the user fulfil the information related to raw material an resources consumption, emissions to air, water and soil and solid waste, etc., 2)database, that includes the environmental indicators for different impact categories for the materials, processes and emissions characteristics of the ceramic industry, and 3)output data obtaining the processed results in form of the environmental product category according to ISO14025, the environmental profile of the company according to EMAS Register, and the verification of the compliance with the criteria of the European Ecolabel for ceramic tile. In the latter case, if the product does not comply the criteria, the tool proposes the best available techniques that could be implemented to achieve compliance, along with the economic and environmental consequences involved in their implementation. Finally, the proposed tool is validated with two application cases.

Keywords: *Environmental communication; Environmental product declaration; EMAS register; Ecolabel; Ceramic industry*

DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DE COMUNICACIÓN AMBIENTAL APLICABLE AL SECTOR CERÁMICO

El objetivo de esta comunicación es presentar una herramienta informática diseñada con el fin de facilitar la comunicación de la información ambiental en el sector cerámico, tanto de la organización como de los productos que fabrica (baldosa cerámica). La herramienta consta de tres bloques: 1)introducción de datos, donde el usuario incorpora información relativa a consumos de materias primas y recursos, emisiones a la atmósfera, agua, suelo y residuos sólidos, producción, etc., 2)base de datos, que incorpora los indicadores ambientales, para diferentes categorías de impacto, de los materiales, procesos y emisiones características del sector cerámico, y 3)fichas de salida, donde se obtienen las declaraciones ambientales de producto según ISO14025, el perfil ambiental de la organización según los requisitos del Registro EMAS, y la verificación del cumplimiento de los criterios de la etiqueta ecológica europea para baldosa cerámica. En este último caso, si el producto no satisface los criterios, la herramienta propone las mejores técnicas disponibles que podrían implantarse para lograr su cumplimiento, junto con los datos económicos y ambientales que supondría su implementación. Esta comunicación se completa con el desarrollo de dos casos de aplicación, que permiten validar la herramienta diseñada.

Palabras clave: *Comunicación ambiental; Declaración ambiental; Registro EMAS; Etiqueta ecológica; Sector cerámico*

Correspondencia: bovea@uji.es

1. Introducción

En 1988 la Directiva 89/106/EEC (Unión Europea, 1989) de Productos de Construcción, derogada por el Reglamento (UE) N° 305/2011 (Unión Europea, 2011), ya consideraba el comportamiento ambiental como uno de los requisitos esenciales exigibles a los productos de la construcción. Desde entonces, la legislación publicada posteriormente ha ido encaminada hacia dicho fin. En España, la Ley 38/1999 (España, 1999) sobre Ordenación de la Edificación (LOE) estableció como requisitos básicos los relativos a la protección del medio ambiente. Y recientemente, el Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por el Real Decreto 314/2006 (España, 2006) estableció un número significativo de requisitos ambientales a edificios y materiales de la construcción, en sus documentos básicos.

Paralelamente, la Comisión Europea lleva muchos años tratando de potenciar los productos ecológicos en base a la difusión de su información ambiental, con el objetivo de desarrollar un mercado de productos más respetuosos con el medio ambiente. Para ello, ha publicado comunicaciones como el Libro Verde sobre Política de Productos Integrada (COM 68, 2001 y COM 302, 2003) o la comunicación dedicada a la Creación del Mercado Único de Productos Ecológicos (COM 196, 2013) con la que se pretende impulsar la publicación de huellas ambientales de productos y organizaciones.

Como consecuencia de ello, en la última década se han desarrollado numerosas marcas/herramientas destinadas a cubrir la necesidad de hacer pública la información relativa al comportamiento ambiental de los productos de la construcción. La mayoría de ellas, están enmarcadas en la familia de normas ISO 1402X, que identifica como principales instrumentos de comunicación ambiental a las Declaraciones Ambientales (ISO 14025, 2006) y las Etiquetas Ecológicas (ISO 14021, 1999).

Desde este planteamiento, el objetivo de esta publicación es diseñar una herramienta que facilite la comunicación de la información ambiental tanto de una organización como de los productos que fabrica a potenciales consumidores, proveedores, etc. y que esté adaptada a las características del sector de fabricantes de baldosas cerámicas. Además, esta herramienta debe ser capaz de facilitar el cumplimiento de los criterios ecológicos demandados por la Etiqueta Ecológica Europea para esta categoría de producto, a través de la evaluación de la aptitud de la organización y la propuesta de acciones correctoras y MTD que esta debería implantar.

Para ello, en la sección 2 se establecen los requisitos que debe cumplir la herramienta de comunicación ambiental diseñada; la sección 3 describe las características básicas de la herramienta en cuanto a su diseño, así como a la configuración de la base de datos en la que se apoya; la sección 4 presenta, mediante el desarrollo de un caso de estudio, el formato y proceso de entrada y salida de datos; y, finalmente, en la sección 5 se detallan las conclusiones alcanzadas.

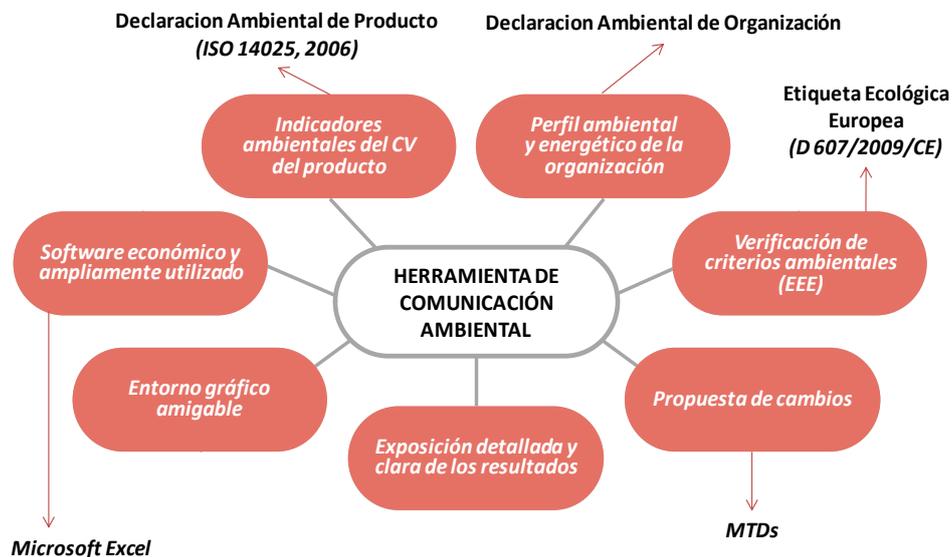
2. Requisitos de la herramienta

Desde el punto de vista conceptual, la herramienta de comunicación ambiental a diseñar debe tener las características mostradas en la Figura 1.

- La herramienta debe permitir, como mínimo, la obtención de los indicadores ambientales recomendados por la norma ISO 14025 (2006) para el desarrollo de Declaraciones Ambientales de Producto aplicables a baldosas cerámicas.
- La herramienta debe permitir la obtención del perfil ambiental y energético de la organización bajo análisis.

- La herramienta debe verificar el cumplimiento o no de los criterios ambientales requeridos para la concesión de la Etiqueta Ecológica Europea a los revestimientos rígidos, concretamente, a baldosas cerámicas.
- La herramienta debe facilitar al usuario un listado con los objetivos de mejora a alcanzar, así como una propuesta de las MTD más adecuadas que la empresa debería aplicar, para poder obtener la certificación europea en caso de que no cumpla con los requisitos ambientales que esta exige.
- La entrada de datos a la herramienta debe hacerse a través de un entorno gráfico amigable y de manera sencilla y rápida.
- La herramienta debe emitir un informe de resultados en el que se detallen de manera concisa y clara todos los resultados obtenidos.
- La herramienta debe apoyarse en un soporte informático económico, ampliamente utilizado y conocido por los usuarios del sector.

Figura 1. Diseño conceptual de la herramienta



3. Diseño de la herramienta

Para diseñar la herramienta de comunicación ambiental se ha seleccionado el programa Microsoft Excel (2007) como base para la configuración de los 3 bloques que la integran. Dicho programa ha sido seleccionado porque permite a los usuarios elaborar tablas y formatos que incluyan cálculos matemáticos en base a fórmulas y funciones preestablecidas, además de ser muy útil para gestionar “Listas” o “Bases de Datos”, es decir, ordenar y filtrar información. Así mismo, Microsoft Excel (2007) es un programa informático ampliamente conocido y difundido entre el público en general, por lo que cumple con los requisitos establecidos (Figura 1).

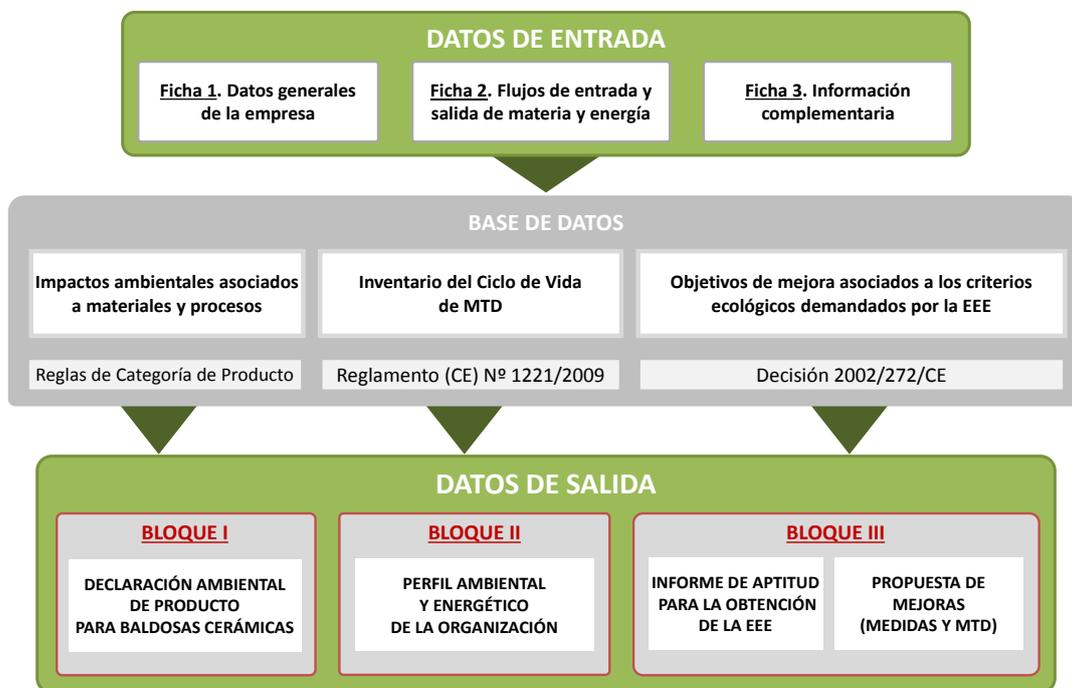
A continuación se detalla la estructura de la herramienta, así como la información que debe la base de datos en la que esta se apoya.

3.1 Estructura de la herramienta

En base al cumplimiento de los requisitos de diseño de la herramienta, descritos en el apartado anterior, la herramienta de comunicación ambiental ha de ser capaz de emitir tres bloques de información diferenciados, tal y como muestra la Figura 2:

- BLOQUE I: un primer bloque en el que se obtenga la información necesaria (indicadores) para realizar una Declaración Ambiental de Producto de las baldosas cerámicas y del que pueda extraerse el indicador de Huella de Carbono.
- BLOQUE II: un segundo bloque en el que se trabaje el perfil ambiental y energético de la organización que las produce.
- BLOQUE III: un tercer bloque, dividido en dos sub-bloques en los que, por un lado, se analice la aptitud que la baldosa bajo estudio tiene para poder obtener la Etiqueta Ecológica Europea según los criterios especificados en la Decisión 2009/607/CE y, por el otro, se emita un informe de los objetivos de mejora a alcanzar y las MTD a implantar, en el caso de incumplir los requisitos que ésta exige.

Figura 2. Estructura de la herramienta



Para ello, la herramienta requiere de unos datos de entrada de la organización bajo estudio. Estos datos incluyen tanto datos generales de la organización como específicos del proceso de fabricación que esta desarrolla. Para facilitar la gestión de los datos de entrada, estos se recogen a través de tres fichas de entrada de datos:

- Ficha 1 - Datos generales de la empresa: esta ficha se basa en la recogida de la información que caracteriza de manera general a la organización, recogiendo desde datos que permiten su identificación, localización y contacto, hasta datos relativos a su capacidad de producción anual de baldosas cerámicas y su tipología.
- Ficha 2 - Flujos de entrada y salida de materia y energía: esta ficha se basa en la recogida de datos de inventario anuales relativos a los flujos de entrada (consumos energéticos, materia prima y agua) y salida (generación de emisiones, vertidos y

residuos sólidos) que se producen a lo largo del proceso de fabricación de las baldosas cerámicas en la organización bajo estudio.

- Ficha 3 - Información complementaria: esta ficha se basa en la recogida de datos específicos complementarios necesarios, principalmente, para la evaluación de la aptitud que el producto tiene para conseguir la Etiqueta Ecológica Europea para la categoría de pavimentos rígidos (baldosa cerámica).

Por otro lado, para obtener la información a comunicar en cada bloque, es necesario disponer de una base de datos que incluya toda la información necesaria para el cálculo de los datos de salida. Fundamentalmente, se requiere información relacionada con el ciclo de vida de las baldosas, el proceso de fabricación de éstas y las MTD aplicables a dicho proceso.

3.2 Base de datos

La base de datos de la herramienta incluye, principalmente, datos de inventario del ciclo de vida (ICV) de la baldosa necesarios para obtener los datos de salida del bloque I y II. Para ello, se utilizan datos primarios procedentes de 35 empresas españolas involucradas en el ciclo de vida de las baldosas cerámicas. Dicha información se obtiene del ICV publicado por Ibáñez-Forés, Bovea y Simó (2011).

Dicha base de datos también requiere de la incorporación de información referida a las MTD candidatas a ser implantadas en el proceso de fabricación de baldosas, necesaria para obtener los datos de salida del bloque III. Concretamente, se necesitan tanto los datos de inventario de las MTD aplicables al proceso de fabricación de baldosas, principalmente datos económicos y ambientales, como los resultados obtenidos del análisis de sostenibilidad realizado por Ibáñez-Forés, Bovea y Azapagic (2013).

Finalmente, cabe señalar que, tal y como muestra la Figura 2, los tres bloques de información de salida se apoyan, respectivamente, en tres documentos básicos que marcan las pautas/fundamentos para su correcta aplicación y cuya información también está incorporada a la base de datos configurada:

- Unas Reglas de Categoría de Producto propias, desarrolladas para la obtención de la información ambiental relativa a la DAP de baldosas cerámicas emitida en el Bloque I. Dichas RCP se han elaborado en base a del contenido básico que toda RCP aplicable a los recubrimientos cerámicos tiene que tener, establecido por Benveniste et al. (2011), y teniendo en cuenta diferentes documentos RCP desarrollados para dicha categoría de productos tanto por el programa alemán IBU-EPD como por el Sistema Internacional EPD® de Suecia;
- La Guía para la elaboración de la declaración medioambiental según el Reglamento (CE) N° 1221/2009 (Unión Europea, 2009), la cual se utilizará para la obtención de la información del Bloque II;
- Y la Decisión 2009/607/CE (Unión Europea, 2009) en la que se recoge el conjunto de criterios ambientales exigibles a los revestimientos rígidos para la concesión de la Etiqueta Ecológica Europea, necesarios para el desarrollo del Bloque III.

4. Caso de estudio: aplicación de la herramienta

Para comprobar la utilidad y validez de la herramienta de comunicación ambiental desarrollada, ésta se ha aplicado a una empresa “promedio” de fabricación de baldosas cerámicas en España, cuyo ICV se ha configurado a partir de datos primarios procedentes de 20 azulejeras españolas. Los datos de inventario e información adicional relativa a dicha empresa promedio pueden consultarse en Ibáñez-Forés, Bovea y Simó (2011).

La producción anual promedio de baldosas considerada es de 5.000.000 m²/año, la cual corresponde a la producción media de las empresas azulejeras consultadas en la elaboración del ICV.

Para poder rellenar las fichas de recogida de datos de entrada se asume la hipótesis de que las baldosas fabricadas son adecuadas para su uso, no emiten sustancias tóxicas una vez colocadas y se venden acompañadas de un folleto informativo donde se orienta al consumidor de su uso general y técnico más adecuado, así como de su mantenimiento y de la mejor vía para su reciclado o eliminación.

Además se asume la utilización de materia prima procedente de canteras autorizadas con "Proyecto de actividad de extracción y recuperación del medio ambiente". Dicha materia prima, con contenido en azufre inferior al 0,25%, no contiene amianto, resinas de poliéster, ni aditivos que superen el 0,5% de plomo, el 0,1% de cadmio o el 0,25% de antimonio.

Los datos de entrada necesarios para la emisión de la comunicación ambiental se muestran en las fichas de entrada de datos de la Figura 3:

- Datos generales.
- Flujos de entrada y salida de materia y energía.
- Información complementaria.

Los datos de salida que se obtienen al aplicar la herramienta se muestran en las Figuras 4 y 5:

- Información general:
- Bloque I: Declaración Ambiental de Producto.
- Bloque II: Perfil ambiental y energético de la organización.
- Bloque III: Aptitud para obtener la EEE y propuesta de mejoras, que incluye la Hoja de verificación de criterios ecológicos.

Figura 3. Modelo de fichas de entrada de datos

FICHA 1 - DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

FECHA: 04/04/2013

Nombre del complejo: **CASO I**

Razón social del titular: Valeria Ibañez Forés

Dirección del complejo: Av. de Vicent Sos Baynat, s/n 12071

Municipio/localidad: Castella de la Plana

Contacto (teléfono/fax): 964728107

Correo electrónico: yubanez@uji.es

Página web de contacto: www.ingres.uji.es

Unidad Funcional: m² de baldosa cerámica producida

PRODUCCIÓN

Tipo de Producto fabricado	Cantidades / Unidades	Densidad media (kg/m ²)
Gres porcelánico	4882524	17,23
total:	4882524	17,23

DOCUMENTACIÓN

¿Posee el Complejo un sistema de gestión medioambiental certificado? SI, según la norma ISO 14001 NO

(Consiguar una "X" en casilla correspondiente) SI, según la norma EMAS NO

¿Los productos fabricados son adecuados para su uso y se ajustan a una norma armonizada, un documento de idoneidad técnica europeo o una especificación técnica no armonizada reconocida a nivel comunitario? NO SI

RESETEAR DATOS

FICHA 2 - FLUJOS DE ENTRADA Y SALIDA DE MATERIA Y ENERGÍA

1. CONSUMO NETO DE ENERGÍA		
1.1 Diesel	4,64E+04	l/año
1.2 Electricidad	9,47E+03	Mwh/año
1.3 Gas natural	8,95E+04	Mwh/año

2. MATERIA PRIMA		
2.1 Tierra atomizada	1,07E+08	kg/año
2.2 Tierra de mina		
2.3 Frías y esmaltes	4,64E+06	kg/año
2.4 Aceite	5,86E+03	kg/año
2.5 Big bag	4,88E+04	kg/año
2.6 Cajas cartón	5,37E+05	kg/año
2.7 Adhesivos y colas	2,44E+05	kg/año
2.8 Plásticos embalaje	3,42E+05	kg/año
2.9 Flejes	1,95E+04	kg/año
2.10 Palés	1,51E+06	kg/año

3. AGUAS		
3.1 Agua entrante de pozo	1,95E+04	m ³ /año
3.2 Agua de red pública	8,30E+03	m ³ /año

4. EMISIONES (Emisiones efluentes por chimenea)		
4.1 CO	4,83E+04	
4.2 CO2	3,80E+06	
4.3 HCl		
4.4 HF		
4.5 NOx	2,54E+04	kg/año
4.6 P57/PM10	1,27E+04	
4.7 SOx	2,05E+04	

5. RESIDUOS		
5.1 Residuos NO peligrosos	3,49E+00	kg/año
5.2 Residuos peligrosos	3,30E+01	kg/año
Residuos que se valorizan	3,25E+00	kg/año

6. VERTIDOS		
6.1 Vertido industrial (ARI)	1,86E+04	m ³ /año
6.2 Vertidos urbanos (ARU)	3,42E+03	m ³ /año
6.3 Aguas que se reciclan	1,58E+04	m ³ /año

FICHA 3 - INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

MATERIA PRIMA

¿La MP procede de canteras autorizadas, con "Proyecto de actividad de extracción y recuperación del medio ambiente" y bajo impacto visual? SI NO

ENERGÍA

utiliza energía renovable? → ¿De qué tipo y cuánta? SI NO

MATERIA PRIMA

¿Se utiliza como materia prima alguna sustancia con cualquiera de las indicaciones de riesgo mostradas a continuación?

H350 (P45)	H350 (R63)	H413 (R53)	EUH059 (R59)	¿cuales?
H340 (P46)	H371 (R68)	R54	EUH059 (R60)	
H350 (P49)	R57	R55	EUH059 (R61)	
H400 (P50)	R58	R56	EUH059 (R62)	
H411 (P51)	H412 (R52)			

¿Hay MP con contenido en amianto? SI NO

¿Algún aditivo supera los contenidos en % en peso indicados a continuación? SI NO

Plomo → 0,5 % SI NO

Cadmio → 0,1 % SI NO

Antimonio → 0,25 % SI NO

¿Cuál es el contenido en azufre de la MP? Contenido en S < 0,25% Contenido en S > 0,25%

AGUAS

¿Las emisiones al agua superan alguno de los límites mostrados

	Pb	Cr (VI)	Sólidos en suspensión	Cd
	0,15 mg/m ²	0,15 mg/m ²	40 mg/m ²	0,015 mg/m ²

EXTRAS

¿El cartón de embalaje es reutilizable o contiene 70 % de materia reciclada? SI NO

¿En la fase de uso se emiten más de 80 mg/m² de Pb o 7 mg/m² de Cd? SI NO

¿Se ofrece información orientativa sobre el uso general y técnico, mantenimiento y vía de reciclado o eliminación de los productos? SI NO

Figura 5. Modelo de fichas de salida de datos (Bloque III)

ETIQUETA ECOLÓGICA EUROPEA

Hoja de verificación de criterios

C1. Gestión de la extracción --> proyecto de actividad

C2. Selección de materias primas

C2.1 Ausencia de materiales con riesgo

C2.2 Limitación de sustancias en aditivos

C2.3 Limitación de materias primas

C4. Proceso de producción

C4.1 Consumo de energía

C4.2 Uso del agua

C4.3 Emisiones a la atmósfera

C4.4 Emisiones al agua

C5. Gestión de los residuos --> valorización de los residuos

C6. Embalaje

C7. Fase de utilización --> emisión de sustancias peligrosas

C8. Aptitud para el uso

C9. Información a los consumidores

VEA HOJA DE CORRECCIONES!

ETIQUETA ECOLÓGICA EUROPEA

Hoja de Correcciones 1:

C1. Cumple con los requisitos

C2.1 Cumple con los requisitos

C2.2 a Cumple con los requisitos

b Cumple con los requisitos

c Cumple con los requisitos

C2.3 a Cumple con los requisitos

b Cumple con los requisitos

C4.1 Reducir el consumo energético de hornos por debajo de 3,5 MJ/kg.

C4.2 a Aumentar el consumo de agua reciclada hasta el 90 %.

b Cumple con los requisitos

C4.3 a Cumple con los requisitos

b Cumple con los requisitos

c Reducir la emisión de NOx al menos hasta 2500 mg/m³.

d Reducir la emisión de SO2 al menos hasta 1500 mg/m³ si el contenido en azufre en la materia prima es: S < 0,25%.

C4.4 Cumple con los requisitos

C5. Cumple con los requisitos

C6. El cantón de embalaje debe estar formado por un 70 % de material reciclado.

C7. Cumple con los requisitos

C8. Cumple con los requisitos

C9. Cumple con los requisitos

ETIQUETA ECOLÓGICA EUROPEA

Hoja de Correcciones 2:

Propuesta de Mejoras Técnicas Disponibles a implantar:

- Depuración por vía seca: Filtros de lecho fijo de adsorción con CaCO₃/Ca(OH)₂

- Módulo de adsorción formado por módulos de panel de Ca(OH)₂

- Intercambiador de calor

Porcentaje de mejora asociada a la implantación de las mejoras:

ELECTRICIDAD	10%
GAS NATURAL	-17%
GASOLEO	--
AGUA	--
PM10/PM2.5	-4%
NOx	-51%
SOx	-81%
CO2	-17%
CO	-17%
HF	-100%
HCl	-67%

Presupuesto:

Coste de inversión requerido..... 1.154.000 €

Coste Anual Total Neto..... 727.000 €

Como se observa en la hoja de verificación de criterios, en este caso de aplicación, las baldosas no son aptas para la obtención de la EEE puesto que incumplen los criterios ecológicos relativos al consumo de energía y agua, a las emisiones atmosféricas y a la fase de embalaje del producto terminado.

En las hojas de correcciones se exponen las acciones que deberían ser implantadas para poder cumplir con dichos criterios:

- En la *Hoja de correcciones 1* se cuantifican los objetivos a alcanzar, tales como, aumentar hasta un 90% el porcentaje de agua reciclada de la planta o utilizar material reciclado para embalar las baldosas producidas.
- Paralelamente, en la *Hoja de correcciones 2* se proponen, considerando los objetivos de mejora a cumplir detallados en la *Hoja de correcciones 1*, las MTD cuya implantación permite el cumplimiento de los criterios ecológicos.

Para este caso de estudio, las MTD propuestas son:

- Filtros de lecho fijo de adsorción con $\text{CaCO}_3/\text{Ca}(\text{OH})_2$, para el control de las emisiones de SO_x ;
- Instalación de un módulo de adsorción, formado por módulos de panel de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, para la reducción de las emisiones de NO_x ;
- Recuperación de calor a través de intercambiadores para aumentar la eficiencia energética del proceso productivo.

El Coste de Inversión estimado para la aplicación de dichas MTD es de 1.200.000 €, mientras que el Coste Anual Total Neto es de 700.000 €. Los detalles técnicos de dichas MTD pueden consultarse en Ibáñez-Forés, Bovea y Azapagic (2013).

Estos resultados se muestran en la Figura 5.

5. Conclusiones

Este trabajo presenta una herramienta de comunicación ambiental integrada, adaptada al sector de fabricación de baldosas cerámicas, que permite emitir en un mismo informe la Declaración Ambiental de Producto de las baldosas a certificar, el perfil ambiental y energético de la empresa que las fabrica y un estudio de la aptitud que dicha baldosa tiene para obtener la Etiqueta Ecológica Europea. Además, en el caso de incumplir los requisitos mínimos exigidos para la concesión de la EEE, la herramienta emite una Hoja de correcciones, en la que se incluyen los objetivos de mejora necesarios, así como una propuesta de MTD a implantar para alcanzar dichos objetivos.

La utilización de la herramienta diseñada se muestra mediante el desarrollo de un caso de aplicación: la comunicación de la información ambiental del escenario medio español de fabricación de baldosas cerámicas.

Los resultados obtenidos muestran como el escenario medio de fabricación de baldosas cerámicas en España no está en disposición de obtener la certificación EEE. Los principales motivos son el incumplimiento de determinados criterios ecológicos relativos al consumo de energía y agua, a las emisiones atmosféricas y a la fase de embalaje del producto terminado. Para facilitar a las empresas la consecución de dichas deficiencias, la herramienta propone la incorporación de filtros de lecho fijo de adsorción con $\text{CaCO}_3/\text{Ca}(\text{OH})_2$ combinados con un módulo de adsorción, así como la introducción de intercambiadores de calor que favorezcan la recuperación de energía. Además, la herramienta informa sobre el coste de inversión y el coste anual neto aproximado que la introducción de dichas mejoras le supondría a la empresa.

Por ello, puede afirmarse que la herramienta de comunicación ambiental diseñada es efectiva y ofrece, además de información ambiental útil y clara tanto de la organización como del producto que esta fábrica, una importante ayuda para la adquisición de la EEE.

6. Referencias

- Benveniste, G., Gazulla, C., Fullana, P., Celades, I., Ros, T., Zaera, V. & Godes, B., (2011). Análisis de ciclo de vida y reglas de categoría de producto en la construcción. El caso de las baldosas cerámicas. *Informes de la Construcción*, 63, 71-81.
- COM 196, 2013. *Building the Single Market for Green Products. Facilitating better information on the environmental performance of products and organisations*. Communication from the commission to the Council and the European Parliament. Brussels.
- COM 302, 2003. *Integrated Product Policy: Building on Environmental Life-Cycle Thinking*. Communication from the commission to the Council and the European Parliament. Brussels.
- COM 68, 2001. *Green Paper on Integrated Product Policy*. Commission of the European Communities. Brussels.
- España. Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación. *Boletín Oficial del Estado*, 6 de noviembre de 1999, núm. 266, pp. 38925-38934.
- España. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE). *Boletín Oficial del Estado*, 28 de marzo de 2006, núm. 74, pp. 11816-11831.
- Ibáñez-Forés, V., Bovea M.D. & Simó A. (2011). Life cycle assessment of ceramic tiles. Environmental and statistical analysis. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 16, 916–928
- Ibáñez-Forés, V., Bovea, M.D. & Azapagic, A. (2013). Assessing the sustainability of Best Available Techniques (BAT): methodology and application in the ceramic tiles industry. *Journal of Cleaner Production*, 51, 162-176.
- ISO 14021 (1999). Environmental labels and declarations. Self-declared environmental claims, Type II environmental labelling.
- ISO 14025 (2006). Environmental labels and declarations. Type III environmental declarations. Principles and procedures.
- Microsoft Excel, 2007. *Microsoft Office Excel*. Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA.
- Unión Europea. Decisión no 2009/607/CE de la Comisión, de 9 de julio de 2009, sobre el establecimiento de Criterios Ecológicos revisados para la concesión de la Etiqueta Ecológica Comunitaria a revestimientos rígidos. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 12 de agosto de 2009, núm. 208, pp. 21-38.
- Unión Europea. Directiva 89/106/CEE del Consejo, de 21 de diciembre de 1988, sobre la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados Miembros sobre los productos de construcción. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 11 de febrero de 1989, núm. 40, pp. 12-26.
- Unión Europea. Reglamento (CE) nº 1221/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2009, relativo a la participación voluntaria de organizaciones en un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS), y por el que se derogan el Reglamento (CE) no 761/2001 y las Decisiones 2001/681/CE y 2006/193/CE de la Comisión. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 22 de diciembre de 2009, núm. 342, pp. 1-45.

Unión Europea. Reglamento (UE) nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de los productos de construcción. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 4 de abril de 2011, núm. 88, pp. 5-43.