

Guías sectoriales de ecodiseño

Materiales de construcción



Guías sectoriales de ecodiseño

Materiales de construcción



Edición:

1.ª, febrero 2010

© **IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental**

Alameda de Urquijo 36, 6.ª 48011 Bilbao

Tel.: 94 423 07 43

Fax: 94 423 59 00

www.ihobe.net

Edita:

IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental

**Para la elaboración de este documento se ha contado
con la colaboración de la empresa REMA - MEDIO AMBIENTE.**



TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. No se permite reproducir, almacenar en sistemas de recuperación de la información, ni transmitir parte alguna de esta publicación, cualquiera que sea el medio empleado —electrónico, mecánico, fotocopiado, grabación, etc.—, sin el permiso escrito del titular de los derechos de la propiedad intelectual y del editor.

Presentación



Pilar Unzalu

Consejera de Medio Ambiente,
Planificación Territorial,
Agricultura y Pesca

La utilización por parte del tejido industrial vasco de la metodología del ecodiseño proporciona un valor añadido a sus productos al reconocerlos como fabricados con un mejor impacto ambiental y garantizar que éstos resultan menos dañinos para el entorno a lo largo de su ciclo de vida.

La reducción de los costes, la innovación de los productos, el cumplimiento de los requisitos de la legislación medioambiental o la mejora de la imagen del producto y de la empresa son otros de los beneficios derivados de la aplicación del ecodiseño en las empresas.

El documento que tiene en sus manos forma parte de una colección de guías técnicas sobre innovación ambiental de producto en las que se aborda la integración del ecodiseño en diferentes sectores de actividad como son, la fabricación de envases y embalajes; automóviles; mueble y mobiliario urbano; textil; materiales de construcción y productos que utilizan energía.

El trabajo realizado en la edición de estas guías por el Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco, a través de su sociedad Pública Ihobe, tiene como objetivo dotar a las empresas de la Comunidad Autónoma del País Vasco de herramientas de apoyo para introducir la mejora ambiental en sus procesos de diseño de producto.

En concreto, las guías sectoriales de ecodiseño recogen especificaciones técnicas de mejora ambiental a partir de la elaboración de estudios genéricos de análisis de ciclo de vida, así mismo se recopilan en cada sector diversas experiencias prácticas en la aplicación de esta metodología en organizaciones del País Vasco.

Índice

Página	7	Introducción
Página	9	Capítulo 1. Identificación de familias de productos representativas del sector
Página	19	Capítulo 2. Diagnóstico ambiental del sector
Página	39	Capítulo 3. Factores motivantes para la innovación ambiental en el sector de materiales de construcción
Página	49	Capítulo 4. Estrategias sectoriales de ecodiseño
Páginas	259	Capítulo 5. Aplicación práctica de la guía. Casos prácticos



Introducción

El Consejo de Gobierno del País Vasco aprobó en 2002 la "Estrategia Ambiental Vasca de Desarrollo Sostenible 2002-2020", la cual fijaba la necesidad de establecer en la Comunidad Autónoma del País Vasco una estrategia integrada sobre el producto que impulsase incentivos a favor de productos respetuosos con el medio ambiente.

Como vía para cumplir este objetivo, en 2004 se aprobó el "Programa de Promoción del Ecodiseño en la Comunidad Autónoma del País Vasco 2004-2006" que supuso la puesta en marcha de toda una serie de servicios de apoyo y en el que tomaron parte más de 150 empresas.

Para establecer los pasos y la metodología necesaria para el correcto desarrollo de un proyecto de Ecodiseño, ya en el año 2000, IHOBE publicó su "Manual práctico de Ecodiseño. Operativa de implantación en 7 pasos". Este manual metodológico es el que se ha seguido para el desarrollo de los servicios que en Ecodiseño ha realizado IHOBE hasta la fecha, ya que esta metodología establecía los pasos genéricos aplicables a todo proyecto de diseño o rediseño de productos, de modo independiente del sector industrial del que se tratara.

Una vez finalizado el "Programa de Promoción del Ecodiseño en la Comunidad Autónoma del País Vasco 2004-2006", IHOBE continúa la labor de promoción del Ecodiseño a través del desarrollo de una serie de guías técnicas en Innovación Ambiental de producto – Ecodiseño.

Se trata de una serie de Guías específicas para cada sector, con especificaciones técnicas de mejora ambiental de las características de los productos del sector que abarcan, a partir de la elaboración de estudios genéricos de análisis de ciclo de vida,

experiencias previas desarrolladas por IHOBE, sistemas de certificación de producto a nivel internacional y otros trabajos similares.

El objeto de esta serie de Guías es ir más allá del "Manual práctico de Ecodiseño. Operativa de implantación en 7 pasos", de modo que las empresas puedan contar con una base de documentación de apoyo en materia de innovación ambiental de producto para acompañar sus proyectos de ecodiseño.

El contenido de la guía se compone de 5 Capítulos principales, que son:

- Capítulo 1: Identificación de familias de productos representativas del sector.
- Capítulo 2: Diagnóstico ambiental del sector.
- Capítulo 3: Factores Motivantes para la innovación ambiental de productos en el sector.
- Capítulo 4: Estrategias sectoriales de Ecodiseño. Recopilación de medidas de Ecodiseño aplicables en cada una de las familias de productos seleccionadas, donde se recoge: Etapa de Ciclo de vida afectada, Estrategia de Ecodiseño en la que incide, características técnicas, implicaciones económicas, mejora ambiental, referencias y ejemplo de aplicación.
- Capítulo 5: Aplicación práctica de la guía en varios Casos Prácticos

ANEXOS:

- ANEJO 1: Resultados detallados de las evaluaciones ambientales.
- ANEJO 2: Resumen de Marco Normativo a fecha Diciembre 2008.
- ANEJO 3: Aspectos ambientales más significativos en cada indicador de los casos prácticos del capítulo 5.

Capítulo 1

Identificación

**de familias de productos
representativas del sector**



El principal objetivo del presente capítulo es identificar las familias de Materiales de la Construcción (MMCC) más representativas en la economía industrial de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Para conseguir tal propósito ha sido necesario previamente acotar y analizar económicamente el sector industrial de los Materiales de la Construcción en la Comunidad Autónoma del País Vasco, y por último, identificar que productos y familias de Materiales de la Construcción se fabrican realmente en el País Vasco y su importancia económica.

Para definir las familias más significativas, y prioritarias para este estudio, se han tenido en cuenta las clasificaciones realizadas en el catálogo de productos de producción comunitaria (PRODCOM) de la Oficina Estadística de la Unión Europea y los datos de producción en la CAPV de la Encuesta Industrial Anual de Productos del año 2006 realizada por el Instituto Nacional de Estadística.

1.1.- El sector industrial de los materiales de la construcción en el País Vasco

Los Materiales (o productos) de Construcción, materiales de una naturaleza y manufacturación muy diversa, son a efectos "legales" cualquier producto fabricado para su incorporación con carácter permanente a las obras de construcción, incluyendo tanto las de edificación como las de ingeniería civil.

Los Materiales de la Construcción están representados por un gran número de tipologías distintas de productos y en el caso del País Vasco, proceden en su mayoría del sector industrial de productos minerales no metálicos (CNAE 26) y, en menor medida de los sectores de la madera, química, plásticos y metal (CNAE 20, 24, 25 y 28)

Según los datos de la Encuesta Industrial Anual de Productos del año 2006 del INE (Instituto Nacional de

Estadística), la cifra de ventas total de estos sectores industriales en el País Vasco fue de unos 16.098 millones de euros, representando esta cifra el 37% del importe total de las ventas de productos y servicios de la industria vasca en el año 2006.

Las ventas de Materiales de la Construcción fabricados en el País Vasco alcanzaron la cifra superior a los 2.500 millones de euros en el año 2006. Esta cifra representó el 16% del importe total de las ventas de productos y servicios de sus sectores industriales (CNAE 20,24-26 y 28) y el 6% del importe total de las ventas de productos y servicios de toda la industria vasca en el año 2006.

Según los datos de la Encuesta Industrial de Empresas del año 2006 del INE, estos sectores industriales estuvieron integrados por 1.939 empresas distintas, las cuáles dieron empleo a un total de 117.108 personas en el País Vasco, representando esta cifra el 51% del total de personas ocupadas en la industria vasca. El tamaño de estas empresas es muy diverso, correspondiendo la media sectorial a una empresa de 60 trabajadores con un importe neto de cifra de negocios cercano a los 14.300.000 euros/año.

1.2.- Familias de MMCC más representativas en la comunidad autónoma del país vasco.

La dificultad a la hora de delimitar y estudiar las familias de MMCC reside en que muchos de estos materiales son materias primas de otros más complejos, y en no ser productos finales en sí mismos, ya que su finalidad es ser parte de un edificio u obra civil.

Para la delimitación de familias se han tenido en cuenta las clasificaciones del listado PRODCOM de la Oficina de Estadística de la Unión Europea se basa en los códigos NACE (Nomenclaturas de Actividades Económicas de la Comunidad Europea). Asimismo, cada una de estas categorías está dividida a su vez en función de la Clasificación de Productos por



Actividades (CPA). Los MMCC están distribuidos en un amplio número de códigos NACE, no correspondiendo, en algún caso, la totalidad de los integrantes del código NACE a MMCC. Por este motivo se ha optado por la elección de la Clasificación de Productos por Actividades (CPA) para la delimitación de las familias. En algunos casos, como por ejemplo "27.22.10 Tubos, caños y perfiles de acero", son productos que no se utilizan exclusivamente en la construcción, pero nos da una idea relativa de la importancia de los mismos en el sector estudiado.

En el caso del País Vasco, el INE realiza anualmente una encuesta industrial de productos utilizando también como referencia la mencionada lista PRODCOM. Esta encuesta, la Encuesta Industrial Anual de Productos, permite disponer de datos sobre cantidades vendidas de productos industriales fabricados en el País Vasco y del valor económico de estas ventas. El análisis de los datos de la encuesta permite, por un lado, identificar que productos y familias de Materiales de la Construcción se fabrican realmente en la actualidad en el País Vasco, y por otro lado, permite conocer y cuantificar la importancia económica de las ventas de tales productos y familias de Materiales de la Construcción.

A continuación se muestran una serie de tablas en las que se presentan las familias de Materiales de la Construcción fabricadas en el País Vasco clasificadas según la cuantía económica de sus ventas.

- Familias de MMCC fabricadas en la Comunidad Autónoma del País Vasco con importes de ventas superiores a los 150 millones de euros en el año 2006. La tabla también presenta los MMCC más representativos de cada una de las familias en el País Vasco. Estas familias obtuvieron en su conjunto unas ventas de unos 1400 millones de euros, representando aproximadamente el 54% de las ventas totales de MMCC vascos.
- Familias de MMCC con importes de ventas entre los 100 y los 150 millones de euros en el año 2006. Estas familias obtuvieron en su conjunto unas ventas de unos 360 millones de euros, representando aproximadamente el 14% de las ventas totales de MMCC vascos.
- Familias que obtuvieron unas ventas entre los 50 y los 100 millones de euros en el año 2006. Estas familias supusieron una cifra total de ventas de unos 430 millones de euros, representando aproximadamente el 17% las ventas totales de MMCC vascos.
- Familias que obtuvieron unas ventas entre los 25 y los 50 millones de euros en el año 2006. Estas familias supusieron una cifra total de ventas de unos 250 millones de euros, representando aproximadamente el 10% las ventas totales de MMCC vascos.
- Familias de MMCC con importes de ventas inferiores a los 25 millones de euros en el año 2006. Estas familias en su conjunto generaron unas ventas de unos 180 millones, lo que viene a representar aproximadamente el 6% de las ventas totales de PUE fabricados en el País Vasco durante el año 2006.
- Finalmente, se muestran las familias de MMCC que, fabricándose en la CAPV, no se conoce la cifra de los importes de ventas, ya que en la Encuesta Industrial Anual de Productos aparecen ocultos al tratarse de valores secretos estadísticos.



FAMILIAS DE MMCC DEL PAÍS VASCO CON VENTAS SUPERIORES A LOS 150 MILLONES DE EUROS (AÑO 2006)	
FAMILIAS DE MMCC (CPA)	MMCC FABRICADOS EN EL PAÍS VASCO
27.22.10 Tubos, caños y perfiles de acero	<ul style="list-style-type: none"> - 27.22.10.10 Tubos y tuberías, sin soldadura, de sección circular, de acero inoxidable - 27.22.10.21 Tubos y tuberías, de precisión, sin soldadura, de sección circular, de acero distinto del inoxidable, estirado o laminado en frío. - 27.22.10.41 Tubos sin soldadura, de sección circular, de acero distinto del inoxidable, acabados en caliente, con un diámetro exterior $\leq 168,3$ mm - 27.22.10.43 Tubos sin soldadura, de sección circular, de acero distinto del inoxidable, acabados en caliente, con un diámetro exterior $> 168,3$ mm pero $\leq 406,4$ mm - 27.22.10.45 Tubos sin soldadura, de sección circular, de acero distinto del inoxidable, acabados en caliente, con un diámetro exterior $406,4$ mm - 27.22.10.61 Tubos soldados longitudinalmente, de sección circular, de acero, con un diámetro exterior $> 406,4$ mm - 27.22.10.65 Tubos soldados, remachados o cerrados en espiral, de sección circular, de acero, con un diámetro exterior $> 406,4$ mm - 27.22.10.70 Tubos soldados, de sección circular, de acero inoxidable, con un diámetro exterior $\leq 406,4$ mm - 27.22.10.81 Tubos de precisión, de sección circular, de acero no aleado, obtenido o soldado y estirado en frío (o laminado en frío) tras la soldadura, con un diámetro exterior $\leq 406,4$ mm y un grosor de pared ≤ 2 mm - Etc
266310. Hormigón premasado	<ul style="list-style-type: none"> - 26631000. Hormigón (excepto refractario) dispuesto para molde o colada (amasado con agua).
25.21.21 Tripas artificiales de proteínas endurecidas o de materiales celulósicos; tubos, caños y mangueras rígidos de materiales plásticos	<ul style="list-style-type: none"> - 25.21.21.30 Tripas artificiales de proteínas endurecidas o de plásticos celulósicos - 25.21.21.53 Tubos rígidos de polímeros de etileno - 25.21.21.55 Tubos rígidos de polímeros de propileno - 25.21.21.57 Tubos rígidos de polímeros de cloruro de vinilo - 25.21.21.70 Tubos rígidos de polímeros de los demás plásticos, n.c.o.p.

FAMILIAS DE MMCC DEL PAÍS VASCO CON VENTAS ENTRE LOS 100 Y LOS 150 MILLONES DE EUROS (AÑO 2006)	
FAMILIAS DE MMCC (CPA)	MMCC FABRICADOS EN EL PAÍS VASCO
243012. Pinturas y barnices a base de poliésteres, polímeros acrílicos o vinílicos, en un medio no acuoso; soluciones	<ul style="list-style-type: none"> - 24301225. Pinturas y barnices, etc., en medio no acuoso, a base de poliésteres, disolución con disolvente $> 50\%$ del peso de la disolución - 24301230. Pinturas y barnices, a base de polímeros acrílicos o vinílicos, en medio no acuoso, con disolventes $> 50\%$ del peso de la disolución. - 24301270. Pinturas y barnices, en medio no acuoso; disoluciones con disolvente $> 50\%$ del peso de la disolución - 24301290. Las demás pinturas y barnices, en medio no acuoso, a base de polímeros sintéticos
281210. Puertas, ventanas y sus marcos, y umbrales para puertas, de metal	<ul style="list-style-type: none"> - 28121030. Puertas, ventanas y sus marcos, bastidores y umbrales, de fundición, de hierro o de acero - 28121050. Puertas, ventanas y sus marcos, bastidores y umbrales de aluminio
265112. Cemento Portland, cemento aluminoso, cemento de escorias y cementos hidráulicos análogos	<ul style="list-style-type: none"> - 26511230. Cemento Portland (excepto blanco) - 26511290. Los demás cementos hidráulicos



FAMILIAS DE MMCC DEL PAÍS VASCO CON VENTAS ENTRE LOS 50 Y LOS 100 MILLONES DE EUROS (AÑO 2006)	
FAMILIAS DE MMCC (CPA)	MMCC FABRICADOS EN EL PAÍS VASCO
25.21.30. Planchas, hojas, películas, cintas y tiras de materiales plásticos, no apoyados o combinados de manera análoga con otros materiales	<ul style="list-style-type: none"> - 25.21.30.10 Planchas, placas, hojas, etc. de polímeros de etileno, sin reforzar ni combinar con otras materias, espesor ≤ 0,125 mm - 25.21.30.17 Planchas, placas, hojas, etc. de polímeros de etileno, sin reforzar ni combinar con otras materias, espesor > 0,125 mm - 25.21.30.29 Planchas, placas, hojas, etc. de polímeros de propileno, sin reforzar ni combinar con otras materias, espesor ≤ 0,10 mm - 25.21.30.30 Planchas, placas, hojas, etc. de polímeros de estireno, sin reforzar ni combinar con otras materias - 25.21.30.35 Las demás planchas, placas, hojas, etc., de polímeros de cloruro de vinilo, contenido ≥ 6 % de plasticer, espesor ≤ 1mm - 25.21.30.36 Las demás planchas, placas, hojas, etc., de polímeros de cloruro de vinilo, contenido ≥ 6 % de plasticer, espesor > 1mm - 25.21.30.37 Las demás planchas, placas, hojas, etc., de polímeros de cloruro de vinilo, contenido < 6 % de plasticer, espesor > 1mm - 25.21.30.38 Las demás planchas, placas, hojas, etc., de polímeros de cloruro de vinilo, contenido < 6 % de plasticer, espesor > 1mm - 25.21.30.53 Planchas, placas, hojas, etc., de polimetacrilato de metilo, sin reforzar ni combinar con otras materias - Etc.
267012. Otros tipos de piedra labrada ornamental o de construcción y sus manufacturas; otros tipos de gravilla y polvo artificialmente coloreados de piedra natural; artículos de pizarra aglomerada	<ul style="list-style-type: none"> - 26701210. Adoquines, encintado y losa pavimento, piedra natural (excepto pizarra) - 26701230. Losetas, cubos,... gránulos coloreados artificiales... Para mosaicos - 26701240. Demás piedras calizas n.c.o.p., talladas/aserradas, superficie plana/lisa, trabajadas de otro modo - 26701260. Granito, tallado/aserrado, superficie plana/lisa, trabajado de otro modo - 26701280. Demás piedras talladas para la construcción n.c.o.p. talladas/aserradas, superficie plana/lisa, trabajadas de otro modo - 26701290. Pizarra natural trabajada y manufacturas de pizarra natural o aglomerada
243011. Pinturas y barnices a base de polímeros acrílicos o vinílicos en medios acuosos	<ul style="list-style-type: none"> - 24301150. Pinturas y barnices a base de polímeros acrílicos o vinílicos en medios acuosos - 24301170. Las demás pinturas y barnices, dispersos o disueltos en medio acuoso
268213. Mezclas bituminosas a base de asfalto natural, betún natural, betún de petróleo, alquitrán natural o brea de alquitrán	<ul style="list-style-type: none"> - 26821300. Productos bituminosos basados en áridos naturales o artificiales y en betún o asfalto como ligante
281110 Construcciones prefabricadas de metal	<ul style="list-style-type: none"> - 28111030 Construcciones prefabricadas de hierro o de acero - 28111050 Construcciones prefabricadas de aluminio
266112. Componentes estructurales prefabricados para construcción o ingeniería civil, de cemento, hormigón o piedra artificial	<ul style="list-style-type: none"> - 26611200. Elementos prefabricados para la construcción o la ingeniería, de cemento...
26.11.12 Vidrio templado y vidrio pulido o pulimentado, en planchas, pero no labrado de otro modo	<ul style="list-style-type: none"> - 26.11.12.12 Placas y hojas sin armar con capa antirreflectante - 26.11.12.14 Placas y hojas sin armar de vidrio flotado/desbastado/pulido, reflectado: espesor ≤ 3,5 mm - 26.11.12.17 Placas y hojas sin armar de vidrio flotado/desbastado/pulido, reflectado: grosor > 3,5 mm - 26.11.12.30 Demás placas u hojas de vidrio sin armar flotado/desbastado/pulido, coloreado... - 26.11.12.80 Las demás hojas de vidrio flotado/desbastado/pulido, n.c.o.p.



FAMILIAS DE MMCC DEL PAÍS VASCO CON ENTRE LOS 25 Y LOS 50 MILLONES DE EUROS (AÑO 2006)	
FAMILIAS DE MMCC (CPA)	MMCC FABRICADOS EN EL PAÍS VASCO
266410. Morteros	- 26641000. Hormigones (excepto refractario) en seco y morteros
203011. Ventanas, balcones y sus marcos, puertas y sus marcos y umbrales, de madera	- 20301110. Ventanas, balcones y sus marcos, de madera - 20301150. Puertas y sus marcos, y umbrales, de madera
25.21.42 Otras planchas, hojas, películas, cintas y tiras de materiales plásticos, no celulares.	- 25.21.42.30 Planchas, láminas, hojas y tiras no celulares de poliésteres - 25.21.42.50 Planchas, láminas, hojas y tiras no celulares de resinas fenólicas - 25.21.42.75 Planchas, láminas, hojas y tiras no celulares de resinas amínicas estratificadas a alta presión, con decorativa sobre una o las dos caras - 25.21.42.80 Planchas, láminas, hojas y tiras no celulares de plástico no celular, excluidas las obtenidas por polímeros
243022. Otras pinturas y barnices; preparados secantes	- 24302213. Las demás pinturas y barnices; pigmentos al agua para acabados en cuero: pinturas y barnices aceite - 24302215. Las demás pinturas y barnices; pigmentos al agua para acabados en cuero: las demás - 24302240. Pigmentos, incl. El polvo y laminillas metálicos, dispersos en medios acuosos - 24302253. Masilla, cementos de resina y demás mástiques - 24302255. Plastes de relleno utilizados en pintura - 24302260. Plastes no refractarios de los tipos utilizados en albañilería - 24302273. Disolventes o diluyentes orgánicos compuestos a base de acetato de butilo, n.c.o.p. - 24302279. Los demás disolventes o diluyentes orgánicos compuestos, n.c.o.p.
25.21.41 Otras planchas, hojas, películas, cintas y tiras de materiales plásticos, celulares	- 25.21.41.20 Planchas, láminas, hojas y tiras celulares de polímeros de estiren - 25.21.41.30 Planchas, láminas, hojas y tiras celulares de polímeros de cloruro de vinilo - 25.21.41.50 Planchas, láminas, hojas y tiras celulares de polímeros de poliuretano - 25.21.41.80 Planchas, láminas, hojas y tiras celulares de los demás plásticos, n.c.o.p.
203012. Tableros para pisos de parqué, encofrados para obras de construcción de hormigón, tablillas y ripias, de madera	- 20301215. Tableros para parquet, de madera, para parquet mosaico - 20301219. Tableros para parquet, de madera, los demás
203020. Construcciones prefabricadas de madera	- 20302000. Construcciones prefabricadas de madera

**FAMILIAS DE MMCC DEL PAÍS VASCO CON VENTAS INFERIORES A LOS 25 MILLONES DE EUROS (AÑO 2006)**

FAMILIAS DE MMCC (CPA)	MMCC FABRICADOS EN EL PAÍS VASCO
243021. Pigmentos preparados, opacificantes y colores, esmaltes y barnices vitrificables, enlucidos, lustres líquidos y similares; frita de vidrio	- 24302130. Pigmentos, opacificantes y colores preparados, ... En cerámica, etc. - 24302150. Composiciones vitrificables, engobes y preparaciones similares
252314. Puertas, ventanas y marcos y umbrales para puertas contraventanas, persianas ...de materiales plásticos	- 25231450. Puertas, ventanas y sus marcos, bastidores y umbrales, de plástico - 25231470. Contraventanas, persianas y artículos similares, y sus partes, de plástico
265210. Cal	- 26521033. Cal viva - 26521035. Cal apagada
26261300. Cementos, morteros, hormigones y preparaciones similares refractarios, n.c.o.p.	- 26261300. Cementos, morteros, hormigones y preparaciones similares refractarios, n.c.o.p.
252313. Depósitos, cisternas, cubas, recipientes análogos de materiales plásticos, con capacidad superior a 300 l	- 25231300. Depósitos, cisternas, cubas y recipientes análogos, capacidad >300 litros de plástico
203013. Carpintería de madera para edificios y construcción	- 20301300. Las demás obras y piezas de carpintería para construcciones de madera
266111. Baldosas, losas de pavimento, ladrillos y artículos análogos de cemento, hormigón o piedra artificial	- 26611130. Bloques y ladrillos para construcción, cementos, hormigón o piedra artificial - 26611150. Baldosas y artículos similares, cemento, hormigón o piedra artificial
266113. Tubos de cemento, hormigón o piedra artificial	- 26611300. Tubos de cemento, hormigón o piedra artificial
252315. Otros artículos de materiales plásticos para la construcción n.c.o.p.	- 25231550. Accesorios y guarniciones para instalaciones permanentes, de plástico - 25231590. Los demás artículos de plástico para la construcción
262612. Ladrillos, bloques y baldosas refractarios y artículos análogos de cerámica refractaria para la construcción, excepto los de harinas y tierras fósiles silíceas	- 26261210. Ladrillos, losas, baldosas, refractarios... peso > 50% MgO, CaO, Cr ₂ O ₃ - 26261233. Ladrillos, losas, baldosas, refractarios... peso > 50% alúmina(Al ₂ O ₃) ≥ 93% sílice(SiO ₂) - 26261237. Ladrillos, losas, baldosas, refractarios... peso > 50% sílice(SiO ₂), o alúmina(Al ₂ O ₃):los demás
261512. Losas, ladrillos, losetas y otros artículos de vidrio prensado o moldeado; vidrieras emplomadas y artículos análogos; vidrio multicelular o vidrio celular, en baldosas, placas o formas análogas	- 261512. Losas, ladrillos, losetas y otros artículos de vidrio prensado o moldeado; vidrieras emplomadas y artículos análogos; vidrio multicelular o vidrio celular, en baldosas, placas o formas análogas
26.11.11 Vidrio colado, laminado, estirado o soplado, en planchas, pero sin labrar de otro modo	- 26.11.11.15 Placas y hojas sin armar de los demás vidrios colados, coloreadas, opacificadas, (incl. Con capa antirreflectante) - 26.11.11.30 Placas y hojas armadas de vidrio colado/enrollado - 26.11.11.50 Perfiles de vidrio colado/enrollado
267011. Mármol, travertino y alabastro labrados; gravilla y polvo artificialmente coloreados de mármol, travertino y alabastro	- 26701100. Mármoles, travertinos, alabastros, tallados/aserrados, superficie plana/lisa, trabajados de otro modo
252311. Revestimientos de materiales plásticos para suelos, paredes o techos, en rollos o en baldosas	- 25231190. Revestimientos de suelos, paredes o techos, en rollos o losetas, incluso autoadhesivos, de los demás plásticos n.c.o.p.
27.21.10 Tubos, caños y perfiles huecos, de hierro de fundición	- 27.21.10 Tubos, caños y perfiles huecos, de hierro de fundición
252312. Bañeras, lavabos, inodoros, tapas de inodoros, cisternas y aparatos sanitarios similares de materiales plásticos	- 25231250. Bañeras, duchas y lavabos, de plástico - 25231270. Asientos y tapas de inodoros, de plástico - 25231290. Bidés, inodoros y artículos sanitario o higiénicos similares, n.c.o.p.
263010. Azulejos y baldosas de cerámica	- 26301020. Baldosas, cubos, dados, artículos similares de cerámica barniz/esmalte; inscribibles en un cuadrado < 7 cm de lado
265111. Clinkers de cemento	<i>No se fabrican en la CAPV</i>
266512. Artículos de asbestocemento, fibrocemento de celulosa o similares	<i>No se fabrican en la CAPV</i>
265310. Yeso	<i>No se fabrican en la CAPV</i>
266210. Productos de yeso para construcción	<i>No se fabrican en la CAPV</i>



266611. Otros tros artículos de yeso o compuestos basados en yeso n.c.o.p.	No se fabrican en la CAPV
264012. Tejas, elementos de chimenea, conductos de humo, ornamentos arquitectónicos y demás productos cerámicos de construcción	No se fabrican en la CAPV
264013. Tubos, empalmes, cañerías y accesorios de tuberías, de materiales cerámicos	No se fabrican en la CAPV
262611. Ladrillos, ladrillos, bloques, baldosas y otros artículos cerámicos de harinas o tierras fósiles silíceas	No se fabrican en la CAPV
262210. Aparatos sanitarios cerámicos	No se fabrican en la CAPV

FAMILIAS DE MMCC DEL PAÍS VASCO CON VALORES DE VENTAS OCULTOS

FAMILIAS DE MMCC (CPA)	MMCC FABRICADOS EN EL PAÍS VASCO
246647 : Aglomerantes preparados para moldes o núcleos de fundición; productos químicos	- 24.66.47.50 Aditivos preparados para cemento, morteros u hormigones
266511. Tableros, bloques y artículos análogos de fibra vegetal, de paja o de desperdicios de madera aglomerados con aglutinantes minerales	- 26651100. Paneles, placas, losetas, bloques y artículos similares, de fibra vegetal, paja o viruta, de plaquitas o partículas, o de aserrín o demás desperdicios de madera, aglomerados con cemento, yeso fraguable o demás aglutinantes minerales
266120. Construcciones prefabricadas de hormigón	- 26612000. Construcciones prefabricadas de cemento
266612. Artículos de cemento, hormigón o piedra artificial n.c.o.p.	- 26661200. Las demás manufacturas de cemento, hormigón o piedra artificial n.c.o.p.
262613. Cementos, morteros y hormigón refractarios y composiciones análogas n.c.o.p.	- 26261300. Cementos, morteros, hormigones y preparaciones similares refractarios, n.c.o.p.
268216. Productos minerales no metálicos	- 26821630 Mezclas y manufacturas de materias minerales para aislamiento térmico o acústico
268212. Artículos de asfalto o de materiales análogos	- 26821253 Laminas bituminosas de impermeabilización (en rollos) - 26821290 Productos bituminosas (exc. En rollo)
252320. Construcciones prefabricadas de materiales plásticos	- 25232000. Construcciones prefabricadas de materias plásticas
28752737. Contraventanas de aireación no mecánica, canalones, ganchos y las demás manufacturas utilizadas en la industria de la construcción	- 28752737. Contraventanas de aireación no mecánica, canalones, ganchos y las demás manufacturas utilizadas en la industria de la construcción
264011. Ladrillos para la construcción, bloques para suelos, baldosas de apoyo o de relleno, de materiales cerámicos no refractarios, y similares	- 26401110. Ladrillos de construcción de cerámica
27.10.43 Barras y perfiles laminados en caliente y forjados, de acero inoxidable	- 27108130 Alambroón del tipo utilizado para armadura para hormigón (malla/barras con nervadura perfilada en frío)
27.10.91 Perfiles pesados	- 27.10.91.10 Perfiles en U de altura superior o igual a 80 mm, de acero sin alear - 27.10.91.20 Perfiles en I de altura superior o igual a 80 mm, de acero sin alear - 27.10.91.30 Perfiles en H de altura superior o igual a 80 mm, de acero sin alear
27.10.92 Tablestacas, perfiles soldados y material ferroviario, de acero	- 27.10.92.10 Tablestaca de acero - 27.10.92.20 Perfiles obtenidos en frío por soldadura, de acero - 27.10.92.30 Elementos de acero para vías férreas
281121 Puentes y secciones de puentes de hierro o acero	- 28112100 Puentes y partes de puentes de fundición, de hierro y de acero

Capítulo 2

Diagnóstico ambiental del sector



En este capítulo se lleva a cabo un diagnóstico ambiental cuantitativo de quince productos o materiales representativos del sector de Materiales de la Construcción en la Comunidad Autónoma del País Vasco (véase Capítulo 1). El propósito de estas evaluaciones es analizar el comportamiento ambiental de los productos a lo largo de todo su

ciclo de vida e identificar prioridades en materia de mejora ambiental que puedan ser contempladas durante la fase de diseño y desarrollo de tales productos y por extensión, también de sus familias. Los materiales evaluados se muestran en la siguiente tabla.

PRODUCTOS EVALUADOS AMBIENTALMENTE

1. Tubería de acero
2. Hormigón
3. Tubería de PVC
4. Cemento
5. Pintura alquídica
6. Ventana de aluminio
7. Piedra natural - Granito
8. Barniz acrílico
9. Asfalto mástico
10. Mortero de cemento
11. Ventana de madera
12. Ventana de PVC
13. Ladrillo cerámico
14. Cal viva
15. Lámina de Poliestireno

NOTA: los materiales o productos evaluados no corresponden a ninguno concreto fabricado en el País Vasco, sino que son una muestra representativa del producto fabricado actualmente en Europa y

que en este caso tienen en consideración las particularidades propias de la CAPV en cuanto a consumos energéticos y distribución (electricidad, gas natural y distancias en suministro y distribución).



2.1. El diagnóstico ambiental de MMCC

Existen distintos métodos, cualitativos y cuantitativos, para evaluar el comportamiento ambiental de un producto e identificar prioridades ambientales de mejora (p.ej. Matriz MET, Eco-indicadores, ACV, etc.). En este caso se ha optado por la aplicación simplificada de la metodología del Análisis del Ciclo de Vida (ACV, o en inglés Life Cycle Assessment, LCA).

El ACV es una técnica cuantitativa que permite compilar y evaluar las entradas y salidas de materia y energía y los impactos ambientales potenciales de un producto, servicio o actividad a lo largo de todo su ciclo de vida, es decir, de la "cuna a la tumba". Los principios y marco de referencia de esta metodología están descritos en la norma UNE-EN ISO 14040:2006 y sus requisitos y directrices en la UNE-EN ISO 14044:2006.

En un ACV se atribuyen al "producto" o sistema objeto de evaluación todos los efectos ambientales derivados del consumo de materias primas y energía para su fabricación, las emisiones y residuos generados durante el desempeño de la actividad productiva, así como los efectos ambientales de su distribución, uso y gestión final como residuo.

En definitiva, un ACV no deja de ser una especie de "contabilidad ambiental" en la que se atribuyen al producto evaluado todas sus implicaciones ambientales o cargas ambientales debidamente cuantificadas. Concretamente, primero se determinan y cuantifican todos los flujos materiales y energéticos elementales en los límites del sistema evaluado, es decir, los flujos que provienen del

medio sin una transformación previa por el ser humano (p.ej. consumo de crudo, carbón, etc.) y los que van directamente a la naturaleza (p.ej. emisiones de CO₂, SO₂, etc.). Los flujos elementales contemplan la utilización de recursos, las emisiones al aire y los vertidos al agua y al suelo asociados con el sistema estudiado.

Estos flujos ambientales elementales se clasifican posteriormente en distintas categorías e indicadores según su impacto ambiental potencial y se transforman para cada indicador en una unidad equivalente para poder ser sumados (p.ej. el cambio climático se expresa en unidades equivalentes de CO₂). Esta conversión requiere de factores de caracterización para cada pareja flujo-indicador (p.ej. en cambio climático, la emisión de 1 kg de metano es equivalente a una de 23 kg de CO₂).

Los resultados numéricos de los indicadores de impacto y/o la cuantificación de los distintos flujos ambientales finalmente se analizan e interpretan para identificar los aspectos ambientales más significativos del producto o sistema bajo estudio en todo su ciclo de vida y en sus distintas fases y subfases.

En todo ACV la selección de indicadores de impacto ambiental a utilizar debe cubrir justificada y adecuadamente las repercusiones ambientales del sistema estudiado y a su vez debe ser coherente con el objetivo y el alcance del estudio.

En este caso, por tratarse de evaluaciones ambientales de materiales de la construcción, se ha decidido utilizar los indicadores de impacto descritos en el documento TC 350 WI 002 "Sustainability of construction works – Assessment of environmental performance of buildings – Calculation methods" (según exposición de apartado 2.2.)

INDICADORES DE IMPACTO		
<i>(Fuente: TC 350 WI 002 "Sustainability of construction works – Assessment of environmental performance of buildings – Calculation method")</i>		
INDICADOR	BREVE DESCRIPCIÓN	UNIDADES
Calentamiento global	Emisiones atmosféricas de gases de efecto invernadero según IPCC	kg CO ₂ eq.
Destrucción de la capa de ozono	Emisiones atmosféricas de compuestos que bajo la acción catalizadora de los UV provocan la descomposición del ozono.	kg CFC-11 eq.
Acidificación	Emisiones atmosféricas de agentes acidificantes del suelo y las aguas	kg SO ₂ eq.
Eutrofización	Vertidos acuosos de sustancias que afectan el balance de oxígeno de las aguas	kg PO ₄ eq.
Oxidantes fotoquímicos	Generación de oxidantes fotoquímicos perjudiciales para la salud humana, los ecosistemas y la agricultura.	Kg C ₂ H ₄ eq



2.2. Diagnósticos ambientales de MMCC representativos de la CAPV

En esta sección se presentan los diagnósticos ambientales de los quince productos evaluados. Las evaluaciones sólo contemplan las etapas de producción y distribución ("De la cuna a la puerta"). Tal como se ha expuesto en el apartado 2.2 este diagnóstico ambiental permitirá la Declaración ambiental de MMCC como instrumento de evaluar el comportamiento ambiental del edificio o infraestructura. Para evaluar el comportamiento ambiental de los MMCC en las fases posteriores del ciclo de vida del MMCC será necesario su análisis y estudio, la utilización de bases de datos sectoriales y la participación de las partes interesadas.

Cada diagnóstico contiene la siguiente información:

- Características técnicas del producto evaluado
- Alcance y suposiciones de la evaluación
- Resultados de la evaluación:
 - Perfil ambiental del producto, entendiéndose como la contribución ambiental de las fases de producción y distribución del producto suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores de impacto considerados.
 - Lista priorizada de aspectos ambientales del producto suponiéndose también una importancia equivalente de todos los indicadores.

La asignación de la misma importancia a todos los indicadores de impacto ambiental potencial no deja de ser un juicio de valor carente de base científica y que además conduce en este caso, como puede constatarse en los distintos diagnósticos, a resultados promedios muy poco precisos y con una gran incertidumbre asociada. Por ello, se ha considerado interesante el incluir también en cada diagnóstico ambiental la siguiente información:

- Contribución ambiental de las fases de fabricación y distribución del producto en cada uno de los indicadores.
- Lista priorizada de aspectos ambientales del producto para cada uno de los cinco indicadores.

2.2.1. Tubería de acero

Características:

Material: Tubería de acero sin soldadura estirado en frío

Unidad funcional: 1 kg de tubería

Características técnicas de la tubería de acero evaluada:

- Diámetro externo: 120 mm
- Grosor de pared: 10 mm

Alcance y suposiciones:

Debido a la falta de datos del proceso productivo se ha realizado una aproximación utilizando los datos del proceso de estirado de cable de acero.

Producción:

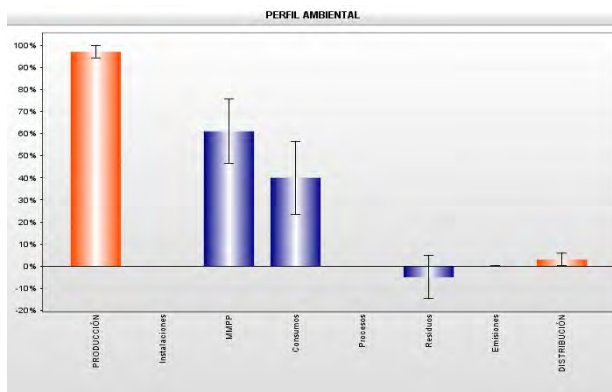
- El acero inoxidable utilizado es en su totalidad reciclado, por lo que, para esta materia prima, tan solo se tiene en cuenta el impacto relacionado con su reciclaje.
- Suministro de MMPP en camiones de 20 Tn desde una distancia media de 25 Km.
- No se tiene en cuenta el departamento de administración.
- El acero residual generado en el proceso de enrollado se recicla, por lo que se tiene en cuenta los impactos ambientales positivos generados al evitar su gestión como residuo y por evitar el consumo de materia prima de origen natural.
- No se ha tenido en cuenta el tratamiento de protección superficial.

Distribución

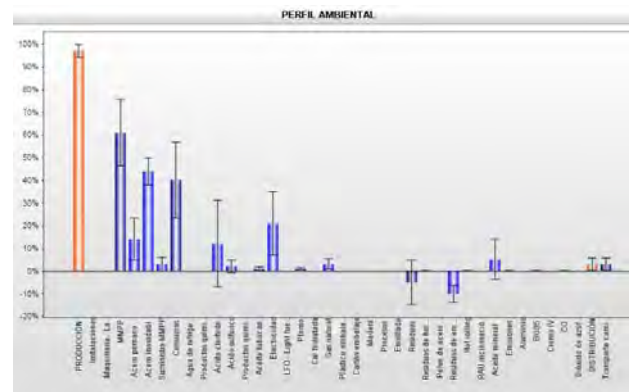
- La distribución se realiza con camiones de 20 Tn a una distancia media de 25 km.

2.2.1.1. Resultados de la evaluación

La siguiente figura muestra el perfil ambiental - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - de las etapas del ciclo de vida estudiadas de una tubería de acero, en el que se puede observar que el 97% ($\sigma = 3\%$) del impacto ambiental global se debe a su fase de producción, el 3% ($\sigma = 3\%$) a su distribución.



Perfil ambiental de la tubería de acero



Aspectos ambientales de la tubería de acero

En la figura también se muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C2 para más detalles):

- En **producción**, un 61% del impacto ambiental global se debe al consumo de materias primas, correspondiendo un 40% al acero inoxidable. Los consumos suponen un 40% y el impacto de la generación y gestión de residuos un -5 %. El motivo de este valor negativo es por que el impacto generado por la gestión de los residuos es positiva, ya que el material residual se recicla, con lo que se evita su gestión como residuo y la utilización de acero virgen.
- La contribución de la distribución es del 3% debido al transporte.



2.2.2. Hormigón

Características:

Material: Hormigón en masa

Unidad funcional: 1m³ de hormigón

Características técnicas del hormigón evaluado:

- Densidad: 2'38 kg/m³.

Ingredientes:

- Cemento 300 kg,
- Agua 190 kg,
- Grava 1'890 kg,
- Aditivos 4 kg.

Alcance y suposiciones:

Producción:

Suministro de MMPP en camiones de 20 Tn desde una distancia media de 25 Km.

No se tiene en cuenta el departamento de administración.

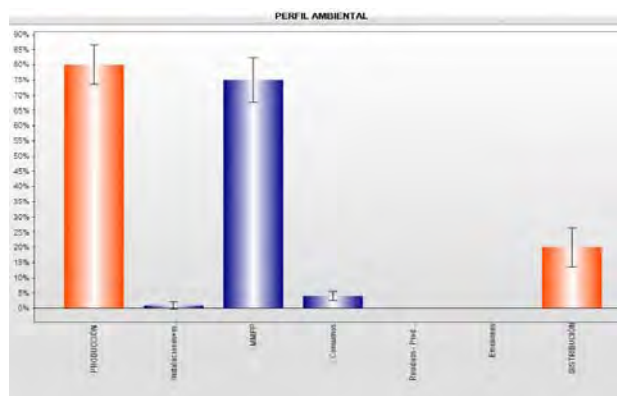
Todo el hormigón residual generado durante la producción se lleva a vertedero (a 20 km).

Distribución

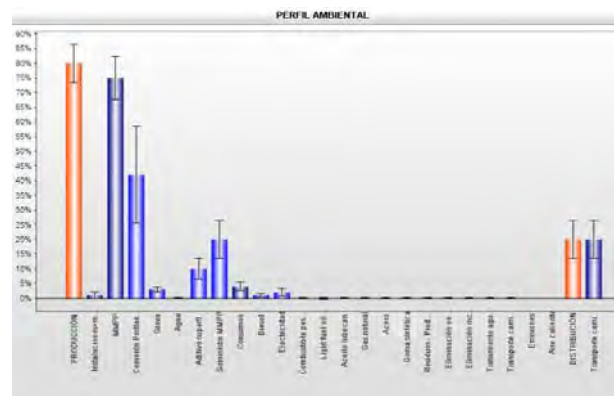
La distribución se realiza con camiones de 20 Tn a una distancia media de 25 km.

2.2.2.1. Resultados de la evaluación

La siguiente figura muestra el perfil ambiental del ciclo de vida del hormigón, en el que se puede observar que el 80% ($\sigma = 6\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe a su fase de producción, el 20% ($\sigma = 6\%$) a su distribución.



Perfil ambiental del hormigón



Aspectos ambientales del hormigón

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C2 para más detalles):

- En producción, un 75% del impacto ambiental global se debe al consumo de materias primas, correspondiendo un 20% a su suministro. Los demás consumos suponen un 4% y el impacto de la generación y gestión de residuos es despreciable. En cuanto a los materiales, el Cemento Pórtland es el que mayor importancia tiene, suponiendo un 42% del impacto ambiental global.
- La contribución de la distribución es de un 20% debido al transporte.



2.2.3. Tubería de PVC

Características:

Material: Tubería de desagüe de PVC

Unidad funcional: 1 Kg

Características técnicas de la tubería evaluada:

- Rugosidad absoluta K= 0,01 mm
- Tensión de trabajo = 10MPa
- Resistencia a impacto ≤ 10 % TIR
- Diámetro 60 mm

Alcance y suposiciones:

Producción:

Suministro de MMPP en camiones de 20 Tn desde una distancia media de 25 Km.

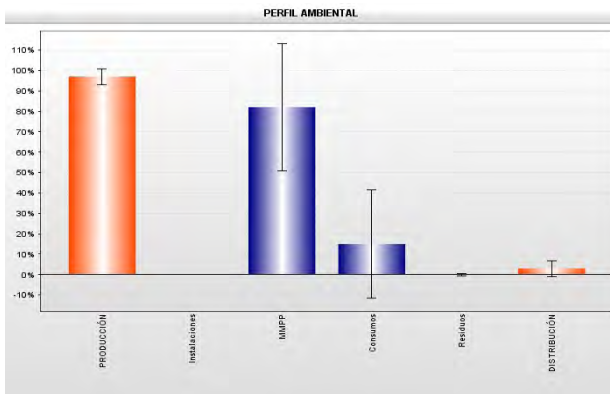
No se tiene en cuenta el departamento de administración.

Distribución

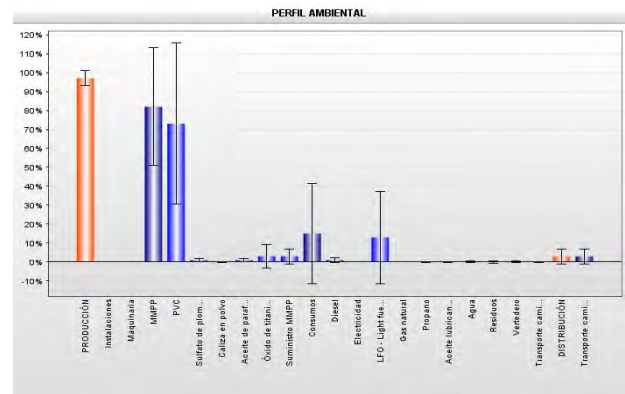
La distribución se realiza con camiones de 20 Tn a una distancia media de 25 km.

2.2.3.1. Resultados de la evaluación

La siguiente figura muestra el perfil ambiental de las etapas del ciclo de vida estudiadas de la tubería de PVC, en el que se puede observar que el 97% ($\sigma = 4\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe a su fase de producción, el 3% ($\sigma = 4\%$) a su distribución.



Perfil ambiental de la tubería de PVC



Aspectos ambientales de la tubería de PVC

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C2 para más detalles):

- En producción, un 82% del impacto ambiental global se debe al consumo de materias primas, correspondiendo un 79% al PVC y un 3% a su suministro. Los consumos suponen un 15% (LFO 13% y diesel 2%) y el impacto de la generación y gestión de residuos es despreciable.
- La contribución de la distribución es de un 3% debido al transporte.



2.2.4. Cemento Portland

Características:

Material: Cemento CEM I 42.5

Unidad funcional: 1 kg de cemento

Características técnicas del cemento evaluado:

Resistencias a compresión en N/mm²

- 2 días mínimo: 20
- 28 días mínimo: 42,5 máximo: 62,5

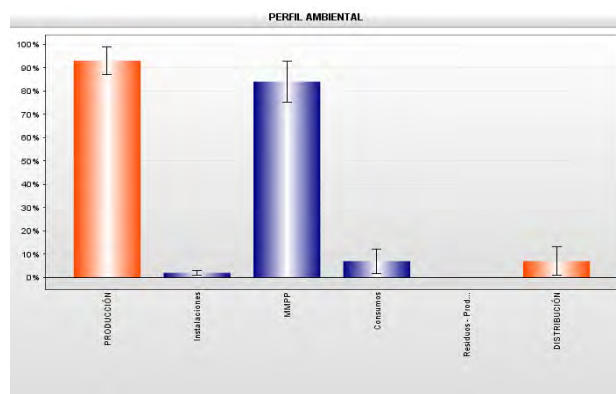
Ingredientes:

- Clinker 90%
- Yeso 5%
- Materiales adicionales 5%

Alcance y suposiciones:

Producción:

Suministro de MMPP en camiones de 20 Tn desde una distancia media de 25 Km.



Perfil ambiental del cemento

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C2 para más detalles):

En producción, un 84 % del impacto ambiental global se debe al consumo de materias primas, destacando entre ellas el clínker con un 72%, debido a los consumos necesarios para su producción (33%

Todo el cemento residual generado durante la producción se lleva a vertedero (a 20 km).

No se ha tenido en cuenta el tratamiento de aguas residuales ni el empaquetamiento.

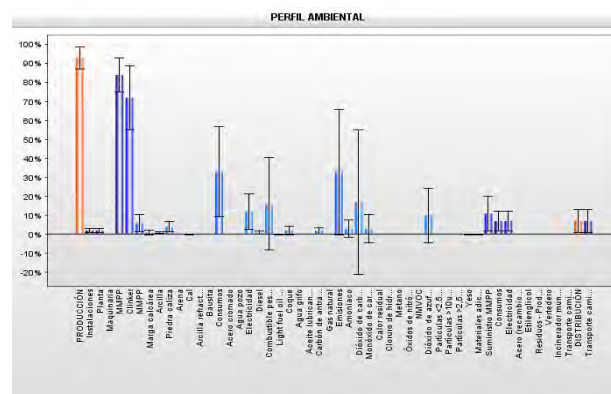
No se ha tenido en cuenta el departamento de administración.

Distribución

La distribución se realiza con camiones de 20 Tn a una distancia media de 25 km.

2.2.4.1. Resultados de la evaluación

La siguiente figura muestra el perfil ambiental del ciclo de vida del cemento, en el que se puede observar que el 93% ($\sigma = 6\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe a su fase de producción, el 7% ($\sigma = 6\%$) a su distribución.



Aspectos ambientales del cemento

entre electricidad y combustibles pesados) y a las emisiones que se generan durante la misma (33%, principalmente dióxidos de carbono y azufre). El suministro de las materias primas causa el 11% del impacto global, mientras que el consumo eléctrico de la molienda del cemento y demás procesos un 7%. Finalmente, el porcentaje generado por la instalación y la maquinaria es de un 2%, siendo prácticamente despreciable la aportación de la generación de residuos y su gestión.

La contribución de la distribución es de un 7% debido al transporte



2.2.5. Pintura alquídica

Características:

Material: Pintura alquídica

Unidad funcional: 1 kg de pintura

Características técnicas de la pintura evaluada:

- Pintura blanca a base de resina alquídica con un 60% de disolvente en la disolución. Aplicable tanto en interior como en exterior sobre superficies de mampostería, madera o metal.
- Rendimiento teórico 5-6 m²/litro
- Densidad 1.3 g/ml

Alcance y suposiciones:

Producción:

- Suministro de MMPP en camiones de 20 Tn desde una distancia media de 25 Km.

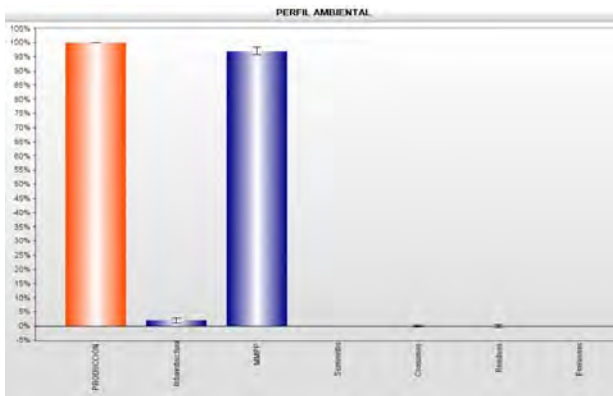
- Todo el cemento residual generado durante la producción se lleva a vertedero (a 20 km).
- No se ha tenido en cuenta el departamento de administración.
- No se ha tenido en cuenta el envasado.

Distribución

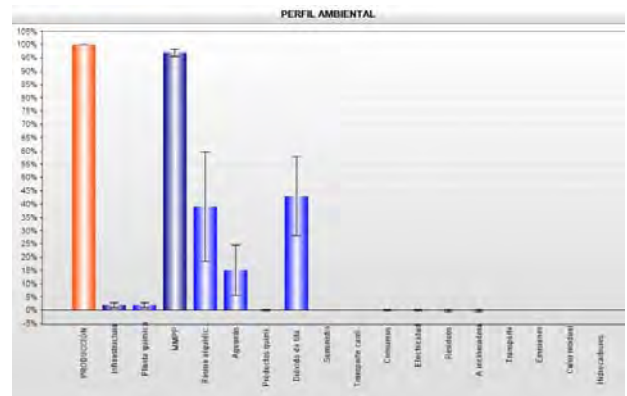
- La distribución se realiza con camiones de 20 Tn a una distancia media de 25 km.

2.2.5.1. Resultados de la evaluación

La siguiente figura muestra el perfil ambiental del ciclo de vida de la pintura estudiada. La distribución del producto tiene un impacto despreciable, y dentro de la etapa de producción el 97% ($\sigma = 2\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe al consumo de materias primas, correspondiendo el 3% ($\sigma = 1\%$) restante a las infraestructuras.



Perfil ambiental de la pintura alquídica



Aspectos ambientales de la pintura alquídica

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C2 para más detalles):

- En producción, del 97% del impacto ambiental global correspondiente al consumo de materias primas, el 43% se debe al dióxido de titanio, mientras que un 39% y un 15% son debido a la resina alquídica y el aguarrás respectivamente.
- El 3% restante del impacto ambiental global es causado por las instalaciones, siendo los impactos causados por los demás consumos y la generación y gestión de residuos prácticamente nulos.



2.2.6. Ventana de aluminio

Características:

Material: Ventana de aluminio con doble vidrio
Unidad funcional: Ventana de aluminio de 1 m² de área visible
Características técnicas de la ventana evaluada:
Coeficiente de transmisión térmica U=1.6 W/m²K

Alcance y suposiciones:

Producción:

- Suministro de MMPP en camiones de 20 Tn desde una distancia media de 7,5 Km.
- No se ha tenido en cuenta el gas utilizado entre el doble vidrio.
- El vertedero se encuentra a 15 km.

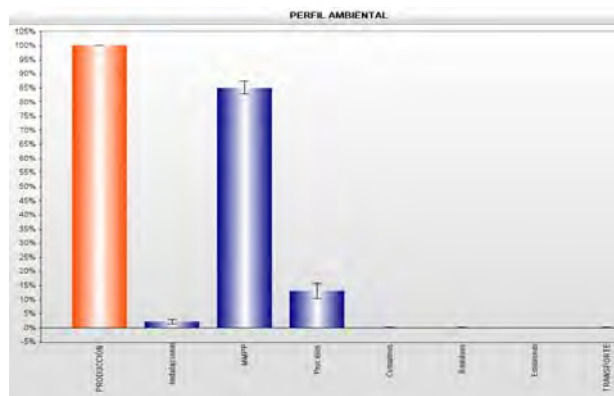
- No se ha tenido en cuenta el departamento de administración.

Distribución

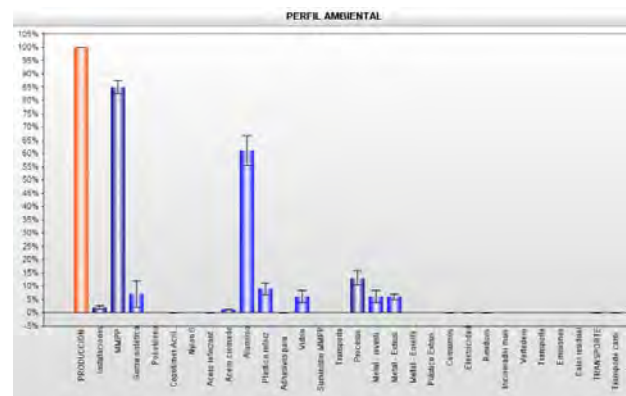
- La distribución de realiza con camiones de 20 Tn a una distancia media de 25 km.

2.2.6.1. Resultados de la evaluación

La siguiente figura muestra el perfil ambiental de las etapas del ciclo de vida estudiadas de la ventana de aluminio, en el que se puede observar que la distribución del producto tiene un impacto despreciable y, dentro de la etapa de producción, el 85% ($\sigma = 3\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe la consumo de materias primas, el 13% ($\sigma = 3\%$) a los procesos desarrollados y el 2% ($\sigma = 1\%$) restante a las instalaciones.



Perfil ambiental de la ventana de aluminio



Aspectos ambientales de la ventana de aluminio

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C2 para más detalles):

En producción, un 85% del impacto ambiental global corresponde al consumo de materias primas, y de éste el 61% se debe al aluminio consumido, mientras que un 9%, 7% y un 6% son debido al plástico reforzado con fibra de vidrio, la goma sintética y el vidrio respectivamente. un 13 % corresponde a los procesos realizados en la manufacturación del metal (revestimiento y extrusión). El 2% restante del impacto ambiental global es causado por las instalaciones, siendo los impactos causados por los demás consumos y la generación y gestión de residuos prácticamente nulos.



2.2.7. Piedra natural -granito

Características:

Material: Losa de granito pulida
Unidad funcional: 1 kg de granito
Características técnicas del granito evaluado:
Densidad: 2750 Kg/m3

Alcance y suposiciones:

Producción:

- Suministro de MMPP en camiones de 20 Tn desde una distancia media de 25 Km.

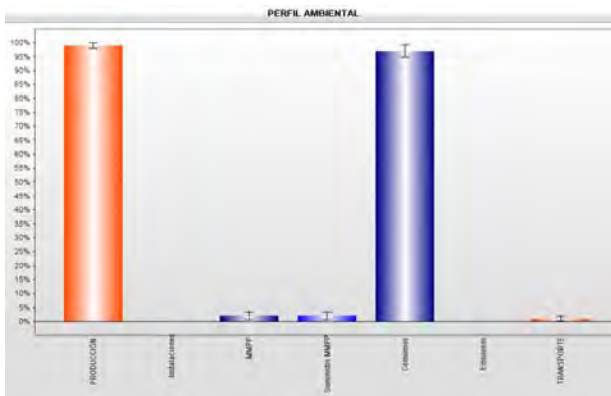
- No se ha tenido en cuenta la generación y gestión de residuos, al carecer de bases de datos fiables.
- No se ha tenido en cuenta el departamento de administración ni el embalaje.

Distribución

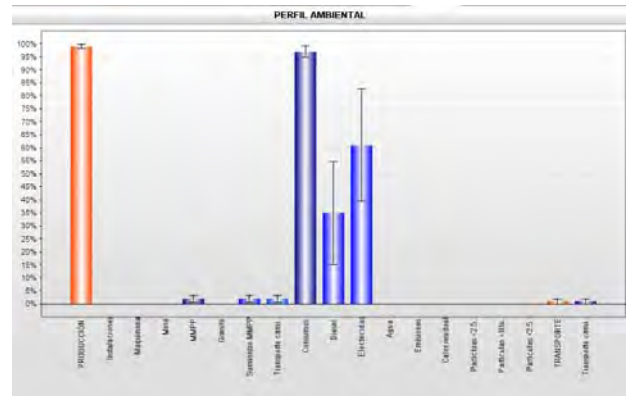
- La distribución se realiza con camiones de 20 Tn a una distancia media de 25 km.

2.2.7.1. Resultados de la evaluación

La siguiente figura muestra el perfil ambiental del ciclo de vida del granito, en el que se puede observar que el 99% ($\sigma = 1\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe a su fase de producción, el 1% ($\sigma = 1\%$) a su distribución.



Perfil ambiental del granito



Aspectos ambientales del granito

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C2 para más detalles):

- En producción, un 97% del impacto ambiental global se debe a los consumos energéticos de la maquinaria, principalmente electricidad (61%) y diesel (34%). El 2% restante es debido al consumo y suministro de materias primas.
- La contribución de la distribución es de un 1% debido al transporte del producto acabado.



2.2.8. Barniz acrílico

Características:

Material: Tipo de barniz acrílico Barniz formulado a base de resina acrílica, en dispersión acuosa, combinados con agentes coalescentes

Unidad funcional: 1 kg de barniz

Características técnicas del barniz evaluado:

- Contenido en agua 87.5%
- Rendimiento teórico: 9-11 m²/kg

Alcance y suposiciones:

Producción:

- Suministro de MMPP en camiones de 20 Tn desde una distancia media de 25 Km.
- No se genera ningún subproducto.

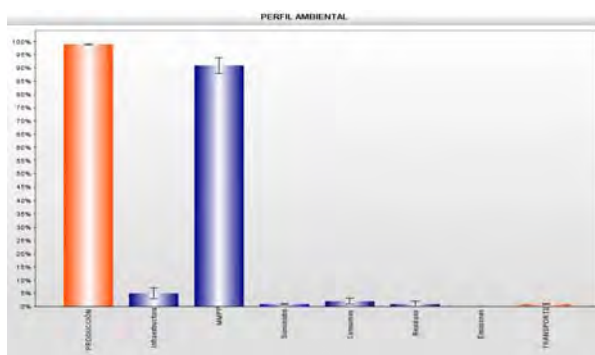
- No se tienen en cuenta las emisiones al aire por falta de datos.
- No se tiene en cuenta el departamento de administración.

Distribución

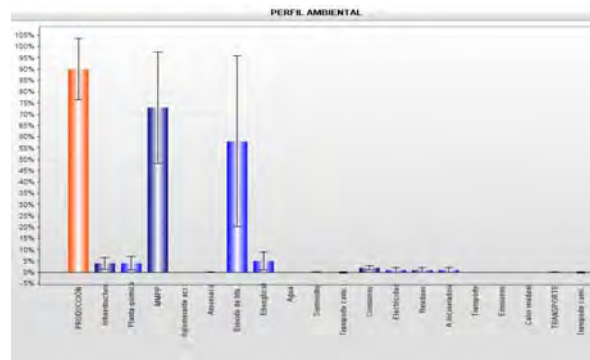
- La distribución se realiza con camiones de 20 Tn a una distancia media de 25 km.

2.2.8.1. Resultados de la evaluación

La siguiente figura muestra el perfil ambiental del ciclo de vida del barniz, en el que se puede observar que el 99% ($\sigma = 1\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe a su fase de producción, el 1% ($\sigma = 1\%$) a su distribución.



Perfil ambiental del barniz acrílico



Aspectos ambientales del barniz acrílico

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C2 para más detalles):

- En producción, un 91% del impacto ambiental global se debe al consumo de materias primas, principalmente el dióxido de titanio (79%) y el etilenglicol (11%). Un 5% es causada por las instalaciones, mientras que el consumo de electricidad y la gestión de los residuos suman un 3%.
- La contribución de la distribución es de un 1% debido al transporte.



2.2.9. Asfalto mástico

Características:

Material: Asfalto mástico

Unidad funcional: 1 kg de asfalto mástico

Características técnicas del asfalto evaluado:

- 8% Betún
- Densidad: 2350 Kg/m³

Alcance y suposiciones:

Producción:

- Se supone una producción anual de 150.000 Tn.
- Suministro de MMPP en camiones de 20 Tn desde una distancia media de 25 Km.

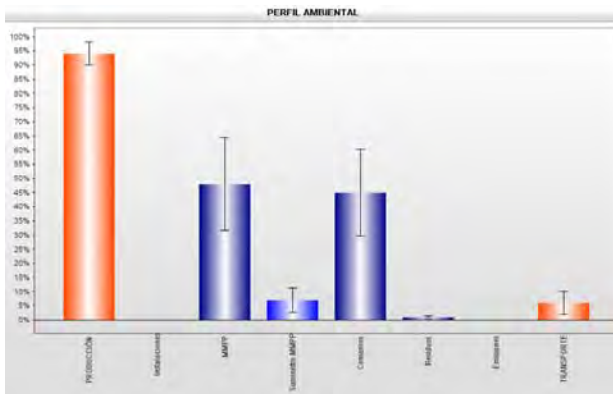
- Todo el asfalto residual generado durante la producción se lleva a vertedero (a 20 km).
- No se tiene en cuenta el departamento de administración.

Distribución

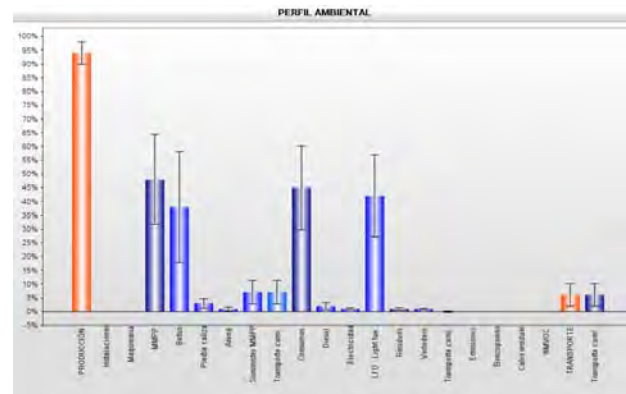
- La distribución se realiza con camiones de 20 Tn a una distancia media de 25 km.

2.2.9.1. Resultados de la evaluación

La siguiente figura muestra el perfil ambiental del ciclo de vida del asfalto, en el que se puede observar que el 94% ($\sigma = 5\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe a su fase de producción, el 6% ($\sigma = 5\%$) a su distribución.



Perfil ambiental del asfalto



Aspectos ambientales del asfalto

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C2 para más detalles):

- En producción, el consumo de materias primas aporta un 48% del impacto ambiental global, principalmente el betún (38%) y el suministro (7%). Un 42% es debido al consumo de LFO Light Fuel Oil, un 2% al consumo de diesel y un 1% es debido al consumo de electricidad. La gestión de residuos aporta otro 1%.
- La contribución de la distribución es de un 6% debido al transporte.



2.2.10. Mortero de cemento

Características

Material: mortero de cemento
Unidad funcional: 1 kg de mortero de cemento
Características técnicas del mortero evaluado: 20 % cemento CEM II

Alcance y suposiciones:

Producción:

- Suministro de MMPP en camiones de 20 Tn desde una distancia media de 25 Km.
- Vertedero (a 20 km).

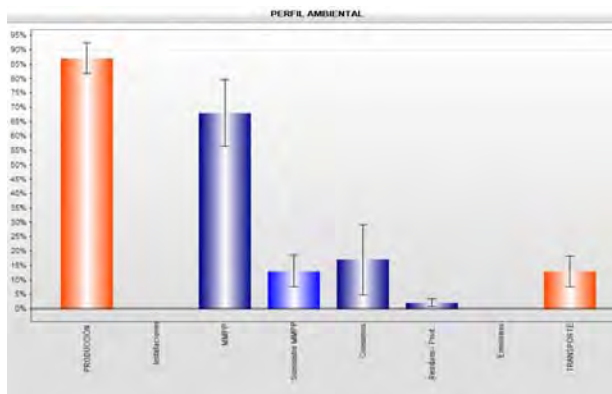
- No se tiene en cuenta el departamento de administración.

Distribución

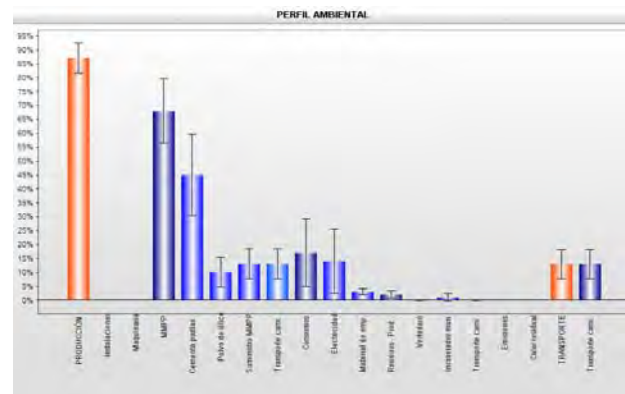
- La distribución se realiza con camiones de 20 Tn a una distancia media de 25 km.

2.2.10.1. Resultados de la evaluación

La siguiente figura muestra el perfil ambiental del ciclo de vida del mortero de cemento, en el que se puede observar que el 87% ($\sigma = 6\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe a su fase de producción, el 13% ($\sigma = 6\%$) a su distribución.



Perfil ambiental del mortero de cemento



Aspectos ambientales de cemento

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C2 para más detalles):

- En producción, un 68% del impacto ambiental global se debe a los consumos de materias primas, siendo la aportación del cemento portland del 45% y la del polvo de sílice del 10%. El suministro de estas materias primas contribuye con un 13% del impacto ambiental global. El consumo de electricidad genera un 14% del impacto global, mientras que la distribución del producto acabado, el material de ensacado y la gestión de los residuos generan un 13%, 3% y 2% respectivamente.
- La contribución de la distribución es de un 13% debido al transporte.



2.2.11. Ventana de madera

Características:

Material: Ventana de madera con doble cristal
Unidad funcional: ventada de madera con 1 m2 de área visible
Características técnicas de la ventana evaluada:
Coeficiente de transmisión térmica U=1.5 W/m2K

Alcance y suposiciones:

Producción:

- Suministro de MMPP en camiones de 20 Tn desde una distancia media de 7,5 Km
- No se ha tenido en cuenta el gas utilizado entre el doble vidrio.

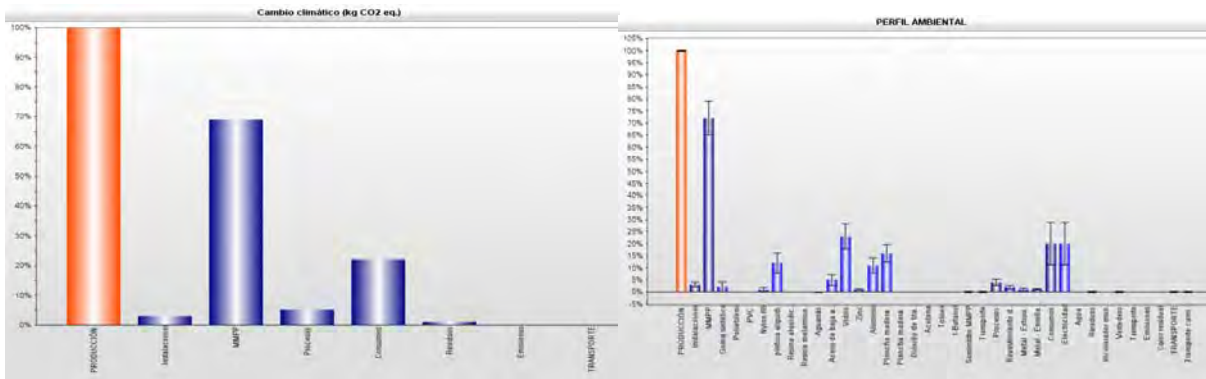
- No se ha tenido en cuenta el departamento de administración.
- El vertedero se encuentra a 15 km.

Distribución

- La distribución de realiza con camiones de 20 Tn a una distancia media de 25 km.

2.2.11.1. Resultados de la evaluación

La figura siguiente muestra el perfil ambiental de las etapas del ciclo de vida estudiadas de la ventana de madera, en el que se puede observar que la distribución del producto tiene un impacto despreciable y, dentro de la etapa de producción, el 72% ($\sigma = 7\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe al consumo de materias primas, el 20% ($\sigma = 9\%$) a los consumos y el 4% ($\sigma = 1\%$) a los procesos.



Perfil ambiental de la ventana de madera

Aspectos ambientales de la ventana de madera

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C2 para más detalles):

- En producción, un 73% del impacto ambiental global corresponde al consumo de materias primas, y de éste el 23% se debe al vidrio consumido, mientras que un 16%, 11% y un 10% son debido a la madera, la pintura y el aluminio respectivamente. Un 5 % corresponde a los procesos realizados en la manufacturación. El 20% restante del impacto ambiental global es causado por los consumos, siendo los impactos causados por los demás aspectos y la generación y gestión de residuos prácticamente nulos.



2.2.12. Ventana de PVC

Características:

Material: Ventana de PVC con doble cristal
Unidad funcional: Ventana de con 1 m² de área visible
Características técnicas de la ventana evaluada:
Coeficiente de transmisión térmica U=1.6 W/m²K

Alcance y suposiciones:

Producción:

- Suministro de MMPP en camiones de 20 Tn desde una distancia media de 7,5 Km.
- No se ha tenido en cuenta el gas utilizado entre el doble vidrio.

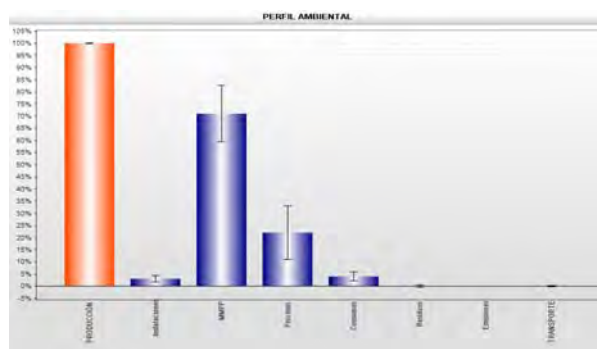
- No se ha tenido en cuenta el departamento de administración.
- El vertedero se encuentra a 15 km.

Distribución

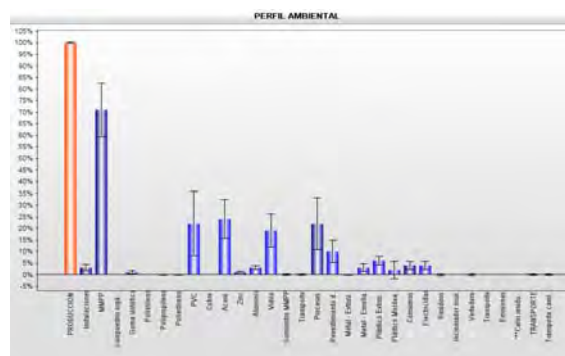
- La distribución se realiza con camiones de 20 Tn a una distancia media de 25 km.

2.2.12.1. Resultados de la evaluación

La siguiente figura muestra el perfil ambiental de las etapas del ciclo de vida estudiadas de la ventana de PVC, en el que se puede observar que la distribución del producto tiene un impacto despreciable y, dentro de la etapa de producción, el 71% ($\sigma = 11\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe al consumo de materias primas, el 20% ($\sigma = 10\%$) a los procesos y el 4% ($\sigma = 2\%$) a los consumos.



Perfil ambiental de la ventana de PVC



Aspectos ambientales de la ventana de PVC

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C2 para más detalles):

En producción, un 71% del impacto ambiental global corresponde al consumo de materias primas, y de

éste el 24% se debe al acero consumido, mientras que un 22% y un 19% corresponden al PVC y el vidrio utilizado. Los procesos de transformación de los metales y plásticos generan un 22% del impacto global. El consumo de electricidad genera un 4% y 3% restante del impacto ambiental global es causado por las instalaciones, siendo los impactos causados por la generación y gestión de residuos prácticamente nulos.



2.2.13. Ladrillo cerámico

Características:

Material: Ladrillo cerámico hueco

Unidad funcional: 1 kg de ladrillo

Características técnicas del ladrillo evaluado:

- Dimensiones 18 x 18 x 25 cm (9 tubos)
- Peso 4,3 kg por ladrillo

Alcance y suposiciones:

Producción:

- Suministro de MMPP en camiones de 20 Tn desde una distancia media de 25 Km.

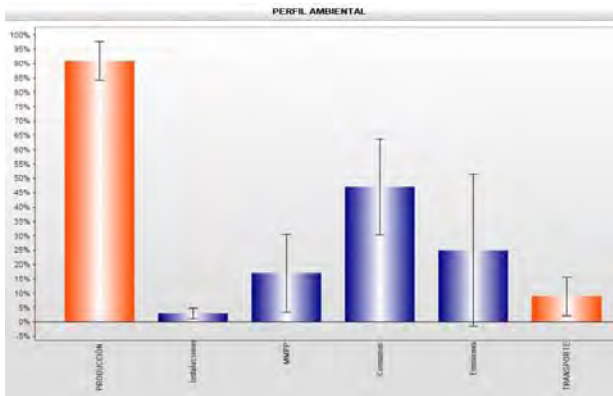
- No se ha tenido en cuenta la generación y gestión de residuos, al carecer de bases de datos fiables.
- No se ha tenido en cuenta el departamento de administración.

Distribución

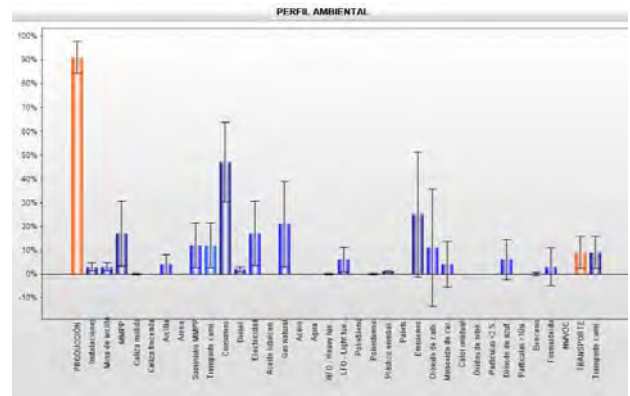
- La distribución se realiza con camiones de 20 Tn a una distancia media de 25 km.

2.2.13.1. Resultados de la evaluación

La figura siguiente muestra el perfil ambiental del ciclo de vida del ladrillo, en el que se puede observar que el 91% ($\sigma = 7\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente⁹ de todos los indicadores - se debe a su fase de producción, el 9% ($\sigma = 7\%$) a su distribución.



Perfil ambiental del ladrillo



Aspectos ambientales del ladrillo

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C2 para más detalles):

- En producción, un 42% del impacto ambiental global se debe a los consumos energéticos, principalmente electricidad (19%) y combustibles pesados (15%). Un 32% se debe a las emisiones de contaminantes durante el proceso productivo, especialmente CO₂ (17%) y dióxido de azufre (10%). El consumo de materias primas genera un 17% del impacto ambiental global, principalmente por su suministro (12%). Finalmente, el porcentaje generado por la instalación y la maquinaria es de un 2%, siendo prácticamente despreciable la aportación de la generación de residuos y su gestión.
- La contribución de la distribución es de un 7% debido al transporte.



2.2.14. Cal viva

Características:

Material: Cal viva

Unidad funcional: 1 kg de cal viva

Características técnicas de la cal evaluada:

- Oxido de Calcio: 85,00 g/100 gr Mínimo
- Oxido de Magnesio: 1,50 g/100 gr Máximo
- Pérdida a 600 C° 1,00 g/100 gr Máximo
- Pérdida a 1000 C° 5,00 g/100 gr Máximo

Alcance y suposiciones:

Producción:

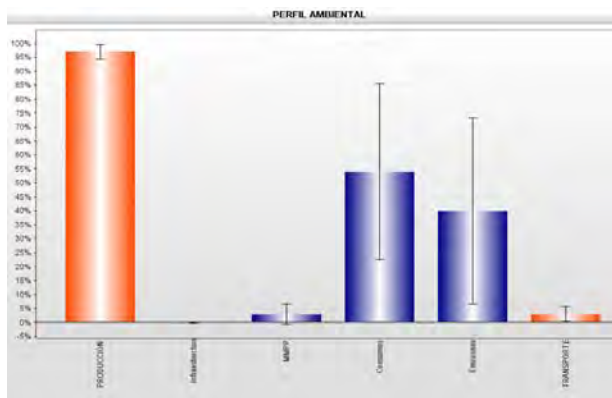
- No se ha tenido en cuenta la generación y gestión de residuos, al carecer de bases de datos fiables.
- No se ha tenido en cuenta el departamento de administración.

Distribución

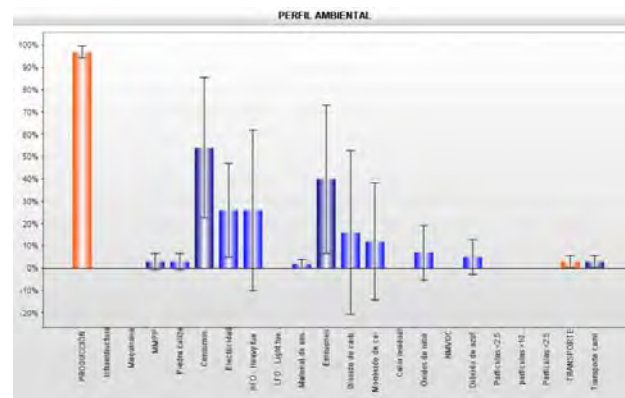
- La distribución se realiza con camiones de 20 Tn a una distancia media de 25 km.

2.2.14.1. Resultados de la evaluación

La figura siguiente muestra el perfil ambiental del ciclo de vida de la cal viva, en el que se puede observar que el 97% ($\sigma = 3\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe a su fase de producción, el 3% ($\sigma = 3\%$) a su distribución.



Perfil ambiental de la cal viva



Aspectos ambientales de la cal viva

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C2 para más detalles):

- En producción, un 54% del impacto ambiental global se debe a los consumos energéticos, principalmente electricidad y combustibles pesados (26% cada uno) y material de ensacado (2%). Un 40% se debe a las emisiones de contaminantes durante el proceso productivo, especialmente CO₂ y CO (16% y 12% respectivamente) y óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre (7% y 5% respectivamente). El consumo de materias primas genera un 3% del impacto ambiental global.
- La contribución de la distribución es de un 3% debido al transporte.



2.2.15. Lámina de Poliestireno

Características:

Material: Lámina de espuma de poliestireno expandido

Unidad funcional: 1 kg de poliestireno

Características técnicas de la espuma de poliestireno evaluada:

- Densidad: 30 Kg/m³
- Conductividad térmica U=0.035-0.04 W/mK

Alcance y suposiciones:

Producción:

- Suministro de MMPP en camiones de 20 Tn desde una distancia media de 25 Km.

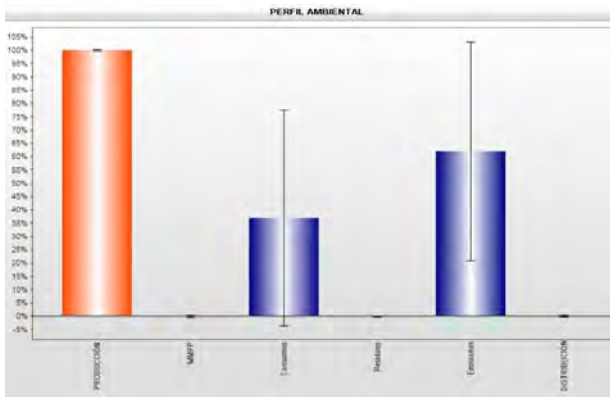
- No se ha tenido en cuenta el departamento de administración.
- Vertedero a 20 km.

Distribución

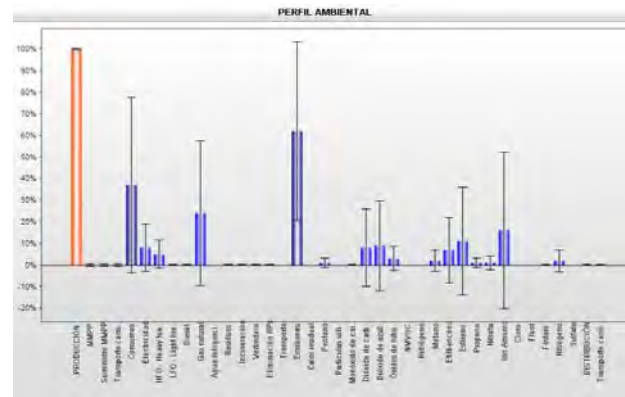
- La distribución se realiza con camiones de 20 Tn a una distancia media de 25 km.

2.2.15.1. Resultados de la evaluación

La siguiente figura muestra el perfil ambiental del ciclo de vida del poliestireno, en el que se puede observar que prácticamente el 100% del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe a su fase de producción, siendo el impacto de la distribución despreciable.



Perfil ambiental del poliestireno



Aspectos ambientales del poliestireno

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C2 para más detalles):

- En producción, el 62% del impacto ambiental global se debe a las emisiones generadas por el proceso productivo del poliestireno expandido, principalmente óxido de nitrógeno (16%) y estireno (11%), seguido del dióxido de azufre (9%) y el dióxido de carbono (8%). Un 38% se debe a los consumos energéticos, principalmente el del gas natural, con un 24%, y la electricidad (8%) y los combustibles pesados (5%).

Capítulo 3

Factores motivantes para la innovación ambiental en el sector



El sector de la construcción es un importante sector estratégico para CAPV, España y Europa, suministrando los edificios y las infraestructuras en las que los ciudadanos desarrollan sus vidas, y los emplazamientos para que la industria pueda ejercer su actividad. El sector de la construcción emplea a más personas que cualquier otro sector industrial. Sin embargo, debido a que gran parte de las empresas del sector son pymes, su contribución al PIB así como su importancia desde el punto de vista económico no es a menudo completamente reconocido.

Algunos datos de la Unión Europea, correspondientes al año 2003, son bastante ilustrativos:

- 10% PIB
- 7% de la fuerza laboral y 22% del empleo industrial
- 2,5 millones de empresas, 97% pymes

Desde un punto de vista ambiental, la producción de materiales de construcción es responsable de un 50% del material extraído de la corteza terrestre, requiere grandes cantidades de combustibles y energía eléctrica (el 40% de la energía consumida si incluimos la fase de uso) y da lugar a cantidades considerables de emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes. Es también responsable del 22% de todos los desechos que se generan, y sólo una parte de ellos se reutiliza.

Las mejoras en el consumo de materias primas y la energía y la reutilización de los desechos ofrecen un enorme potencial para minimizar la carga medioambiental de esta actividad.

El sector de CONSTRUCCION se caracteriza por una compleja cadena de suministro con varios agentes con intereses contrapuestos, entre otros:

- Propietarios: Están en el origen del proyecto y generalmente invierten dinero en el diseño y la construcción del activo, excepto en algunos casos.
- Usuarios: Suelen explotar el activo aunque no sea siempre el caso.
- Arquitectos e ingenieros: Son responsables del diseño y, en algunos casos, de la coordinación de la fase de construcción.
- Contratistas: Especialistas en una amplia variedad de trabajos técnicos relacionados con la construcción.

- Fabricantes de Productos de Construcción: Producen los elementos necesarios para la construcción
- Distribuidores de Producto: Intermediarios comerciales/técnicos entre fabricantes de producto y contratistas
- Proveedores de Materiales: Proporcionan a los fabricantes de producto los materiales necesarios para la producción de productos de construcción
- Proveedores de servicios: Son en parte o totalmente responsables de la explotación y el mantenimiento de edificios e infraestructuras

El sector de MMCC objeto de esta guía se encuadra en el perfil de Fabricantes de Productos de Construcción y Proveedores de Materiales y juegan un papel relevante en la mejora del comportamiento ambiental y en sentido amplio en la sostenibilidad de edificios e infraestructuras.

En el proceso constructivo considerando tanto edificación como obra civil, podemos considerar varias etapas:

1. Producción de materiales de construcción (MMCC)
2. Construcción
3. Uso, Operación y Mantenimiento
4. Fin de vida

Si centramos nuestra atención en los MMCC, distinguiremos las siguientes etapas:

1. Aprovisionamiento materias primas
2. Fabricación de los MMCC
3. Distribución a la obra
4. Instalación en la obra
5. Uso y mantenimiento
6. Desmantelamiento/Demolición
7. Segregación de residuos y tratamiento final (Reciclado/Vertedero)

Lo anterior expuesto queda mejor representado en el siguiente esquema. Este presenta el marco de caracterización que permite establecer los módulos de información necesarios para evaluar el ciclo de vida de los MMCC:



ISO/FDIS 21930:2007(E)

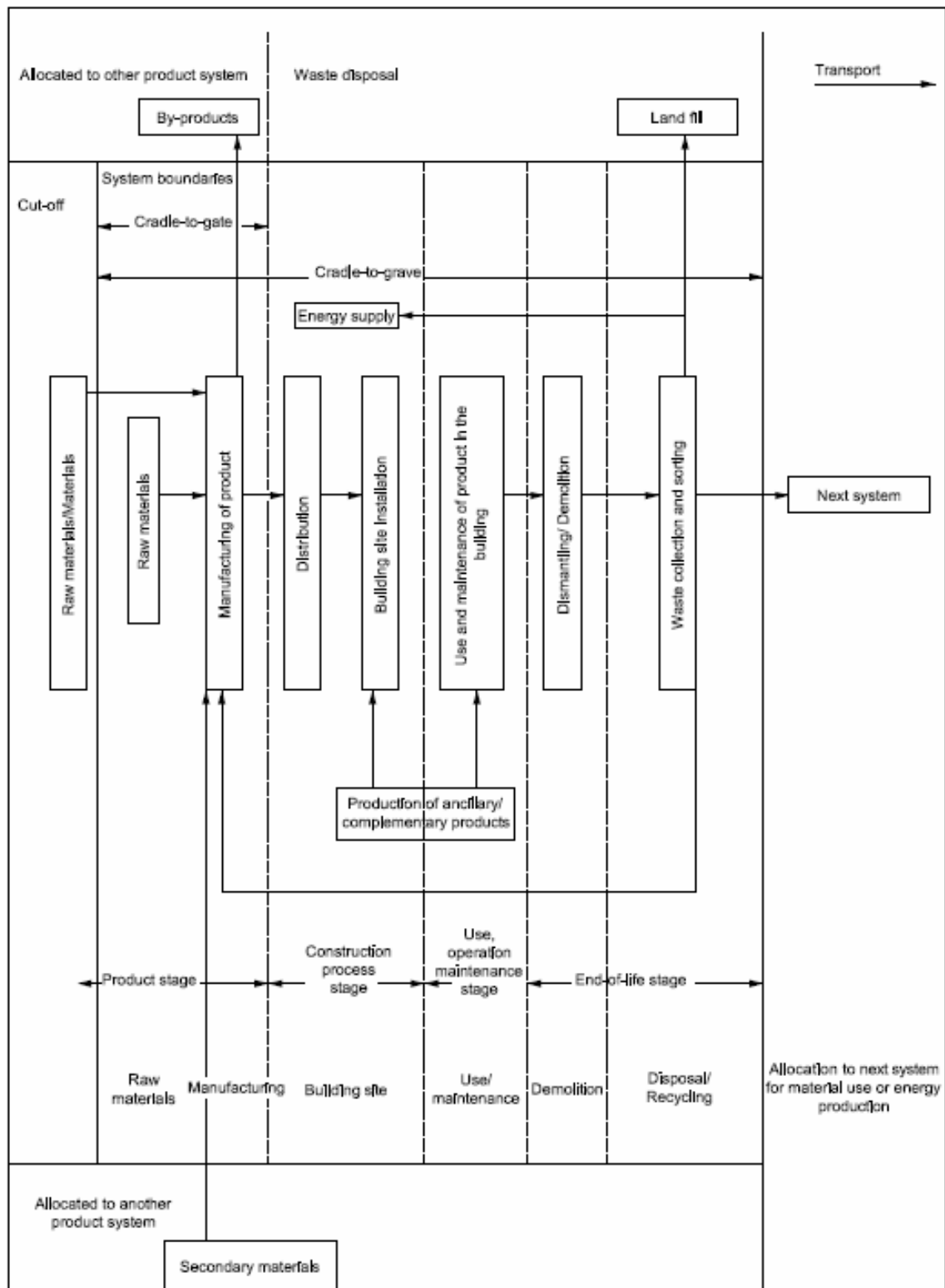


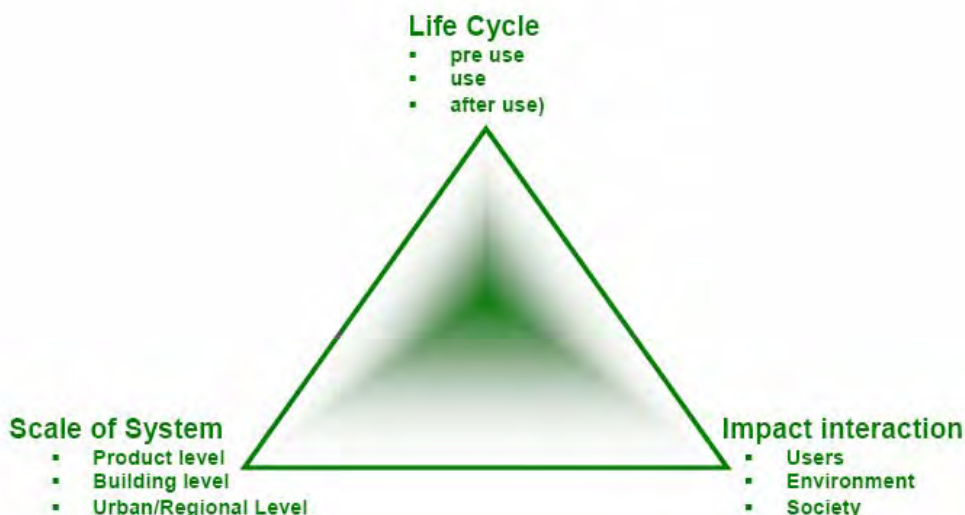
Figure 3 — Example of system boundaries, information modules and life-cycle stages of building products



Los productos de consumo tienen entidad individual y la decisión de compra como unidad funcional suele ser independiente, en cambio los materiales de construcción (MMCC) una gran parte son productos intermedios y los productos finales a utilizar en obra,

el ecodiseño para que sea útil debe agregarse a la unidad funcional que es el edificio u obra civil.

Una representación de este enfoque holístico del sistema de SOSTENIBILIDAD EN LA CONSTRUCCION es:



Las fronteras del sistema pueden ser expresadas en la siguiente perspectiva:

- Ciclo de vida de la unidad constructiva
 1. Fase antes de uso (producción MMCC, planificación y construcción)
 2. Fase de uso
 3. Después de uso, incluyendo demolición y tratamiento final residuos
- Nivel de impactos de la construcción como interacción entre:
 1. Usuarios
 2. Medio ambiente
 3. Sociedad
- Escala del sistema constructivo
 1. Nivel de producto (MMCC)
 2. Nivel de edificio – obra civil
 3. Nivel urbano y regional

Para lograr este objetivo principal podemos centrarnos en tres objetivos secundarios más concretos:

1. Fabricar MMCC más respetuosos con el medio ambiente a lo largo de todo el ciclo de vida que favorezca una construcción más sostenible.
2. Obtener beneficios, tanto directos como indirectos.
 - a. Producción
 - b. Estrategia de mercado
 - c. Investigación desarrollo e innovación
 - d. Salud y seguridad – enfoque social de la sostenibilidad en construcción
 - e. Calidad
3. Cumplir la legislación vigente y prepararse a la legislación futura.
4. Cumplimiento de Normativa Voluntaria

El alcance de esta guía de ecodiseño de MMCC se sitúa en ESTE ESQUEMA formado por el producto (MMCC) la fase antes de uso (FABRICACION) y el nivel de impacto referido al medio ambiente. No obstante no hay que perder la perspectiva del sistema general de CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE al que hay que dar respuesta y alternativas.

A continuación se analizan los factores motivantes más relevantes del sector de MMCC en la CAPV para la mejora ambiental del producto. El principal objetivo de esta iniciativa es impulsar la mejora de la variable ambiental de los MMCC como parte fundamental de la sostenibilidad en la construcción, logrando así una mejora global del producto que produzca beneficios tanto en el objeto constructivo, la sociedad como en la empresa.

3.1.- Fabricar MMCC más respetuosos con el medio ambiente

Las certificaciones centradas en la gestión ambiental de la empresa ofrecen un valor añadido al producto en el mercado y verifican el cumplimiento de la sistemática de trabajo definida en ellas. Por ello, certificaciones como la Norma UNE-EN-ISO 14001:2004 de Gestión Ambiental en la empresa, el reglamento europeo EMAS y sobre todo la Norma UNE-150.301 de Gestión ambiental del proceso de diseño y desarrollo - Ecodiseño, pueden permitir a las empresas mejorar el perfil ambiental y la calidad de sus productos y servicios, asegurar la veracidad de lo comunicado a las partes interesadas y diferenciarse de la competencia.



Tradicionalmente, las medidas de reducción de impactos ambientales se fundamentaban en estrategias orientadas a la gestión de las corrientes residuales (emisiones a la atmósfera, vertidos de aguas residuales, residuos) generadas durante la producción de los productos. Más adelante, se empezaron a incorporar medidas centradas en la prevención de la generación de dichos impactos. Aunque esta evolución en la prevención de la contaminación es positiva, hay que remarcar que este tipo de estrategias no permiten asociar un perfil de comportamiento ambiental al producto; es decir, no consiguen hacernos entender de manera directa donde se encuentra la problemática ambiental asociada a la producción del mismo, sino que tratan sobre la gestión de la empresa.

El centrar la atención ambiental sobre el ciclo de vida de los productos nos permite evaluar el impacto ambiental generado por éstos desde la extracción de las materias primas necesarias para su fabricación hasta la gestión de los residuos generados una vez se desechan, pasando por la producción, distribución y uso de los mismos. La situación en este caso es como se ha comentado limitado a evaluar el impacto por unidad de producto puesta en la puerta del cliente (siguiente en el ciclo de vida)

No obstante y tal como se ha comentado con anterioridad en el capítulo 2, los escenarios de uso de los MMCC son tan amplios que el enfoque que se le está dando al sistema de normas de la sostenibilidad en la construcción está basado en la llamada DECLARACION AMBIENTAL DE PRODUCTO (EPD en sus siglas en inglés) – ver capítulo 2 -, realizada desde la cuna a la puerta (extracción de materias primas, producción y distribución al lugar de construcción), de manera que en las sucesivas fases de construcción y uso de los MMCC se cuantifiquen y agreguen las cargas ambientales concretas que permitan establecer el balance final.

De esta manera, aunque el perfil ambiental del producto es solo de la fase de producción y distribución, se presentan los datos de forma normalizada, lo que permite el análisis de la problemática ambiental asociada a las siguientes fases del ciclo de vida (construcción, uso operativo, y final de vida), lo cual es una manera mucho más eficiente de detectar el origen de la contaminación generada y posibilita determinar estrategias de reducción de impacto ambiental más efectivas para la construcción sostenible .

En los últimos años el sector de la construcción ha sufrido grandes cambios dirigidos entre otras a mejorar sus prestaciones y confort del usuario. Desde la perspectiva ambiental de este sector de MMCC se está orientando la evolución de los materiales entre otras a:

- Desarrollo de metodologías de análisis de ciclo de vida y eco diseño, que permitan valorar las mejoras sostenibles introducidas desde el proceso de fabricación hasta su reciclado.
- Utilización de grandes cantidades de productos residuales y desechos como materias primas en la producción de materiales de construcción

- Diseños nuevos y selectivos y desarrollo de tecnologías de desmantelamiento
- Mejor tecnología para tratar los desechos
- Sistemas, medios y tecnologías para facilitar el reciclaje
- Fuentes de energías alternativas eficazmente integradas en las plantas de producción

Adicionalmente la EPD de un MMCC permitirá al fabricante realizar su aportación indispensable para evaluar la unidad funcional del material final en la obra construida a lo largo del ciclo de vida. Esta evaluación del MMCC debe agregarse de manera normalizada para evaluar la unidad funcional edificio/infraestructura y predecir en la fase de diseño de la misma su balance ambiental global. Ello facilita que:

- El arquitecto evalúe y seleccione según comportamiento ambiental entre distintos materiales y productos alternativos que le permitan cumplir requisitos funcionales.,
- Para el fabricante de MMCC, diferenciarse en definitiva de los productos de la competencia, lo que permite su distinción en el mercado.

Dicha distinción se puede verificar mediante diferentes sistemas de reconocimiento ambiental de producto que se pueden encontrar en el mercado. Estos sistemas valoran la labor desarrollada por aquellas empresas que trabajan en la mejora ambiental de sus productos, bien por acciones que suponen una mejora en todos y cada uno de los productos y/o procesos de la empresa o bien por los logros conseguidos en un producto concreto. Desde premios que reconocen los esfuerzos llevados a cabo por las empresas en la reducción de la problemática ambiental asociada a sus productos (Premios Europeos de Medio Ambiente, Premio Energy +) hasta reconocimientos ambientales a productos concretos (bajo la forma de ecoetiquetas).

Dentro de este último grupo solo productos finales usados por el consumidor podemos encontrar desde etiquetas tipo I que certifican el cumplimiento de una serie de requisitos ambientales (la Etiqueta Ecológica Europea, el marcado AENOR-Medio Ambiente, el Ángel Azul Alemán, el Cisne Nórdico de los Países Escandinavos...) que para el caso de MMCC son muy pocos: pavimentos, pinturas, ... hasta etiquetas más concretas que certifican desde la gestión forestal sostenible de la madera que ha servido como materia prima (FSC-PEFC) (Serían aplicable solo para analizar una subetapa concreta la de reparación, sustitución, renovación)

Para dar respuesta a la cada vez es más demandada información cuantificada y verificada sobre el comportamiento ambiental de los productos y servicios se han desarrollado también las llamadas Declaraciones ambientales de Producto (EPD.- Environmental Product Declaration) basadas en la norma ISO TR 14025. Mediante estas declaraciones, se muestra el perfil ambiental del producto de una manera objetiva y cuantificada, siguiendo los requisitos marcados por las normas ISO 14040 a 14043.



Una declaración medioambiental debe suministrar una información importante acerca de las características medioambientales del edificio e infraestructuras. El modo en el que se puede realizar es mediante la suma de los impactos medioambientales individuales de todas las etapas del ciclo de vida.

Cuando la suma incluye solo las etapas de preproducción y producción, la declaración es "de la cuna a la puerta". Sin embargo, cuando la declaración incluye además la construcción, uso y mantenimiento, reposición, demolición, reciclaje y vertedero, la declaración es de la "cuna a la tumba".

3.2.- Obtener beneficios, tanto directos como indirectos

La implantación de una metodología de ecodiseño en los procesos de diseño de la empresa permite generar beneficios no solo económicos, sino también mejorar la calidad, los procesos productivos, la gestión interna y la seguridad.

La mejora ambiental de un producto o la implantación de una sistemática de identificación de aspectos ambientales no es sinónimo de gasto-perdida o de falta de rentabilidad, ya que dicha sistemática se integrará con las diferentes fases del proceso de diseño de un producto, en la cual estarán integrados los diferentes agentes y departamentos que forman parte de la empresa. Los objetivos buscados estarán por lo tanto en armonía con los objetivos generales de la empresa, entre los que evidentemente se encuentra el de aumentar la rentabilidad del producto.

Para poder obtener estos beneficios económicos se puede actuar en cinco frentes diferentes:

3.2.1.- Producción

Como ya se ha comentado, las medidas tradicionalmente adoptadas para atajar los problemas medioambientales generados por la proliferación de los procesos industriales se centraban en el control de focos de contaminación puntuales generados en los procesos productivos. Aunque actualmente el enfoque de las políticas de prevención es más amplio, toda mejora del comportamiento ambiental de un producto contiene este aspecto de control del proceso productivo como uno de los objetivos ambientales.

La rentabilidad del producto se puede aumentar de diferentes maneras, y en lo que respecta a las posibilidades que otorga la implantación de una metodología clásica de ecodiseño se encuentra

1. la reducción de costes de adquisición de materiales (reducción de materias primas necesarias para la producción del producto o reutilización tanto de materias primas como de residuos dentro o fuera del proceso productivo de la empresa)
2. disminución de gastos de gestión de residuos (al reducir los residuos generados su gestión se simplifica y abarata, ya que se reduce el pago de tasas), aumento de beneficios (al mantener el precio del

producto aún habiendo reducido los gastos de producción del mismo)

3. el aumento de ventas (al mejorar la valoración del producto en el mercado debido a los beneficios ambientales conseguidos).

3.2.2.- Estrategia y mercado

Con la cada vez más creciente sensibilización ambiental por parte de la sociedad y los cada vez más exigentes requisitos exigidos a los productos y servicios en cuanto a su comportamiento ambiental, una diferenciación cualitativa respecto a la competencia como es la mejora ambiental del producto supone una mejora de la imagen percibida por parte del cliente.

En el contexto de MMCC, la complejidad de evaluación y balance final de toda la obra a lo largo de su ciclo de vida obliga a pasar necesariamente por la cuantificación y utilización de la metodología de cálculo del análisis de ciclo de vida a la producción y distribución de los MMCC, y su comunicación normalizada e internacionalmente consensuada mediante la Declaración Ambiental de Producto (EPD) Se trata del primer paso para evaluar la sostenibilidad en la construcción y que sea aplicable por el mercado.

En la cadena de suministro y en los procedimientos de compra por parte de las administraciones, se está demandando de los fabricantes y prestadores de servicios una implicación ambiental de sus actividades, así como una identificación del tipo de problemas ambientales que pueden causar desde una perspectiva de Ciclo de Vida.

De manera paralela, el número de empresas industriales que esperan que sus proveedores den cuenta de sus características ambientales tanto a nivel de producción como en productos crece a un ritmo cada vez mayor. Este es el cauce proveedor-cliente en la cadena de suministro de información ambiental en la EPD para la cadena de suministro en la fabricación de MMCC.

La implantación de una metodología de ecodiseño conlleva un beneficio asociado que no solo aumenta la cartera de clientes interesados en este tipo de productos, si no que permite el acceso a mercados y consumidores más exigentes y con mayores posibilidades de compra. En un escenario futuro será indispensable aportar el balance ambiental del producto para que pueda ser utilizado

Sirva como ejemplo el caso de las adquisiciones llevadas a cabo por las administraciones públicas, las cuales ya han empezado a integrar requisitos de obligatorio y voluntario cumplimiento en sus pliegos de condiciones. Prueba de ello es la reciente aprobación el 11 de enero de 2008 del "Plan de Contratación Pública Verde de la Administración General del Estado y sus Organismos Públicos, y las entidades Gestoras de la Seguridad Social" en el Consejo de Ministros. A través de dicho Plan se establecen directrices para la incorporación de criterios ambientales en las distintas fases de la contratación de productos y servicios por parte de la



administración y se marca como principal objetivo el incluir como criterios de Contratos Públicos las medidas de gestión medioambiental que se estimen oportunas junto a los demás criterios de solvencia profesional y técnica.

La integración de la metodología de identificación y evaluación de aspectos ambientales y la reducción de los mismos mediante el ecodiseño a través de la EPD, permite cuantificar los requisitos que van a hacer posible el cumplimiento de dichas exigencias.

Por otra parte, la introducción paulatina de productos en el mercado con un mejor comportamiento ambiental repercute de forma positiva en la sostenibilidad en la construcción y de la sociedad en general. La empresa, como un eje importante en el motor económico de la sociedad, tiene una responsabilidad asociada de contribución activa y voluntaria a la mejora social, económica y ambiental con el objetivo de mejorar su situación competitiva y su valor añadido. Esto forma el eje de la llamada "Responsabilidad Social Corporativa", y hoy en día se está avanzando de forma determinante en la creación y difusión de esta cultura responsable entre las organizaciones que forman el tejido empresarial de cada país.

Prueba de ello es la aprobación el 15 de Febrero de este mismo año (2008) del Consejo de Responsabilidad Social Corporativa (RSC), cuyo objetivo es potenciar las políticas públicas de apoyo y promoción de la responsabilidad social de las empresas.

3.2.3.- Investigación, desarrollo e innovación

La mejora ambiental del producto a través del ecodiseño supone un proceso de innovación del mismo por parte de la empresa, ya que proporciona una metodología de trabajo novedosa de manera interna y supone una ampliación del punto de vista respecto a lo que se venía haciendo hasta el momento. Una empresa cuya metodología tradicional de diseño se encuentra estancada en los cánones habituales no contempla la revisión de los mismos ni la generación de ideas novedosas. La incorporación de la variable medioambiental y la identificación y mejora de los impactos ambientales asociados al producto facilita la aparición de nuevas ideas de diseño y funcionalidad.

Como resultado de esta actitud innovadora de la corporación surge el incremento del valor activo que contribuye a la mejora de la imagen ofrecida.

La implantación de la metodología del ecodiseño también afecta a los planes estratégicos y de acción de la empresa a medio-largo plazo, por lo que dicha metodología se integrará y formará parte de la actividad de investigación y desarrollo de la empresa. Estas inversiones generan a largo plazo grandes márgenes de beneficios positivos y una diferenciación dentro del mercado, como bien se ha comentado en puntos anteriores.

En los puntos siguientes se hace mención a referencias que nos avanzan las principales tendencias en I+D+i de MMCC, y que

necesariamente pasan por la aplicación del ecodiseño:

La Plataforma Tecnológica de la Construcción (única liderada por España), que establece la orientación de los fondos europeos para los programas europeos y nacionales de I+D+i, dispone de una línea estratégica denominada "Materiales" la "Visión 2030 y Agenda Estratégica de Investigación. Línea Estratégica de Materiales / Plataforma Tecnológica Española de la Construcción". De las siete áreas de investigación existentes en la misma, una está dedicada a "Reducir el impacto medioambiental de la producción y demolición de los materiales de construcción"

"Visión 2030 y Agenda Estratégica de Investigación. Línea Estratégica de Materiales. Plataforma Tecnológica Española de la Construcción". Puede consultarse el documento completo en: http://www.construccion2030.org/documentos/lineas/linea_materiales/vision2030_AE_v5.pdf

Iniciativa UE "MERCADOS LIDERES 2008-2011". Comunicación de la comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social europeo y al Comité de las Regiones. Bruselas, 21.12.2007. Se trata de una iniciativa en favor de los mercados líderes de Europa que:

1. Identifica los 6 mercados (entre los que se encuentra CONSTRUCCION SOSTENIBLE) emergentes prometedores que deben apoyarse con dicha actuación política concertada, entre los que se encuentra la construcción sostenible.
2. Diseña un proceso para simplificar mejor el entorno jurídico y reglamentario y acelerar el crecimiento de la demanda

Se establecen medidas legislativas que potencian la compra pública, la normalización, el etiquetado y la certificación. En concreto, para los materiales de construcción y el rol de la Política Integrada de Producto (IPP):

- Debería implicarse a todas las partes que directa o indirectamente influyen en el comportamiento ambiental de los productos
- Las políticas de producto deben basarse en la metodología del Análisis de Ciclo de Vida, que sea a la vez racional y pragmática, y no centrada solo en aspectos puramente científicos
- El productor tiene que examinar cargas ambientales potenciales en todo el ciclo de vida, y reducirlas al mínimo, por ejemplo, a través de mejora del diseño del producto.
- El ecoetiquetado es inadecuado en el caso de los materiales de construcción. Son las obras de construcción el producto acabado y los materiales de construcción son componentes de la misma.
- Contratación pública con criterios de eficiencia ambiental y sostenibilidad.



3.2.4.- Salud y seguridad – enfoque social de la sostenibilidad

El control de los procesos de producción de los productos implica también el control de la calidad ambiental interior de las propias instalaciones donde se realizan los procesos, cuyas condiciones condicionan de manera directa y demostrada la salud de los trabajadores. Por ello, lograr un ambiente de trabajo seguro y saludable es uno de los aspectos de la variable social de la sostenibilidad de los materiales como parte de la sostenibilidad en la construcción.

La salud y seguridad no debe limitarse a la fabricación sino también al uso de los MMCC. Las variables a considerar son múltiples. A continuación se citan algunas

Confort

- Confort térmico/clima interior
- Calidad aire interior
- Acústica

Salud

- Evitar los efectos tóxicos de la construcción para el hombre y el entorno (con especial atención a los COVS)
- Protección contra campos electromagnéticos / contaminación electromagnética

Adaptabilidad

- Flexibilidad de la estructura en lo que concierne a necesidades cambiantes del usuario
- Adaptación a las necesidades de varias generaciones
- Conversión de viviendas a otra función
- Adaptabilidad para la gente con necesidades específicas (personas minusválidas, mayores, niños)
- Adaptación al cambio climático

Durabilidad

- Vida útil de productos de la construcción y obras de construcción
- Durabilidad frente al cambio climático (incremento de periodos de calor, heladas, peso de la nieve, etc.)
- Funcionalidad técnica, estética y social

Mantenimiento

- Robustez de estructuras
- Eficiencia

Seguridad

- Seguridad frente a catástrofes (tormentas, inundaciones, terremotos...)
- Seguridad/robustez de paredes contra intrusos y vandalismo
- Seguridad/robustez frente a insectos/plagas

Accesibilidad

3.2.5.- Calidad

La integración de la variable medioambiental en el proceso de diseño de un producto repercute de manera positiva en la calidad del mismo.

Cuando se diseña para que la vida útil de un producto MMCC sea la más eficiente ambientalmente, cumpliendo la función para la que está destinado, trae consigo que su calidad estructural y su funcionalidad aumenten, lo cual significa que se está produciendo un producto de mayor calidad.

Las certificaciones de calidad del producto y la empresa pueden ayudar a distinguirse de la competencia en el mercado. Normas internacionales como la norma UNE-EN-ISO 9001:2000 de Sistemas de Gestión de la Calidad, o su complemento en temas de Gestión Ambiental de la empresa UNE-EN-ISO 14.001:2004 son fácilmente integrables con la Norma UNE-150.301 de Gestión ambiental del proceso de diseño y desarrollo - Ecodiseño.

3.3.- Cumplimiento de la legislación vigente y adaptación a la futura

El cumplimiento de la legislación vigente no puede ser considerado un factor motivante para la realización de proyectos de ecodiseño, puesto que su carácter obligatorio la convierte en requisito mínimo a cumplir por todos los productos.

Sin embargo, conviene reseñar algunas legislaciones o normativas relacionadas con el sector de MMCC que no conviene olvidar por lo reciente de la obligatoriedad de su cumplimiento, como:

1. REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE nº 74, de 28 de marzo
2. LEY 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. BOE nº 255, de 24 de octubre.
3. REAL DECRETO 47/2007, de 19 de Enero, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción
4. Reglamento Europeo CE 1907/2006 relativo al registro, evaluación, autorización y restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH). Entró en vigor el pasado 1 de junio de 2007 y obliga al registro de todas las sustancias químicas utilizadas que entren dentro del alcance del reglamento a partir del 1 de enero de 2008.



También es conveniente anticiparse a la posible evolución de la legislación, para adaptarse a los requisitos antes de que entren en vigor. Por ejemplo:

- No se debería descartar una futura ampliación a otros sectores de los requisitos de ecodiseño introducidos en la directiva EUP (2005/32/CE) para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos que utilizan energía.
- Directiva de Materiales de Construcción e integración de la Política Integrada de Producto en la evaluación del comportamiento ambiental de edificios.

3.4.- Cumplimiento de normativa voluntaria

Para que el enfoque de sostenibilidad en la construcción se concrete, la Comisión Europea en 2004 efectuó un mandato al Comité Europeo de Normalización CEN "Mandate M/350 Integrated environmental performance of buildings" para que desarrolle un cuerpo de normas que permita su aplicación voluntaria al mercado, con los siguientes requisitos:

- Consensuadas por todas las partes estados miembros y partes interesadas.

- Fiables: Sirvan y aseguren el cumplimiento del objetivo de evaluar la sostenibilidad en la construcción.
- Aplicables por el mercado: Útiles y operativas para ser utilizadas con facilidad por el mercado

En este comité de normalización europeo participan todos los estados miembros y partes interesadas entre las que se encuentra CEPMC (Council of European Producers of Materials for Construction). Además en los comités espejos nacionales como en el caso español las organizaciones sectoriales de materiales de construcción están participando muy activamente.

Este cuerpo de normas de SOSTENIBILIDAD EN LA CONSTRUCCION se encuentra en fase de desarrollo ya muy avanzado, con un plazo de finalización previsto entre 2008-2010. El bloque de normas referidas a la parte referida al MEDIO AMBIENTE (frente a la social y económica) y el de MATERIAL DE CONSTRUCCION (frente a la evaluación de edificio e infraestructura) los que se encuentran más avanzados y por tanto, perfectamente alineados con el objeto de esta guía (Ecodiseño de MMCC).

(Véase ANEXO C3 para más detalles sobre NORMATIVA VOLUNTARIA).

Capítulo 4

Estrategias sectoriales de ecodiseño



En base a la información recopilada en los capítulos anteriores y a través del diagnóstico ambiental, la identificación de los factores motivantes y del conocimiento técnico recogido en experiencias previas y publicaciones, se ha desarrollado una serie de estrategias o medidas de Ecodiseño aplicables a los productos del sector de materiales de construcción.

Se trata pues de una recopilación de medidas de Ecodiseño, donde se recoge la Etapa del Ciclo de vida del producto afectada, la estrategia de Ecodiseño en la que se incide, las implicaciones técnicas, económicas y ambientales y un ejemplo aproximado de su aplicación.

Cada una de las estrategias de ecodiseño sigue la siguiente estructura:

- Código y título de la medida de diseño
- Estrategias de ecodiseño
- Descripción de la medida
- Implicaciones técnicas
- Implicaciones económicas
- Implicaciones ambientales
- Ejemplo de aplicación de la medida
- Referencias

Código y título de la medida de diseño

Se identifica la medida con el código, así como con el nombre de la medida y la estrategia de ecodiseño en la que se incluye.

La codificación de las medidas deriva de la familia a la que se puede aplicar la medida estudiada, seguida de un número correlativo dentro de cada una de las familias:

Código	Familia
AIS	aislantes
ASF	asfaltos
CAL	cales
CARP	carpintería
CEM	cemento
CER	cerramientos
HOR	hormigón
NST	instalaciones
MET	metal
MOR	morteros
PNAT	piedra natural
PIN	pinturas y barnices
QUI	química para la construcción

Estrategias de ecodiseño

En este apartado de la ficha se identifica la estrategia en la que está incluida la medida, sobre que etapa tiene mayor incidencia, especificando la mejora ambiental más significativa que se consigue con la aplicación de la misma.





Descripción de la medida

En este apartado se incluye una breve descripción de la medida especificando el objetivo que se pretende alcanzar con la aplicación de la misma.

Implicaciones técnicas

En este apartado se indican las implicaciones técnicas derivadas de la aplicación de la medida de diseño (por ejemplo la necesidad de realizar cambios en el proceso de fabricación, la búsqueda de nuevos proveedores, etc.). Las implicaciones técnicas que se enumeran en este apartado son de carácter general por lo que cada empresa en particular deberá evaluar cuáles son las implicaciones técnicas que le aplican.

Implicaciones económicas

En este apartado se indican las implicaciones económicas derivadas de la aplicación de la medida de diseño (por ejemplo la necesidad de realizar inversiones en nueva maquinaria, beneficios económicos que pueden conseguirse mediante la aplicación de la medida, etc.). Las implicaciones económicas que se enumeran en este apartado son de carácter general por lo que cada empresa en particular deberá evaluar cuáles son las implicaciones económicas dependiendo del tipo de producto que se trate.

Implicaciones ambientales

En este apartado se identifica la influencia que tiene la implantación de la medida respecto al medioambiente. Esta influencia puede ser tanto positiva como negativa y además puede incidir en distintas etapas del ciclo de vida del producto.



Ejemplo de aplicación de la medida

En los casos que sean posibles, se incluirá un caso práctico real de la aplicación de la medida. En este apartado se incluirá el nombre de la empresa donde se ha implantado la medida, así como una breve descripción del producto sobre el que se ha aplicado la misma y los resultados obtenidos a través de la misma.

Referencias

Por último, en este apartado se indican las referencias bibliográficas, legales y normativas consultadas para completar la ficha.

A continuación se recoge un listado de las medidas recogidas en esta guía.

CODIGO	ESTRATEGIA	MEDIDA	APLICABLE A:	APLICABLE A:					
				OBTENCION MATERIAS PRIMAS	PRODUCCION	DISTRIBUCION	USO	FIN DE VIDA	GENERAL
AIS-01	Obtener material aislante a partir de residuo/subproducto	Elaborar material aislante de celulosa a partir de papel de periódico reciclado	Aislantes	X	X		X	X	X
AIS-02	Obtener material aislante a partir de residuo/subproducto	Elaborar panel de aislamiento termo-acústico a partir de restos de madera	Aislantes	X			X	X	
AIS-03	Obtener material aislante a partir de residuo/subproducto	Elaborar tableros de fibra de madera (aislamiento en la construcción) a partir de restos de madera aglomerados con agua y posteriormente prensados	Aislantes	X	X		X	X	
AIS-04	Obtener material aislante a partir de residuo/subproducto	Elaborar producto aislante (vidrio celular) a partir de vidrio postconsumo	Aislantes	X	X		X	X	
AIS-05	Obtener material aislante a partir de residuo/subproducto	Elaborar lana de vidrio a partir de vidrio postconsumo	Aislantes	X	X	X	X	X	
AIS-06	Obtener material aislante a partir de residuo/subproducto	Elaborar panel aislante acústico de poliuretano reciclado	Aislantes	X	X				
AIS-07	Obtener material aislante a partir de residuo/subproducto	Elaborar paneles aislantes con envases Tetra Brik reciclados	Aislantes	X			X	X	X
AIS-08	Obtener material aislante a partir de residuo/subproducto	Elaborar aislante a partir de fibras de algodón recicladas	Aislantes	X			X	X	X
AIS-09	Obtener material aislante a partir de materia prima renovable	Elaborar placa de aislamiento térmico y acústico con corcho	Aislantes	X	X		X	X	
AIS-10	Obtener material aislante a partir de materia prima renovable	Elaborar material aislante a partir de celulosa de cáñamo	Aislantes	X	X		X	X	
AIS-11	Obtener material aislante a partir de materia prima renovable	Elaborar aislante a partir de lana	Aislantes	X	X		X	X	
AIS-12	Obtener material aislante a partir de materia prima que no emite sustancias tóxicas o nocivas	Obtener material aislante (arcilla expandida) a partir de arcilla	Aislantes	X			X	X	X
AIS-13	Obtener material aislante a partir de materia prima que no emite sustancias tóxicas o nocivas	Obtener material aislante a partir de perlita o vermiculita	Aislantes	X			X	X	X
ASF-01	Valorización de residuo	Valorización de polvo de caucho de NFU - Vía húmeda – como modificador del ligante	Asfaltos	X			X	X	
ASF-02	Valorización de residuo	Adición de polvo de caucho de NFU – Vía seca	Asfaltos	X			X	X	
ASF-03	Disminución de consumo de MMPP de origen natural	Sustitución de áridos naturales por escorias negras de acería	Asfaltos	X					

CODIGO	ESTRATEGIA	MEDIDA	APLICABLE A:	OBTENCION MATERIAS PRIMAS	PRODUCCION	DISTRIBUCION	USO	FIN DE VIDA	GENERAL
ASF-04	Disminución de consumo de MMPP de origen natural	Sustitución de áridos naturales por residuos de construcción y demolición	Asfaltos	X					
ASF-05	Disminución de consumo de MMPP de origen natural	Sustitución del filler de origen natural por arenas de fundición	Asfaltos	X					
ASF-06	Disminución de consumo de MMPP de origen natural	Sustitución de finos naturales por cenizas volantes	Asfaltos	X					
ASF-07	Disminución de consumo de MMPP de origen natural	Sustitución de áridos naturales por residuos de demolición de firmes	Asfaltos	X					
ASF-08	Disminución de consumo de combustibles fósiles	Utilización de combustibles alternativos – Aceite desclasificado	Asfaltos		X				
ASF-09	Disminución de consumo de MMPP de origen natural	Adición de plástico residual como modificador del ligante	Asfaltos	X					
ASF-10	Disminución de temperatura de proceso	Mezclas semicalientes – (WMA)	Asfaltos		X		X		
ASF-11	Disminución de consumo de combustibles	Mezclas templadas	Asfaltos		X		X		
CAL-01	Optimización del proceso de recuperación de suelos contaminados	Tratamiento in situ de inertización con cal de suelos contaminados	Cal	X	X	X	X	X	
CAL-02	Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero	Modificaciones de la eficiencia energética en el proceso productivo	Cal		X				
CAL-03	Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero	Utilización de combustible más limpios o alternativos	Cal		X				
CARP-01	Reducir impacto ambiental en los bosques origen	Utilización de madera certificada	Carpintería - Madera	X					
CARP-02	Minimización del impacto ambiental de los materiales	Utilización de productos inocuos y con baja emisión de COVs para la protección y tratamiento de preservación de la madera	Carpintería - Madera	X			X	X	
CARP-03	Reducción de consumo de MMPP de origen natural	Uso de residuos/subproductos de madera para la fabricación de productos de madera	Carpintería - Madera	X					X
CARP-04	Minimización del uso de sustancias tóxicas	Utilización de uniones mecánicas entre piezas para evitar el uso de colas y adhesivos	Carpintería - Madera	X			X	X	
CARP-05	Disminución del consumo de MMPP de origen natural	Uso de PVC reciclado	Carpintería - PVC / Instalaciones	X					
CARP-06	Disminución del impacto ambiental de las MMPP utilizadas	Reducción del uso de aditivos con plomo y cadmio en el PVC	Carpintería - PVC / Instalaciones	X				X	
CEM-01	Reducción del consumo de materias	Valorización de cenizas de pirita en la preparación del	Cementos	X					

CODIGO	ESTRATEGIA	MEDIDA	APLICABLE A:	OBTENCION MATERIAS PRIMAS	PRODUCCION	DISTRIBUCION	USO	FIN DE VIDA	GENERAL
	primas naturales	crudo							
CEM -02	Reducción del consumo de materias primas naturales	Valorización de las cenizas de lodos de papelera en la preparación del crudo	Cementos	X					
CEM -03	Reducción del consumo de materias primas naturales	Valorización de arenas de fundición en la preparación del crudo	Cementos	X					
CEM -04	Reducción del consumo de materias primas naturales	Valorización de residuos de demolición en la preparación del crudo	Cementos	X					
CEM -05	Reducción del consumo de materias primas naturales	Valorización de subproducto cenizas combustión de lodos de depuradora en la preparación del crudo	Cementos	X					
CEM -06	Reducción del consumo de materias primas naturales	Valorización de subproducto cascarillas de laminación en la preparación del crudo	Cementos	X					
CEM -07	Reducción del consumo de materias primas naturales	Valorización de la escoria de cobre en la preparación del crudo	Cementos	X					
CEM -08	Reducción del consumo de materias primas naturales	Valorización de escoria blanca de acería en la preparación del crudo	Cementos	X					
CEM -09	Reducción del consumo de materias primas naturales	Valorización de escoria negra de acería en la preparación del crudo	Cementos	X					
CEM -10	Reducción del consumo de clínker	Valorización de subproducto escoria de horno alto como adición en la molienda de cemento.	Cementos	X	X				
CEM -11	Reducción del consumo de clínker	Valorización de subproducto cenizas volantes como adición en la molienda de cemento	Cementos	X	X				
CEM -12	Reducción del consumo de clínker	Valorización de subproducto humo de sílice como adición en la molienda de cemento	Cementos	X	X				
CEM -13	Reducción del consumo de clínker	Valorización de subproducto esquistos calcinados como sustituto de MMPP para elaborar el crudo / como adición en la molienda de cemento	Cementos	X	X				
CEM -14	Reducción del consumo de clínker	Adición de puzolanas naturales / artificiales en la molienda de cemento	Cementos	X	X				
CEM -15	Reducción del consumo de clínker	Adición de caliza en la molienda de cemento	Cementos	X	X				
CEM -16	Reducción del consumo de materias primas naturales	Sustitución de yeso natural por sulfato de calcio residual	Cementos	X					
CEM -17	Reducción del consumo de combustibles fósiles	Sustitución de combustibles fósiles por combustibles alternativos	Cementos		X				
CEM -18	Mejora de eficiencia energética del	Utilización de aditivos químicos	Cementos		X				

CODIGO	ESTRATEGIA	MEDIDA	APLICABLE A:	OBTENCION MATERIAS PRIMAS	PRODUCCION	DISTRIBUCION	USO	FIN DE VIDA	GENERAL
	proceso								
CEM -19	Mejorar el comportamiento ambiental de las instalaciones	Aplicación de las mejores técnicas disponibles en el proceso de fabricación del cemento	Cementos		X				
CER-01	Valorizar residuo/subproducto en material de cerramiento	Valorización de cenizas volantes de central térmica de carbón en ladrillos	Cerramientos	X	X				
CER-02	Valorizar residuo/subproducto en material de cerramiento	Valorización de escorias de incineradoras de residuos sólidos urbanos en ladrillos	Cerramientos	X				X	X
CER-03	Valorizar residuo/subproducto en material de cerramiento	Valorización de lodos de depuradora en ladrillos	Cerramientos	X	X			X	
CER-04	Valorizar residuo/subproducto en material de cerramiento	Valorización de cenizas de incineración de lodos de depuradora en ladrillos	Cerramientos	X				X	
CER-05	Materiales que permiten cerramientos de una sola hoja	Bloque de virutas de madera conglomeradas con cemento	Cerramientos	X			X		X
CER-06	Materiales que permiten cerramientos de una sola hoja	Bloque de construcción a base de cáñamo	Cerramientos	X	X		X	X	X
CER-07	Materiales que permiten cerramientos de una sola hoja	Bloques de hormigón celular	Cerramientos				X		X
CER-08	Materiales que permiten cerramientos de una sola hoja	Bloque de hormigón ligero a base de arcilla expandida y cemento	Cerramientos				X	X	X
CER-09	Materiales que permiten cerramientos de una sola hoja	Bloque cerámico de arcilla aligerada	Cerramientos				X	X	X
CER-10	Materiales que permiten cerramientos de una sola hoja	Bloque cerámico con relleno interior de corcho granulado	Cerramientos	X			X		X
CER-11	Eficiencia energética en la producción del producto	Mejora energética de los procesos de extrusión, secado y cocción en la fabricación de ladrillos	Cerramientos		X				
HOR-01	Disminución de consumo de MMPP naturales	Valorización de cenizas volantes como adición en el hormigón estructural	Hormigón	X	X				
HOR-02	Disminución de consumo de MMPP naturales	Valorización del humo de sílice como adición en el hormigón estructural	Hormigón	X	X				
HOR -03	Disminución de consumo de MMPP naturales	Valorización de escorias de alto horno como áridos del hormigón	Hormigón	X					
HOR -04	Disminución de consumo de MMPP naturales	Valorización de escombros de hormigón como áridos del hormigón	Hormigón	X					
HOR -05	Disminución de consumo de MMPP naturales	Valorización de escombros de mampostería como áridos del hormigón	Hormigón	X					

CODIGO	ESTRATEGIA	MEDIDA	APLICABLE A:	OBTENCION MATERIAS PRIMAS	PRODUCCION	DISTRIBUCION	USO	FIN DE VIDA	GENERAL
HOR -06	Disminución de consumo de MMPP	Utilización de agua reciclada	Hormigón	X	X			X	
HOR -07	Disminución de consumo de MMPP naturales	Recuperación de residuos procedentes de la fabricación de hormigón preparado	Hormigón	X					
HOR -08	Optimización del proceso productivo	Utilización de aditivos químicos	Hormigón	X				X	
INST-01	Minimización del impacto ambiental de los materiales utilizados	Evitar el uso de retardantes de llama halogenados	Instalaciones / Plástico	X			X	X	
MET-01	Minimización del consumo de recursos de extracción minera	Reciclado del Zinc presente en el acero galvanizado y residuos de acerías	Metal - Acero	X				X	
MET-02	Minimización del impacto ambiental del procesado del acero	Utilizar métodos de recubrimiento de acero con menor impacto ambiental	Metal - Acero			X			X
MET-03	Minimización del impacto ambiental del proceso de fabricación del acero	Disminuir las emisiones de CO2 durante la fabricación de acero – Nuevas tecnologías	Metal - Acero		X				
MET-04	Minimización del impacto ambiental de los procesos aplicados al acero	Recubrimientos - Nanotecnología	Metal - Acero	X		X			
MET-05	Disminución de consumo de MMPP	Reducir el tamaño del producto	Metal - Acero	X					
MOR-01	Minimización del mantenimiento	Adición de aditivos antibacterianos en el mortero	Morteros - Hormigones				X	X	X
MOR -02	Disminución del consumo de MMPP de origen natural	Sustitución de cemento por sulfato cálcico residual (residuo/subproducto) para la elaboración de morteros autonivelantes	Morteros	X					
MOR -03	Disminución del consumo de MMPP de origen natural	Fabricación de morteros con árido reciclado (RCDs)	Morteros	X					
MOR -04	Disminución de consumo de cemento	Sustitución parcial de cemento por breas de petróleo o de alquitrán de carbón	Morteros	X					
MOR -05	Disminución de consumo de cemento	Morteros de cemento con cenizas volantes y cenizas de lodos de depuradora	Morteros	X					
PNAT-01	Minimización del mantenimiento	Piedra natural con propiedades antibacterianas	Piedra natural				X		X
PNAT-02	Mejorar el comportamiento ambiental de las instalaciones	Sustitución de maquinaria por otra más energéticamente eficiente	Piedra natural				X		
PNAT-03	Minimización del impacto de los residuos generados en la industria del mármol	Valorización de residuos industriales lodos de corte de mármol en el tratamiento de suelos contaminados	Piedra natural					X	
PNAT-04	Minimización del impacto de los residuos generados en la industria del mármol	Valorización de residuos industriales lodos de corte de mármol en la industria papelera	Piedra natural					X	

CODIGO	ESTRATEGIA	MEDIDA	APLICABLE A:	OBTENCION MATERIAS PRIMAS	PRODUCCION	DISTRIBUCION	USO	FIN DE VIDA	GENERAL
PNAT-05	Minimización del impacto de los residuos generados en la industria del mármol	Valorización de residuos industriales lodos de corte de mármol en la en industria del plástico	Piedra natural					X	
PNAT-06	Minimización del impacto de los residuos de la industria del granito	Uso de serrín de granito para sellado e impermeabilización de vertederos	Piedra natural					X	
PNAT-07	Optimizar el sistema de distribución	Rediseño del embase y embalaje	Piedra natural - Pizarra			X			
PIN-01	Reducción de materias primas con fuerte impacto sobre el medio ambiente y la salud ambiental	Reducción del contenido en pigmentos blancos (pigmentos inorgánicos como el dióxido de titanio)	Pinturas	X	X			X	
PIN-02	Reducción del contenido en Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)	Formulación de pinturas con base agua	Pinturas / Barnices	X	X		X		
PIN-03	Reducción del contenido en Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)	Formulación de pinturas base disolvente con la tecnología de alto contenido en sólidos	Pinturas / Barnices	X	X		X		
PIN-04	Reducción del contenido en Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)	Formulación de pinturas en polvo	Pinturas / Barnices	X	X		X		
PIN-05	Reducción del contenido en hidrocarburos aromáticos volátiles	Formulación de pinturas con base acuosa, con alto contenido en sólidos o pinturas en polvo (PIN-02, PIN-03 y PIN-04)	Pinturas / Barnices	X	X		X		
PIN-06	Reducción materias primas con fuerte impacto sobre el medio ambiente y la salud ambiental	Ausencia de metales pesados	Pinturas / Barnices	X	X		X	X	
PIN-07	Reducción materias primas con fuerte impacto sobre el medio ambiente y la salud ambiental	Limitación del contenido en ingredientes (sustancias o preparados) peligrosos	Pinturas / Barnices	X	X		X	X	
PIN-08	Ecoetiquetado	Diseño de productos que cumplan los criterios de la Etiqueta Ecológica Europea	Pinturas y Barnices de interior	X	X		X	X	
QUI-01	Utilización de materiales con menor impacto ambiental	Producción de desencofrante con base aceite vegetal	Química (Desencofrantes Hormigón)	X	X			X	
QUI-02	Utilización de materiales con menor impacto ambiental	Aditivos, no tóxicos, aceleradores del fraguado	Química (Aditivos - Hormigón)	X					



Estrategias de ecodiseño



CÓDIGO: AIS-01

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Obtener material aislante a partir de residuo/subproducto

MEDIDA: Elaborar material aislante de celulosa a partir de periódico reciclado

APLICABLE A: Aislantes



Descripción de la medida

Esta medida consiste en elaborar material aislante (térmico y acústico) de celulosa reciclada obtenida a partir de papel de periódico, utilizando un proceso de fabricación de bajo consumo energético. Se obtiene un material granulado que permite su uso en cualquier relleno de cámaras.

Implicaciones técnicas

Producción: La materia prima básica de este aislante es el papel de periódico. En su fabricación se emplean los ejemplares de periódico que no se venden. El proceso consiste en dos fases de triturado, un desfibrado y un tratamiento en húmedo de sales bóricas que cubren todos los copos y los protegen del fuego y de los parásitos. Posteriormente se almacena en un silo y se empaqueta (ref. 3).

Aplicación: Se trata de un aislamiento que se adapta perfectamente a cada una de las circunstancias técnicas, puesto que se presenta como un granulado de celulosa. Su aplicación es muy amplia, pudiéndose utilizar en obras de rehabilitación, en azoteas, paramentos verticales, incluso en construcciones ligeras donde el peso específico sea un factor importante. Como excepción, no es posible utilizarlo en aquellos lugares en donde se tenga contacto directo con el terreno. En el caso de colocación del aislante de celulosa reciclada bajo cubiertas, entre el envigado, es proporcionado con la medida exacta de la cavidad del hueco previa densificación del producto. El aislante proporciona un gran confort higrotérmico puesto que regula las fluctuaciones de la humedad ambiental en las distintas estaciones (ref. 2)

Características técnicas del producto obtenido:

Densidad del material (Kg/m³): 35-55
 Conductividad térmica a (W/mK): 0,035

En la ref. 3 pueden consultarse otras características mecánicas y físicas.

Proveedores del residuo/subproducto a utilizar:
 Algunos valorizadores de papel en la CAPV son los siguientes:

- ARREGI ETXABE JUAN JOSÉ, S.A.; BAÑU-ETXE, S.L.; BEOTIBAR RECYCLING, S.L.; CONTENEDORES ESCOR VITORIA, S.L.; DEBEKO RECYCLING, S.L.; DESPERDICIOS DE PAPEL DEL NORTE, S. L. (DESPANORSA); ECOPAPEL; EMAÚS BIDASOA, S.L.U.; EMAÚS, S. COOP.; PAPELES NERVIÓN, S.L.; RECICLAJES OLAGA, S.L.; SACOS Y CARTÓN SANTIBAÑEZ, S.C.; SOPRES, S.L.

Se puede consultar un listado más amplio y actualizado de los recicladores de papel, así como más información sobre la localización, capacidad de la instalación, tipología de residuos aceptados, productos que venden etc. de cada uno de los citados en el Catálogo de Reciclaje Industrial de la CAPV (ref. 9).

Implicaciones económicas

Los factores a considerar son:
 La materia prima necesaria es papel de periódico. Esta materia prima puede ser adquirida a los valorizadores más próximos a las fábricas.
 El precio de la materia prima depende del mercado y del transporte. El coste disminuye en función de la proximidad entre el proveedor y la fábrica.
 El precio de venta del producto final en el mercado dependerá de las características finales del mismo. Según la ref. 3 sería de 4,18 €/m² (una vez realizada la conversión de €/m³ a €/m² teniendo en cuenta el espesor tomado como ejemplo).



Implicaciones ambientales

Las principales ventajas ambientales de este tipo de aislante son:

- Se lleva a cabo la valorización de un residuo/subproducto (papel de periódico). Adicionalmente, con ello se consigue disminuir el consumo de madera natural para la obtención de celulosa.
- Bajo consumo energético en su producción

Al estar basado en materia prima vegetal, es biodegradable, compostable e inocuo



Ejemplo de aplicación de la medida

Biocell, de BIOHAUS GOIERRI, S.L. (información obtenida de las ref. 1 y 5)

Elaboración de material aislante térmico de celulosa a partir de papel de periódico reciclado. Se fabrica transformando los periódicos en copos de papel a los que se le añaden sales bóricas para protegerlos de los roedores y parásitos, y del fuego. Cuenta con el certificado Angel Azul en la categoría de "Papel reciclado para la construcción".

Como principales mejoras destacan:

- Fabricado en un 90% con celulosa reciclada proveniente de residuos de periódicos.
- Resistente al fuego.
- Regulador de la humedad, por lo que aumenta la eficiencia térmica de la vivienda.

Material aislante de celulosa de DÄMMSTATT W.E.R.F. GMBH (información obtenida de las ref. 1 y 6)

DÄMMSTATT W.E.R.F. GMBH es una empresa alemana dedicada a la fabricación de materiales aislantes para la construcción. La filosofía de la empresa es realizar actuaciones para conseguir productos ambientalmente amigables, como la utilización de materias primas de un entorno cercano a su planta de producción, la utilización de material reciclado en al menos un 80%, no utilización de sustancias tóxicas o peligrosas y procesos de tratamiento del papel reciclado sin cloro ni blanqueantes halogenados.

Estas actuaciones, han llevado a que Dämmstatt tenga certificado sus materiales aislantes de celulosa, con la ecoetiqueta alemana Ángel Azul, en la categoría de materiales de construcción fabricados principalmente con papel post-consumo (RAL-UZ 36).

Las principales mejoras introducidas son:

- Uso de papel postconsumo en al menos un 80% como materia prima.
- Proceso de fabricación sin cloro ni blanqueantes halogenados.
- Fibras de madera vírgen procedentes de explotaciones forestales gestionadas de forma sostenible.
- No contienen formaldehído.

Referencias

- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
 - www.ctav.es/ctav/icaro/materiales (Materiales Sostenibles / Aislante térmico de papel reciclado)
 - www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
 - www.ingurumena.net (Medio ambiente / Residuos / Residuos no peligrosos: Listado de gestores autorizados)
 - www.biohaus.es (Productos / Aislamientos / Celulosa granel)
 - <http://eng.daemmstatt.info>
 - www.isofloc.de
 - <http://climacell.de>
- Catálogo de Reciclaje Industrial de la CAPV: www.ihobe.net/catalogo/objeto.html



CÓDIGO: AIS-02

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

MEDIDA:

APLICABLE A:

Obtener material aislante a partir de residuo/subproducto

Elaborar panel de aislamiento termo-acústico a partir de restos de madera

Aislantes

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

Elaborar panel de aislamiento termo-acústico a partir de restos de madera.

Esta medida consiste en elaborar placas termo-acústicas con un 65 % de fibras de madera procedentes de restos de madera (residuo/subproducto) y por un 35 % de aglomerantes minerales, cemento o magnesita. La mineralización de las fibras anula los procesos de deterioro biológico, vuelve las fibras prácticamente inertes y aumenta su resistencia al fuego, sin por ello alterar las propiedades mecánicas de la madera.

Habitualmente los restos de madera utilizados proceden de aserraderos próximos a las fábricas, los cuales generan restos de madera limpios y de calidad homogénea, pero se debe considerar la posibilidad de utilizar restos de madera procedentes de valorizadores de residuos.

Implicaciones técnicas

La información recogida a continuación procede de la referencia 3:

Producción: Para su fabricación, las fibras de madera procedentes de restos de madera son aglomeradas con cemento ó magnesita, posteriormente se aglutinan entre sí a presión formando una estructura estable, resistente, compacta y duradera.

Transformación: En base al uso que vaya a tener el producto se empleará un mineralizante u otro, tendrá un acabado superficial y dispondrá una terminación en sus cantos.

Aplicación: Los usos principales son los indicados a continuación:

En construcción: aislamiento de elementos estructurales para evitar puentes térmicos, aislamiento en tejados, entre locales adyacentes, entre plantas y en sótanos.

Como revestimiento de paramentos verticales y en falsos techos con perfil T visible, perfil T oculto y perfil Omega visto desmontable, jardinería, etc.

Recomendaciones:

La estructura alveolar de las placas permite la absorción acústica así como la absorción de humedad, lo cual permite su aplicación en lugares con un alto grado de humedad como son las piscinas cubiertas.

A parte del color que le concede la magnesita o el cemento blanco a estas placas, puede seleccionarse otros colores dependiendo de la empresa fabricante, y también existe la posibilidad de ser pintadas una vez instaladas. Es importante utilizar pinturas al silicato, a la cal o al temple, ya que el empleo de una pintura plástica reduciría sus propiedades aislantes.

Características técnicas del producto obtenido:

Densidad media del material (Kg/m³): 300-500

Conductividad térmica : 0,060 W/mK

En la ref. 3 pueden consultarse otras características mecánicas y físicas de este tipo de placa.

Proveedores del residuo/subproducto a utilizar:

Como dato de referencia sobre la cantidad de residuos de madera que se generan en la CAPV, se conoce que durante año 2004 se inventariaron 623087 Tn de residuos procedentes de la transformación de la madera y la producción de tableros y muebles (ref. 7).

Aserraderos

Se deben localizar, para cada caso particular, los aserraderos más próximos a la fábrica.

Algunos valorizadores de madera en la CAPV son los siguientes:

Arregi Etxabe Juan José, S.A.; Bañu-Etxe, S.L.; Debeko Recycling, S.L.; EMAÚS Bidasoa, S.L.U.; EMAÚS, S.COOP. ; Palenor S.L.; Palets del Valle, S.L.; Palets Victoria, S.A.; Papeles Nervión, S.L.; Recicladós Egutegi.; SADER.

Se puede consultar un listado más amplio y actualizado de los recicladores de madera, así como más información



sobre la localización, capacidad de la instalación, tipología de residuos aceptados, productos que venden etc. de cada uno de los citados en el Catálogo de Reciclaje Industrial de la CAPV (ref.8).

Implicaciones económicas

Los factores a considerar son:

La materia prima necesaria son restos de madera. Mayoritariamente esta materia prima es suministrada por los aserraderos/valorizadores más próximos a las fábricas.

El precio de la materia prima depende del mercado y del transporte. El coste disminuye en función de la proximidad entre el proveedor y la fábrica.

En el caso de proceder de aserraderos, la utilización de restos de madera no requiere ningún tratamiento previo por parte de la fábrica de paneles de madera.

El precio de venta del producto final en el mercado dependerá de las características finales del mismo.

Implicaciones ambientales

Las principales ventajas ambientales de este tipo de aislante son:

- Se lleva a cabo la valorización de un residuo/subproducto. Adicionalmente, con ello se consigue disminuir el consumo de madera natural.
- La materia prima utilizada se encuentra relativamente próxima a los centros de producción con lo que se disminuyen los impactos derivados del transporte de la misma.

Se debe tener en cuenta el poder contaminante de algunos agentes aglutinantes para estos restos de madera. Se debe considerar que el hecho de valorizar un residuo/subproducto como los restos de madera fabricando un panel aglomerado no suponga la utilización de resinas o otros agentes que sean tóxicos.



Ejemplo de aplicación de la medida

Panel aislante Fibrafutura, de KNAUF (información facilitada por la empresa Knauf insulation y las ref.1 y 4)

El panel Fibrafutura está compuesto de lana de madera resinosa aglomerada con cemento blanco y cal blanca natural. Este producto cuenta con el sello ANAB-IBO-IBN, la marca italiana para productos bioecológicos certificada por la A.N.A.B (Associazione Nazionale Architettura Bioecológica).

Campos de aplicación: aislante térmico de muros exteriores e interiores, revestimiento y aislamiento de estructuras, encofrado perdido, construcción de tabiques. Las principales mejoras del producto son:

No contiene sustancias tóxicas o peligrosas.

Evita el uso de retardantes de llama halogenados (clorados y bromados)

Una vez extraída la sustancia bruta, la empresa restaura las áreas explotadas, repone los cultivos y rehace el estado natural en una extensión mayor, de manera que el impacto a la naturaleza y al paisaje queden compensados.

Esta fabricado con un 3 % de restos de madera y un 97% de madera virgen

Referencias

- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
- www.ctav.es/ctav/icaro/materiales (Materiales Sostenibles / Aislante térmico de fibras naturales de madera)
- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.knauf-batiment.fr
- www.celenit.com

www.construible.es/productosDetalle.aspx?id=75&idm=121&pat=&cat=&emp=249&cert=
 Inventario de residuos no peligrosos de la Comunidad Autónoma del País Vasco 2004.
 Catálogo de Reciclaje Industrial de la CAPV: www.ihobe.net/catalogo/objeto.html



CÓDIGO: AIS-03

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

MEDIDA:

APLICABLE A:

Obtener material aislante a partir de residuo/subproducto

Elaborar tableros de fibra a partir de restos de madera

Aislantes

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

Elaborar tableros de fibra de madera fabricados a partir de restos de madera aglomerados con agua y posteriormente prensados.

El uso de tableros de aglomerado en sustitución de los productos de madera natural está, por motivos económicos, muy extendida. Sin embargo, su aparición en el mercado europeo en los años sesenta coincidió con el inicio de quejas, por parte de los usuarios, debidas a olores irritantes. El origen de estas emisiones irritantes está principalmente en las resinas, adhesivos y colas utilizados. Para la fabricación de los tableros de partículas se utilizan, por sus propiedades técnicas, resinas de formaldehído (urea-formaldehído y fenol-formaldehído) que son potenciales emisores de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs).

Esta medida propone la fabricación de tableros de fibras de madera empleados como aislamiento en la construcción a partir de restos de madera aglomerados con agua y posteriormente prensados. El hecho de estar fabricados con restos de la industria forestal, el empleo de agua como aglomerante y el hecho de ser biodegradable lo convierten en un material con un excelente ciclo de vida. No emiten gases tóxicos. Están completamente libres de colas u otros productos nocivos para la salud.

Actualmente, las fibras de madera utilizadas proceden de restos de madera de los aserraderos más próximos a las fábricas. Éstos son residuos/subproductos limpios y de calidad homogénea, pero se debe considerar la posibilidad de utilizar restos de madera procedentes de valorizadores de residuos.

Implicaciones técnicas

Información obtenida de la ref.2:

Producción: Su producción se basa en la utilización de los restos de aserraderos para conseguir un tipo de fibra de madera que se une entre sí por medio de su propio contenido en lignina sin la adición de aditivos externos.

Transformación: Tras el triturado de tales restos, se lleva a cabo el desfibrado. Añadiéndole agua a las fibras y calentando la mezcla se consigue una pasta espesa y homogénea que se vierte encima de una cinta perforada donde se le quita el agua sobrante. Tras el prensado se procede al secado de los paneles y su corte a medida para el empaquetado. En todo el proceso de fabricación se reutilizan los sobrantes de agua, calor y fibras.

Aplicación: Cubiertas, fachadas, suelos y divisiones interiores tanto en aislamiento acústico como térmico.

Propiedades: Los tableros de fibras de madera se caracterizan por su baja conductividad térmica, su alta inercia térmica y su difusión abierta al vapor. Evitan el efecto de pared fría, regulan la humedad, y además en contacto con la humedad no pierden sus facultades de aislamiento. Se distinguen de otros aislantes naturales por su excelente protección frente al calor estival y al frío invernal. Gracias a su estructura de poros abiertos son capaces de absorber las ondas sonoras.

Características técnicas del producto:

Densidad del material (Kg/m³): 150

Conductividad térmica: 0,040 W/mK

En la referencia 2 pueden consultarse otras características mecánicas y físicas de este tipo de tableros de madera.

Proveedores:

Aserraderos

Se deben localizar en cada caso particular, los aserraderos más próximos a la fábrica.

Algunos valorizadores de madera en la CAPV son los siguientes:

Arregi Etxabe Juan José, S.A.; Bañu-Etxe, S.L.; Debeko Recycling, S.L.; EMAÚS Bidasoa, S.L.U.; EMAÚS, S.COOP. ; Palenor S.L.; Palets del Valle, S.L.; Palets Victoria, S.A.; Papeles Nervión, S.L.; Reciclados Egutegi.; SADER.

Se puede consultar un listado más amplio y actualizado de los recicladores de madera, así como más información sobre la localización, capacidad de la instalación, tipología de residuos aceptados, productos que venden etc. de cada uno de los citados en el Catálogo de Reciclaje Industrial de la CAPV (ref.7).



Implicaciones económicas

Los factores a considerar son:

La materia prima necesaria son restos de madera. Mayoritariamente esta materia prima es suministrada por los aserraderos/valorizadores más próximos a las fábricas.

El precio de la materia prima depende del mercado y del transporte. El coste disminuye en función de la proximidad entre el proveedor y la fábrica.

En el caso de proceder de aserraderos, la utilización de restos de madera no requiere ningún tratamiento previo por parte de la fábrica de paneles de madera. (según la empresa Gutex)

El precio de venta del producto final en el mercado dependerá de las características finales del mismo. Según la ref. 2 sería de 10,38 €/m²

Implicaciones ambientales

Las principales ventajas ambientales de este tipo de aislante son: (información obtenida de las ref. 2 y 3)

Se lleva a cabo la valorización de un residuo/subproducto. Adicionalmente, con ello se consigue disminuir el consumo de madera natural.

La materia prima utilizada (restos de madera aserraderos, o bien de gestores autorizados de residuos) se encuentra relativamente próxima a los centros de producción con lo que se disminuyen los impactos derivados del transporte de la misma.

En todo el proceso de fabricación se reutilizan los sobrantes de agua, calor y fibras.

Producto libre de colas u otros productos nocivos para la salud. No se emiten gases tóxicos.

Es un material biodegradable, compostable, reutilizable e inócuo. Aplicado en condiciones adecuadas su duración es ilimitada



Ejemplo de aplicación de la medida

Tableros de fibra de madera de GUTEX

Los tableros de fibra de madera GUTEX responden a las exigencias en materia de aislamiento, son ecológicos y económicos, en todas sus aplicaciones.

Sus ventajas en el campo de la física de la construcción dan como resultado un agradable clima interior: La estructura porosa de sus fibras favorece la difusión de vapor, los tableros "respiran". Gracias a su estructura de poros abiertos son capaces de absorber las ondas sonoras. Del mismo modo, también se mejora considerablemente la amortiguación del ruido de impacto. Los tableros aislantes de fibra de madera pueden absorber gran cantidad de agua, sin embargo conservan su carácter de material seco. En cualquier caso, para que puedan mostrar su óptima capacidad aislante, es conveniente montarlos en estado seco.

Los restos de madera empleados en la fabricación de los tableros GUTEX proceden de los aserraderos próximos a la fábrica, de modo que los costes de transporte son mínimos. Los restos de madera no requieren ningún tratamiento previo.

La empresa que fabrica estos tableros se encuentra en Alemania.

El distribuidor en España es la empresa Biohaus Goierri S.L.

Referencias

- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
 - www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
 - www.biohaus.es/index.html
 - www.pavatex.de
 - www.ingurumena.net (Medio ambiente / Residuos / Residuos no peligrosos: Listado de gestores autorizados)
- Inventario de residuos no peligrosos de la Comunidad Autónoma del País Vasco 2004.
Catálogo de Reciclaje Industrial de la CAPV: www.ihobe.net/catalogo/objeto.html



CÓDIGO: AIS-04

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

MEDIDA:

APLICABLE A:

Obtener material aislante a partir de residuo/subproducto

Elaborar producto aislante (vidrio celular) a partir de vidrio postconsumo

Aislantes

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

Elaborar producto aislante (vidrio celular) a partir de vidrio usado.

Con el polvo de vidrio se fabrica un aislamiento empleado en construcción y que se conoce como vidrio celular. Se obtiene por la fusión del polvo vítreo procedente de chatarra de vidrio blanco. Mediante un proceso termoquímico aplicado se crean células en estado de vacío parcial y cerradas entre sí lo que evita la comunicación entre ellas

Implicaciones técnicas

Información obtenida de la ref. 2:

Fabricación: La materia prima empleada en la fabricación del vidrio celular es el vidrio de postconsumo. Este requiere de un pretratamiento. En concreto, debe purificarse convenientemente, ya que viene acompañado de residuos de metal, plástico, corcho, etc. En la planta el casco de vidrio entra a los alimentadores vibratorios, que lo llevan desde la parte inferior de las fosas o tolvas de descarga a una quebrantadora de martillos. De la quebrantadora, el vidrio molido pasa por medio de un alimentador vibratorio y de una cinta transportadora a un separador magnético provisto de potentes imanes permanentes para separar los trozos de hierro. Sobre otra cinta transportadora, a la salida del separador magnético, se pueden ubicar equipos para eliminar las tapas de aluminio y otras impurezas por un sistema de soplado. Finalmente, el vidrio molido pasa a una máquina lavadora, donde se lava con agua caliente y agitación; a la salida de la misma, se separa del agua por decantación y mediante un elevador de canchales se almacena en el silo correspondiente.

El polvo molido se introduce en el horno, donde se consigue una masa comprimida y esponjosa. Tal y como va esponjándose esta masa se va obteniendo el producto. Se trata de un elemento continuo que va fraccionándose en los formatos comercializados.

Aplicación: Existen dos tipos de vidrio celular: el empleado como aislamiento térmico, contra humedad o contra el fuego y el de falso techo.

Características técnicas del producto:

Densidad del material (Kg/m³): 170

Conductividad térmica a 12 °C (W/m°C): 0,048

En la referencia 2 pueden consultarse otras características mecánicas y físicas de este tipo de aislantes.

Proveedores:

Como dato de referencia sobre la cantidad de residuos de vidrio que se generan en el País Vasco, se conoce que el año 2003 se inventariaron 45484 Tn (ref.5).

Algunos valorizadores de vidrio en la CAPV son los siguientes:

Ingeniería y Servicios Técnico (Insertec, S.A.); EMAÚS Bidasoa, S.L.U.; EMAÚS, S.COOP. ; R.V. Rioja; Recuperaciones de Vidrio Aguado, S.A; Recupresa.

Se puede consultar un listado más amplio y actualizado de los recicladores de vidrio, así como más información sobre la localización, capacidad de la instalación, otras tipologías de residuos aceptados, productos que venden etc. de cada uno de los citados en el Catálogo de Reciclaje Industrial de la CAPV (ref.6).

Implicaciones económicas

Los factores a considerar son:

La materia prima es vidrio postconsumo que proviene de empresas dedicadas a la recogida y reciclaje de vidrio. El coste de ésta oscila, dependiendo de los proveedores, entre 150 y 160 €/Tn (según datos Polydros que utiliza chatarra de vidrio blanco)

El vidrio post consumo requiere un tratamiento previo ya que debe purificarse y de toda una maquinaria



asociada. Este tratamiento lo realiza el gestor/proveedor del residuo y consiste en la molienda, separación de metales y materiales cerámicos que "contaminan" el vidrio a reciclar.

El coste del transporte desde el proveedor de la materia prima hasta la fábrica disminuye en función de la proximidad entre el proveedor y la fábrica.

El precio de venta del producto final en el mercado dependerá de las características finales de la gama seleccionada. En el caso de las placas de vidrio celular de Polydros, el de 20 mm, tiene un coste de 12,90 €/m2.

Implicaciones ambientales

Las principales ventajas ambientales de este tipo de aislante son:

- Se lleva a cabo la valorización de un residuo/subproducto (vidrio de postconsumo). Adicionalmente, con ello se consigue disminuir la extracción de materias minerales y el impacto asociado.
- La fabricación de material vítreo a partir de vidrio de postconsumo es mas favorable energéticamente que si se parte exclusivamente de materias minerales
- Producto libre sustancias nocivas para la salud. No se emiten gases tóxicos.

Es un material reciclable.



Ejemplo de aplicación de la medida

Placas de vidrio celular de POLYDROS (información obtenida de la ref. 1 y 3)

Paneles aislantes fabricados con elevado porcentaje de vidrio reciclado. El vidrio que utilizan como materia prima es el desperdicio del vidrio blanco o de ventana (chatarra de vidrio).

Este producto cuenta con el sello ANAB-IBO-IBN, la marca italiana para productos bioecológicos certificada por la A.N.A.B (Associazione Nazionale Architettura Bioecologica).

Se aplica como aislamiento térmico de cerramientos, forjados, soleras, cubiertas y puentes térmicos.

La fábrica de se encuentra en Alcobendas (Madrid).

Bolas vitreas de DENNERT PORAVER (información obtenida de la ref. 1 y 4)

Fabricadas a partir de vidrio postconsumo reciclado, el cual se produce anualmente en millones de toneladas mediante el sistema de recogida de la República Federal de Alemania. Este vidrio postconsumo, tras ser lavado y triturado hasta convertirlo en fino polvo de vidrio, se mezcla con agua y agentes aglutinantes y expansionantes, para expandirse en un horno, dando lugar a un granulado redondo color blanco-crema que en su interior contiene pequeñas cámaras de aire.

Debido a su ligereza, son idóneas para aislar espacios huecos y espacios intermedios, techos de vigas, suelos, etc. de forma duradera, segura y saludable, contra el frío y/o el ruido.

Éste producto, se encuentra certificado por la ecoetiqueta alemana Ángel Azul, en la categoría de materiales de construcción fabricados con vidrio postconsumo (RAL-UZ 49). Sus principales ventajas son:

Material fabricado a partir de vidrio postconsumo reciclado.

Muy ligero, pero muy resistente a cargas de compresión.

Material altamente calorífugo.

Químicamente estable y resistente a la intemperie.

No inflamable.

No contiene disolventes.

No ofrece medios nutritivos para parásitos ni hongos.

La fábrica de este producto se encuentra en Alemania

Referencias

- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.polydros.es
- www.poraver.de/ES/frame_es.html
- www.ingurumena.net (Medio ambiente / Residuos / Residuos no peligrosos: Listado de gestores autorizados)
- Catálogo de Reciclaje Industrial de la CAPV: www.ihobe.net/catalogo/objeto.html



CÓDIGO: AIS-05

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Obtener material aislante a partir de residuo/subproducto
MEDIDA: Elaborar lana de vidrio a partir de vidrio postconsumo
APLICABLE A: Aislantes

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

La lana de vidrio se puede obtener a partir de arena, carbonato, vidrio reciclado y bórax, que entran en un proceso de fusión a 1450°C. El porcentaje de vidrio reciclado que puede introducirse como materia prima puede llegar hasta el 80 % del total.

Al utilizarse materias primas naturales incombustibles, como la arena y el vidrio reciclado, no es necesario añadir aditivos a la lana de vidrio con esta misión ya que estos materiales ya ofrecen la resistencia al fuego adecuada.

Implicaciones técnicas

Fabricación: El porcentaje de vidrio reciclado que puede introducirse como materia prima en la fabricación de la lana de vidrio puede llegar hasta el 80 % del total. Se requiere añadir el vidrio reciclado en forma de partículas molidas con una granulometría rigurosamente definida. Además, la dosificación de los componentes debe ser muy precisa para constituir una mezcla homogénea cuya fusión sea óptima.

El vidrio reciclado requiere un pretratamiento. Debe purificarse convenientemente, ya que viene acompañado de residuos de metal, plástico, corcho, etc. En la planta el casco de vidrio entra a los alimentadores vibratorios, que lo llevan desde la parte inferior de las fosas o tolvas de descarga a una quebrantadora de martillos. De la quebrantadora, el vidrio molido pasa por medio de un alimentador vibratorio y de una cinta transportadora a un separador magnético provisto de potentes imanes permanentes para separar los trozos de hierro. Sobre otra cinta transportadora, a la salida del separador magnético, se pueden ubicar equipos para eliminar las tapas de aluminio y otras impurezas por un sistema de soplado. Finalmente, el vidrio molido pasa a una máquina lavadora, donde se lava con agua caliente y agitación; a la salida de la misma, se separa del agua por decantación y mediante un elevador de canchales se almacena en el silo correspondiente.

Aplicación: aislamiento térmico-acústico, contra la humedad y contra el fuego.

Características técnicas del producto:

Densidad del material (Kg/m³): 40-70

Conductividad térmica a 20 °C (W/m°C): 0,035

En la referencia 2 pueden consultarse otras características mecánicas y físicas de este tipo de aislantes.

Proveedores:

Como dato de referencia sobre la cantidad de residuos de vidrio que se generan en el País Vasco, se conoce que el año 2003 se inventariaron 45484 Tn (ref.5).

Algunos valorizadores de vidrio en la CAPV son los siguientes:

Ingeniería y Servicios Técnico (Insertec, S.A.); EMAÚS Bidasoa, S.L.U.; EMAÚS, S.COOP. ; R.V. Rioja; Recuperaciones de Vidrio Aguado, S.A; Recupresa.

Se puede consultar un listado más amplio y actualizado de los recicladores de vidrio, así como más información sobre la localización, capacidad de la instalación, otras tipologías de residuos aceptados, productos que venden etc. de cada uno de los citados en el Catálogo de Reciclaje Industrial de la CAPV (ref.6).

Implicaciones económicas

Los factores a considerar son:

La materia prima es vidrio postconsumo que proviene de empresas dedicadas a la recogida y reciclaje de vidrio. El coste de ésta oscila, dependiendo de los proveedores, entre 150 y 160 €/Tn (según datos Polydros que utiliza chatarra de vidrio blanco)

El vidrio post consumo requiere un tratamiento previo ya que debe purificarse y de toda una maquinaria asociada. Este tratamiento lo realiza el gestor/proveedor del residuo y consiste en la molienda, separación de metales y



materiales cerámicos que "contaminan" el vidrio a reciclar.

El coste del transporte desde el proveedor de la materia prima hasta la fábrica disminuye en función de la proximidad entre el proveedor y la fábrica.

El precio de venta del producto final en el mercado dependerá de las características finales del mismo.

Implicaciones ambientales

Las principales ventajas ambientales de este tipo de aislante son:

- Se lleva a cabo la valorización de un residuo/subproducto (vidrio de postconsumo). Adicionalmente, con ello se consigue disminuir la extracción de materias minerales y el impacto asociado.
- La fabricación de material vítreo a partir de un porcentaje vidrio de postconsumo es mas favorable energéticamente que si se parte exclusivamente de materias minerales vírgenes.
- Los recortes de material en la elaboración de rodillos o tableros son reintroducidos en proceso.
- Se puede reducir hasta cerca de 10 veces el volumen del producto en su embalaje, lo que hace más fácil y más económico su manipulación, su almacenamiento y su transporte hacia el destino final.
- El producto no emite gases tóxicos durante su uso.
- Es un material reciclable al final de su vida útil.



Ejemplo de aplicación de la medida

Lana de vidrio de ISOVER (grupo empresarial SAINT-GOBAIN)

Material aislante, que cumple al mismo tiempo 3 objetivos: Aislamiento térmico, aislamiento acústico y protección contra el fuego. Está fabricado a partir de arena natural y de vidrio reciclado.

Desde 1993, Saint-Gobain Isover ha realizado análisis de ciclo de vida a sus productos (de acuerdo a la serie de normas ISO 14040), y esto le ha permitido tener un conocimiento de las características ambientales de sus productos, mejorando en aquellas facetas de mayor repercusión ambiental. La utilización de material reciclado en sus productos de aislamiento de lana de vidrio, ha permitido a la empresa certificarlos bajo la ecoetiqueta alemana Ángel Azul (RAL-UZ 49).

Este producto incorpora las siguientes mejoras ambientales:

Utilización de vidrio reciclado en un 80% de la materia prima.

No emite gases nocivos durante su uso.

El ahorro energético producido por su utilización, es de más de cien veces la energía utilizada en el proceso productivo.

Los residuos de producción del material se reincorporan al proceso productivo.

El material es reciclable al final de su vida útil.

El embalaje del material ha sido diseñado para reducir el volumen de transporte hasta una décima parte.

En el caso de ISOVER el proveedor del vidrio reciclado forma parte de la red de ECOVIDRIO (reciclaje de vidrio) y está situado muy próximo a su fábrica de Azuqueca de Henares (Guadalajara). El mismo proveedor suministra vidrio reciclado a todas las actividades vidrieras de la zona (fabricación de lana de vidrio, botellas y vidrio de mesa).

El vidrio reciclado requiere un pretratamiento que lo hace el gestor/proveedor y consiste en la molienda, separación de metales y materiales cerámicos que "contaminan" el vidrio a reciclar.

Referencias

- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
- www.isover.com
- www.ecophon.es
- www.ingurumena.net (Medio ambiente / Residuos / Residuos no peligrosos: Listado de gestores autorizados)
- www.ursa.es
- Catálogo de Reciclaje Industrial de la CAPV: www.ihobe.net/catalogo/objeto.html



CÓDIGO: AIS-06

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

MEDIDA:

APLICABLE A:

Obtener material aislante a partir de residuo/subproducto
Elaborar panel aislante acústico de poliuretano reciclado
Aislantes

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

El poliuretano es un material que históricamente ha ido a parar a los vertederos. Esta medida propone la utilización del poliuretano usado como material de partida en la elaboración de material aislante para la construcción. Muchos procesos experimentales y comerciales han cambiado la vieja concepción de que los materiales termoestables como los poliuretanos no son reciclables. La principal dificultad para el reciclado de productos de poliuretano es simplemente el coste. Una de las razones para que esto sea así es la infraestructura existente para la recogida y procesamiento de poliuretanos recuperados que hasta el momento no ha alcanzado un tamaño crítico. Otro factor que ha detenido el avance del reciclado es que cada sistema debe ser adaptado al material en particular que está siendo procesado. No existe un único método de reciclado que sea adecuado para todas las químicas del poliuretano. (ref. 5)

Implicaciones técnicas

Existe la posibilidad de utilizar los residuos/subproductos de la industria del poliuretano para la elaboración de paneles estructurales o bien aislantes acústicos.

Para su producción el poliuretano reciclado se compacta y se le añade algún tipo de aglomerante.

El poliuretano puede ser reciclado mediante reciclado mecánico o químico.

Reciclado mecánico

Consiste en separar, limpiar y triturar los objetos de poliuretano desechados para elaborar granza que servirá para fabricar nuevos objetos. Los métodos que se pueden emplear son (ref. 4) :

1. Adhesive pressing
2. Moldeo por compresión
3. Espuma flexible enlazada
4. Pulverización

En la referencia 4 se puede encontrar más información sobre el proceso, las propiedades del producto obtenido y las aplicaciones de cada uno de los métodos anteriores.

Reciclado químico

Este tipo de reciclado no se utiliza en grandes proporciones hoy en día. Las diferentes técnicas que están incluidas dentro del reciclado químico se basan en la aplicación de diversos procesos químicos y térmicos que rompen los materiales poliméricos en fracciones de bajo peso molecular.

Las técnicas más empleadas son:

1. hidrólisis,
2. aminólisis,
3. glicólisis,
4. pirólisis,
5. hidrogenación y
6. gasificación.

Siendo estas tres últimas de carácter termoquímico. El reciclado químico consiste en desglosar los deshechos de poliuretano en sus componentes químicos originales. La hidrólisis, glicólisis y aminólisis emplean agua, alcoholes y aminas, respectivamente para romper el polímero y así obtener polioliol y diaminas aromáticas (producto de hidrólisis del diisocianato). De estas últimas se regenera el diisocianato que junto al polioliol son empleados en la fabricación de poliuretano de calidad.

Reciclado químico avanzado

La tecnología de reciclado desarrollada por BASF basada en el proceso de reciclado químico, conocido como glicólisis, ya está siendo utilizada en Europa de forma comercial. Este proceso rompe las piezas de poliuretano en sus bloques químicos constituyentes básicos, polioles, para ser consecuentemente reutilizados en nuevas piezas de



poliuretano. BASF ha llevado a cabo un procedimiento de glicólisis que incluye la simultánea desaminación para hacer posible una producción de poliuretano esencialmente libre de desperdicios. En el caso ideal, el proceso devuelve el glicolizado al sistema original en un ciclo cerrado. El glicolizado son mezclas de los bloques constituyentes originales y químicamente modificados: polioles modificados, productos de cadena corta, productos de la desaminación y otras moléculas. Muchas de las especies tienen terminación hidroxílica y contienen grupos uretano.

Proveedores de poliuretano reciclado: - Furerplastick, S.L.

Implicaciones económicas

Los factores a considerar son:

- El coste de la materia prima incluye el transporte y depende del mercado internacional de balas de poliuretano reciclado, completamente variable por trimestres.
- El coste del transporte disminuye en función de la proximidad entre el proveedor y la fábrica. Conviene localizar los proveedores de estos residuos más próximos a la fábrica para reducir el coste ambiental y económico.
- La materia prima no requiere ningún tipo de tratamiento.

El precio final de venta del producto es variable en función del espesor deseado y de la densidad que se precise. Para densidad estándar de 80 kg/m³ en 4 cm de espesor, el precio oscila entre 11 y 14 €/m²

Implicaciones ambientales

Las principales ventajas ambientales de este tipo de aislante son:

Se lleva a cabo la valorización de un residuo/subproducto (poliuretano postconsumo). Adicionalmente, con ello se consigue disminuir el consumo de nuevos recursos y el impacto asociado a su extracción/producción.



Ejemplo de aplicación de la medida

RECTICEL es un grupo belga que opera en todo el mundo, principalmente en Europa, dedicado a la fabricación de material aislante, espumas, rellenos, etc., para sillas, colchones, vehículos y una larga lista de aplicaciones industriales y domésticas.

El producto que nos ocupa es un panel formado por partículas de poliuretano de diferentes características, homogenizados en una sola pieza, utilizados para absorber los ruidos de un nivel de aislamiento de 100-120 dB.

Este producto cuenta con el sello ANAB-IBO-IBN, la marca italiana para productos bioecológicos certificada por la A.N.A.B (Associazione Nazionale Architettura Bioecologica).

La empresa que lo suministra en España es RECTICEL IBERICA SL. Su producto incorpora las siguientes mejoras ambientales:

- Fabricado con partículas de Poliuretano reciclado (100%)
- Nivel de residuos tóxicos o peligrosos inferior al mínimo normativo

Referencias

- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
- www.recticel.com
- www.ingurumena.net (Medio ambiente / Residuos / Residuos no peligrosos: Listado de gestores autorizados)
- C. Magdalena. Reciclaje: Espuma de poliuretano. Verticalia@.
- www.interempresas.net/plastico/Articulos/Articulo.asp?A=6260. Reciclado de piezas de poliuretano procedentes de la industria del automóvil. Artículo de Myriam García-Berro. Departamento de Proyectos IDI de la Fundación ASCAMM.



CÓDIGO: AIS-07

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

Obtener material aislante a partir de residuo/subproducto

MEDIDA:

Elaborar paneles aislantes con envases Tetra Brik reciclados

APLICABLE A:

Aislantes

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

Esta medida propone la fabricación de paneles aislantes termo-acústicos a partir de un aglomerado elaborado con envases Tetra Brik triturados y prensados en placas de 2240 x 1220 mm con un recubrimiento de plástico PET. Este aglomerado se utiliza para elaborar muebles de oficina. Se considera como alternativa a los aglomerados de madera que utilizan en su fabricación compuestos fenólicos tóxicos para proporcionarles consistencia.

Implicaciones técnicas

Fabricación: La materia prima utilizada son envases vacíos desechados de Tetra Brik. Las etapas que permiten la obtención del material son las siguientes:

Molienda: Se lleva a cabo mediante trabajo mecánico, aplicando fuerzas de tensión, compresión y corte. Esta operación permite reducir a pequeños fragmentos cercanos a 3 mm.

Lavado y secado: El lavado permite desprender las sustancias orgánicas adheridas al envase y el proceso de secado tiene por objeto reducir el contenido de agua. Se puede realizar en una máquina secadora.

Prensado: El material triturado se extiende en una capa del espesor deseado (1cm.). Después se somete a compresión mediante una prensa y a 170°C. El calor funde el contenido de polietileno (PE) que une la fibra densamente comprimida y los fragmentos de aluminio en una matriz elástica. En el proceso de prensado se necesita una prensa de doble pistón (uno neumático y el otro hidráulico). La prensa debe tener un control de temperatura. Y una presión entre 180 a 200 toneladas.

Enfriado: La matriz resultante se enfría después rápidamente, formando un duro aglomerado con una superficie brillante e impermeable. El polietileno es un agente de unión muy eficaz, de manera que no es necesario añadir cola o productos químicos como el formaldehído de urea que se usa para mantener unidos los aglomerados y tablas convencionales de madera.

Características técnicas del producto:

Nombres comerciales: Tectan® (en Europa) o Maplar® (en España).

Densidad del material (Kg/m³): 800-900

Proveedores:

En España el fabricante del material Maplar® resultante del aglomerado de envases Tetra Brik es la empresa RDB (Reciclado de Brik de Baleares, S.A.), ubicada en Palma de Mallorca.

Las características de este material son:

Permite una construcción sólida y duradera.

Larga vida del producto.

Reciclable 100 %.

No incorpora productos tóxicos ni peligrosos.

Puede ser aserrado, mecanizado, clavado y encolado.

No se astilla ni se agrieta.

No conduce la electricidad; aislamiento térmico y acústico.

Insensible a la putrefacción, insectos y hongos

En la referencias 3 y 5 pueden consultarse las características técnicas específicas de este producto producido por Maplar®.

En Europa es la empresa EVD de Limburg ubicada en Alemania quien produce el producto Tectan®.

Implicaciones económicas

Los factores a considerar son:

El coste de la materia prima (Tetra brik reciclado). El precio de la materia prima depende del mercado y del transporte. El coste disminuye en función de la proximidad entre el proveedor y la fábrica de aislantes con este material.

El precio de venta del producto final en el mercado dependerá de las características finales del mismo



Implicaciones ambientales

Las principales ventajas ambientales de este tipo de aislante son:

Se lleva a cabo la valorización de un material (restos de envases Tetra Brik) que de otro modo sería desechado o sometido a un reciclado terciario (ver punto siguiente).

Se lleva a cabo un reciclado de tipo secundario, frente al reciclado terciario que se suele realizar a este material cuando se utiliza para fabricar papel cartón

El producto no emite sustancias tóxicas durante su uso puesto que no incorpora productos tóxicos ni peligrosos.

Es un material 100 % reciclable al final de su vida útil.

Larga vida del producto. Insensible a la putrefacción, insectos y hongos



Ejemplo de aplicación de la medida

La fabricación de distintos tipos de planchas de aglomerado a partir de tetrabriks para los más diversos usos es una solución muy extendida en países asiáticos. Así existen fábricas de un material llamado Yekpan en Turquía, que ha alcanzado, en sólo cuatro años, una cuota del 20% de reciclado respecto de los envases Tetra Brik consumidos allí y cuenta con una capacidad de 1.350 toneladas/año. En Pakistán, el producto final se denomina Chiptec, al igual que en China, donde ya existen tres fábricas de Chiptec y está a punto de inaugurarse la cuarta en Shenzhen, con una capacidad de 9.000 toneladas / año, lo que llevará la capacidad total hasta más de 20.000 toneladas/año. (ref. 2)

En Europa, la fabricación comenzó en Alemania donde el Tectan sigue siendo fabricado por la empresa EVD de Limburg. Con sus planchas se fabrican muebles, suelos, etc. y se le puede dar muchas formas, incluso curvas.

En España, la empresa RDB ha desarrollado un material similar, el Maplar, aunque actualmente se utiliza para la fabricación de mobiliario urbano.

Referencias

- www.ctav.es/ctav/icaro/materiales (Materiales Sostenibles / Paneles a base de envases de Tetrabrik reciclados)
- www.cartonbebidas.com (Cartón bebidas.pdf, descargable de la web)
- www.maplar.com
- Chung P, Alfonso. Tectán. Reciclando Tetra Pack. Industrial Data (agosto 2003). Apartado de Notas Científicas. Vol. (6) pp.83-83.
- Chung P, A; Inche M, J; Del Carpio G, J; Yenque D, J; Ráez G, L; Mavila H, D. Diseño y Desarrollo de un prototipo a partir de envases reciclados. Industrial Data (diciembre 2003). Apartado Diseño y Tecnología Industrial. Vol (6) 2: pp.7-11.
- www.ereciclaje.com/reciclables/tetrapack/index.htm



CÓDIGO: AIS-08

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Obtener material aislante a partir de residuo/subproducto

MEDIDA: Elaborar aislante a partir de fibras de algodón recicladas

APLICABLE A: Aislantes



Descripción de la medida

Aprovechando los restos de la industria textil y mediante procesos de transformación consistentes en el humedecido y prensado de las fibras, se pueden fabricar aislantes térmicos y acústicos de excelente aplicación en el sector de la construcción.

Estos aislantes pueden obtenerse también a partir de algodón virgen, si bien en ese caso el ciclo de vida del producto es menos favorable ya que el cultivo del algodón requiere grandes cantidades de agua, así como herbicidas para controlar las plagas y enfermedades que atacan la planta

Implicaciones técnicas

Fabricación: Se trata de un producto realizado mediante fibras de algodón recicladas e ignifugadas. Las prendas se introducen en unos hornos donde se deshacen las fibras para luego ser prensadas y convertidas en piezas de distintas densidades y grosos.

Aplicación: El material obtenido tiene propiedades de aislamiento térmico y excelente absorbente acústico: Evita reverberaciones dentro de los tabiques, al igual que otros materiales (lana de roca o manta de fibra de vidrio). Se puede interponer añadida una capa densa de EPDM (Etileno Propileno Dieno Monómero), aislante de sonidos de bajas frecuencias (graves).

Dependiendo del acabado final del producto se utiliza en aislamientos que precisen poco espesor, en recintos o maquinaria donde se necesite una gran absorción acústica, en construcciones que precisen una gran resistencia al fuego, como amortiguador de ruidos de impacto en suelos y techos, o para evitar pérdidas térmicas en depósitos de agua o tuberías.

En el caso del relleno de cámaras entre medianeras, las mantas se pegan o clavetean en el paramento horizontal o vertical a aislar. Se dejan un par de centímetros de holgura y se levanta el cerramiento de la cámara aislante.

Características técnicas del producto final:

Densidad del material (Kg/m²): 60
 Conductividad térmica a 20 °C (W/m°C): 0,034

En la referencia 1 pueden consultarse otras características mecánicas y físicas de este tipo de aislantes.

Proveedores de la materia prima:

Los proveedores de la materia prima son las mismas industrias textiles, de modo que cualquier posible fabricante de este tipo de aislante debería ponerse de acuerdo con alguna industria textil que pudiera facilitarle los restos de algodón, producto residual de sus procesos de fabricación.

Con ellos se debe pactar el precio según la tipología de residuo/subproducto de que se trate.



Implicaciones económicas

Los factores a considerar son:

La materia prima son restos de algodón procedente de la industria textil. El coste de esta materia prima depende del pacto establecido con la industria que la facilite.

Se debe considerar el coste de la maquinaria necesaria para los procesos de transformación de los restos de algodón consistentes en el humedecido y prensado de las fibras.

El coste del transporte desde el proveedor de la materia prima hasta la fábrica disminuye en función de la proximidad entre el proveedor y la fábrica.

El precio de venta del producto final en el mercado dependerá de las características finales del mismo. Según la ref. 1 sería de 8,12 €/m².

Implicaciones ambientales

Las principales ventajas ambientales de este tipo de aislante son:

Se lleva a cabo la valorización de un material que de otro modo sería desechado (restos textiles). Adicionalmente, con ello se consigue disminuir el consumo de un recurso natural como el algodón. Si bien es cierto que el algodón es un recurso renovable, el impacto asociado a su cultivo (consumo elevado de agua y herbicidas) es alto.

El producto no emite sustancias tóxicas durante su uso.

Es un material reciclable al final de su vida útil.



Ejemplo de aplicación de la medida

Ecobau Porofib de **BIOLLAR**. El Ecobau Porofib es un producto absorbente acústico. Evita reverberaciones dentro de los tabiques, al igual que otros materiales (lana de roca o manta de fibra de vidrio). Existen varios tipos:

Ecobau Porofib FR 4 son mantas de fibras de algodón recicladas e ignifugadas de 20 mm de espesor.

Ecobau Compuesto son mantas de fibras de algodón virgen con EPDM ignifugado en espesor 12 mm.

Ecobau Triple es un tricapa ignifugado de 22 mm de espesor y constituido por una lámina EPDM cubierta en ambas caras por una manta de algodón virgen. Se presenta en rollos de 5 m de largo y ancho de 1 m.

Actualmente estos productos no se distribuyen en España.

Referencias

- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.ctav.es/ctav/icaro/materiales (Materiales Sostenibles / Aislante acústico de fibras de algodón)
- www.biollar.com
- www.bondedlogic.com



CÓDIGO: AIS-09

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Obtener material aislante a partir de materia prima renovable

MEDIDA: Elaborar placa de aislamiento térmico y acústico con corcho

APLICABLE A: Aislantes



Descripción de la medida

El corcho se obtiene de la corteza exterior del alcornoque y por tanto es un recurso natural renovable. Puede utilizarse como aislante en forma granulada o aglomerado en panel.

A pesar de ser el aislante más antiguo que se conoce, sus índices globales de conductividad térmica, absorción acústica y comportamiento frente a la humedad, fuego, compresión, agentes químicos, etc., siguen estando vigentes, compitiendo con los materiales más novedosos de aislantes sintéticos, y superándolos en algunos casos. El corcho posee una durabilidad ilimitada, no lo atacan los insectos y presenta una gran resistencia a los agentes químicos.

Implicaciones técnicas

Obtención de la materia prima: La primera extracción de corcho se realiza cuando el alcornoque tiene unos 20 años. Las siguientes, siempre en verano, cada 8 años hasta que el árbol tenga unos 150 años. En cada descorchado pueden extraerse de 8 a 10 kg por árbol.

El corcho se vende en forma sólida (cortado en láminas, planchas de tipo tabla, en bloques) y en forma granular, graduado por tamaños e incluso molido a la finura de la harina.

Fabricación de panel de aglomerado: La obtención del aglomerado de corcho es relativamente simple. Si no se parte de corcho granulado, la primera etapa es la trituración. El granulado es prensado y cocido en autoclave, y se aglutina entre sí por la propia resina natural sin adición de cola alguna.

Aplicación: Los tableros de aglomerado de corcho se emplean como aislamiento de azoteas y terrazas, muros y cubiertas, tabiques y puertas, paredes y techos.

Características técnicas del producto:

Densidad del material (Kg/m³): 95-130

Conductividad térmica (W/mK): 0,045 para el producto de densidad 120 Kg/m³

En la referencia 3 pueden consultarse otras características mecánicas y físicas de este tipo de aislantes.

Proveedores:

En la referencia 3 puede encontrarse un listado de proveedores de corcho natural tanto en placa como triturado.

Implicaciones económicas

Los factores a considerar son:

La materia prima necesaria es corcho natural, en lámina o triturado. En el primer caso, el fabricante debe contar con equipos para realizar el triturado.

El precio de la materia prima depende del mercado y del transporte. El coste disminuye en función de la proximidad entre el proveedor y la fábrica.

El precio de venta del producto final en el mercado dependerá de las características finales del mismo. Según la ref. 3 sería de 9,05 €/m².

Implicaciones ambientales

Las principales ventajas ambientales de este tipo de aislante son:

Se trata de un recurso natural renovable.

Simplicidad del proceso productivo.

No se emplean aditivos. El producto no contiene sustancias nocivas ni emite gases nocivos durante su uso.

Es un material reciclable al final de su vida útil. En caso de convertirse en residuo, es biodegradable.



FASE	Obtención MMPP y componentes	Producción en fábrica	Distribución	Uso	Final de vida	General
PROS	Materia prima renovable	Simplicidad del proceso productivo		No contiene sustancias nocivas o peligrosas. No emite gases nocivos	Reciclable. Biodegradable.	
CONTRAS						

Ejemplo de aplicación de la medida

Placa de corcho 100% puro Selva-Kork de HERMANOS BERNÁ (información obtenida de las ref. 1 y 4)

Compuesta por aglomerado negro de corcho sin aditivos. Para aislamiento térmico de viviendas y de instalaciones industriales. Este producto cuenta con el sello ANAB-IBO-IBN, la marca italiana para productos bioecológicos certificada por la A.N.A.B (Associazione Nazionale Architettura Bioecologica).

Como principales ventajas destacan:

El aglomerado de corcho natural 100% se obtiene a través del granulado de corcho que se aglutina entre si por la propia resina natural, sin necesidad de colas adhesivas.

No contiene sustancias tóxicas o peligrosas.

En caso de incendio, no emite gases tóxicos o peligrosos.

Referencias

- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
- www.ctav.es/ctav/icaro/materiales (Materiales Sostenibles / Aislante térmico de corcho)
- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.hermanosberna.com
- www.biollar.com



CÓDIGO: AIS-10

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Obtener material aislante a partir de materia prima renovable

MEDIDA: Elaborar material aislante a partir de celulosa de cáñamo

APLICABLE A: Aislantes



Descripción de la medida

El cáñamo, gracias a la aplicación de procesos industriales para conseguir el aglomerado en mantas de distintos espesores, se consolida como una buena solución como aislamiento térmico natural. Es una materia prima renovable, no requiere productos fitosanitarios para su cultivo y sirve para enriquecer los suelos en los que crece. Los aglomerantes utilizados cumplen la finalidad de ignifugarlo. No le atacan los insectos y roedores.

España es el mayor productor de cáñamo de Europa.

Implicaciones técnicas

Transformación: De la paja de cáñamo se extrae por desfibrado mecánico la fibra, que se utiliza como base en la composición del panel aislante. Para dar al producto su resistencia y cohesión, se incorpora un aglomerante en porcentaje limitado. El aglomerante utilizado cumple adicionalmente la finalidad de ignifugarlo.

Aplicación: Se comercializa en forma de paneles. Las utilizations son similares a las lanas minerales: Aislamiento termo-acústico de paredes, techos y suelos. Se adapta fácilmente a todo tipo de superficies. Los aislantes de cáñamo permiten regular los flujos que resultan de diferencias termohigrométricas interior / exterior.

Características técnicas del producto:
 Densidad del material (Kg/m³): 20-45
 Conductividad térmica (W/mK): 0,045

En la referencia 3 pueden consultarse otras características mecánicas y físicas de este tipo de aislantes.

Implicaciones económicas

Los factores a considerar son:
 La materia prima necesaria es cáñamo. El precio de la materia prima depende del mercado y del transporte. El coste disminuye en función de la proximidad entre el proveedor y la fábrica.
 El precio de venta del producto final en el mercado dependerá de las características finales del mismo. Según la ref. 3 sería de 6,6 €/m².

Implicaciones ambientales

Como principales ventajas ambientales, destacan las siguientes:
 Materia prima renovable
 Cultivo de la materia prima sin utilización de productos fitosanitarios (insecticidas, pesticidas, fertilizantes, etc.)
 Bajo consumo energético en su transformación
 Nula nocividad/toxicidad en su uso
 Larga vida útil
 Material totalmente reciclable.



FASE	Obtención MMPP y componentes	Producción en fábrica	Distribución	Uso	Final de vida	General
PROS	Materia prima renovable y sin uso de fitosanitarios.	Bajo consumo energético en su transformación		Nula nocividad/toxicidad en su uso	Material totalmente reciclable	
CONTRAS						

Ejemplo de aplicación de la medida

STEICOcanaflex de STEICO. (información obtenida de la ref. 4)
 Paneles flexibles que se pueden utilizar en aislamiento térmico, acústico y como regulador de humedad. Se puede aplicar en paredes, techos y suelos. Fácil aplicación en edificaciones nuevas y restauración.
 Más información sobre éste y otros productos de STEICO en su web: www.steico.de

Disgregado aislante de celulosa de cáñamo de LCDA LA CHANVRIÈRE DE L'AUBE. (información obtenida de las ref. 1 y 5)
 Cuenta con el sello ANAB-IBO-IBN, la marca italiana para productos bioecológicos certificada por la A.N.A.B (Associazione Nazionale Architettura Bioecologica).
 Como principales ventajas destacan:
 Fabricado a partir de fibras naturales.
 No se usan CFCs en el proceso productivo.
 No contiene residuos tóxicos o peligrosos.

Referencias

- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
- www.ctav.es/ctav/icaro/materiales (Materiales Sostenibles / Aislante térmico de cáñamo)
- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.steico.de
- www.chanvre.oxatis.com
- www.agrofibra.com
- www.biollar.com



CÓDIGO: AIS-11

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

MEDIDA:

APLICABLE A:

Obtener material aislante a partir de materia prima renovable

Elaborar aislante a partir de lana

Aislantes

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

La lana constituye un recurso renovable que convenientemente tratado puede emplearse como aislante térmico y acústico en construcción, en forma de placas sin papel, placas con papel y suelta.

Implicaciones técnicas

Transformación: El empleo de la lana como material aislante lleva implícito unos tratamientos consistentes en un lavado mediante jabón biodegradable y un posterior tratamiento con sal bórica para fortalecer y proteger la fibra contra el ataque de xilófagos a la vez que aumenta su capacidad de resistencia contra la combustión. Tras esto se realiza el cardado.

Aplicación: Una vez preparada se presenta en: Placas sin papel, placas con papel y suelta. Los grosores de las placas varían entre 2 y 16 cm. El material se enrolla para facilitar su transporte. Las principales aplicaciones son:
 Relleno de cámaras entre medianeras
 Bandas aislantes en fachadas y cubiertas
 Techos acústicos

Características técnicas del producto:

Densidad del material (Kg/m³): 25-65
 Conductividad térmica a 20 °C (W/m°C): 0,035

En la referencia 1 pueden consultarse otras características mecánicas y físicas de este tipo de aislante.

Proveedores: La compra directa de este material a los propios pastores ayuda a mantener las pequeñas economías ganaderas que se encuentran prácticamente en toda la península.

Implicaciones económicas

La materia prima necesaria es lana. El precio de la materia prima depende del mercado y del transporte. El coste disminuye en función de la proximidad entre el proveedor y la fábrica.

El precio de venta del producto final en el mercado dependerá de las características finales del mismo. Según la ref. 1 sería de 8,7 €/m². En la ref. 2 pueden consultarse precios de venta para distintos espesores de placas sin papel y placas con papel.

Implicaciones ambientales

Como principales mejoras ambientales, destacan las siguientes:
 Materia prima renovable
 Bajo consumo energético en su transformación
 Nula nocividad/toxicidad en su uso
 Material reciclable y biodegradable.



FASE	Obtención MMPP y componentes	Producción en fábrica	Distribución	Uso	Final de vida	General
PROS	Materia prima renovable	Bajo consumo energético en su transformación		Nula nocividad/toxicidad en su uso	Material reciclable y biodegradable	
CONTRAS						

Ejemplo de aplicación de la medida

Calana® de CONNIE OTTO & CO S.L. (información obtenida de las ref. 1 y 2)
Esta empresa de las Islas Baleares elabora mantas aislantes de lana de oveja. Como principales ventajas destacan:

- Sustenta la ganadería local de Mallorca
- Producto natural, libre de sustancias tóxicas. No se requiere ningún tipo de protección en su manipulación.
- Sencillo montaje (las placas se pueden cortar con tijeras en la forma que se quiera)
- Es reciclable y biodegradable

PASCUAL DOMINGUEZ (información obtenida de la ref. 1)
Empresa de Val de San Lorenzo (León). Elabora mantas de lana de 6 x 1,60 metros lavada y cardada

Referencias

- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.connie-otto.com



CÓDIGO: AIS-12

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

MEDIDA:

APLICABLE A:

Obtener material aislante a partir de materia prima sin sustancias tóxicas
Obtener material aislante (arcilla expandida) a partir de arcilla
Aislantes

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

La arcilla expandida es un material aislante de origen cerámico, con estructura altamente porosa, derivada de la expansión a altas temperaturas. La fina estructura reticular de la arcilla expandida conforma multitud de cámaras microscópicas de aire que le confieren su capacidad como aislante térmico. Además, tiene un magnífico comportamiento como aislante acústico, sobre todo frente al ruido de impacto que se propaga por vibraciones a baja frecuencia.

La arcilla expandida es un material cerámico y refractario. Es un material idóneo como protector contra el fuego ya que es incombustible y químicamente soporta las altas temperaturas sin ningún tipo de alteración. Tiene un punto de fusión superior a los 1200 °C y la ausencia de materia orgánica en su composición (ya que se volatiliza durante el proceso de fabricación) anula la emisión de gases tóxicos a altas temperaturas. Resiste heladas y cambios bruscos de temperatura.

Implicaciones técnicas

Fabricación: La arcilla expandida se fabrica a partir de arcilla pura extraída de canteras a cielo abierto. Tras un primer proceso de desbaste, la arcilla pura se almacena en naves cerradas para su homogeneización y secado. Una vez seca, la arcilla se muele hasta obtener un polvo impalpable denominado crudo.

Aglomerado con agua en los platos granuladores, el crudo forma por efecto de la rotación unas esferas de barro de tamaño controlado. Estas pequeñas esferas, con una granulometría de 0 a 4 mm, son el germen de la arcilla expandida.

La expansión de la arcilla se produce en hornos rotatorios gracias a un choque térmico a 1.200 °C. A esta temperatura, la arcilla comienza a fundirse al tiempo que se produce la combustión de la materia orgánica en su interior. Los gases de la combustión expanden la partícula de barro hasta alcanzar 5 veces su tamaño original.

Aplicación: Como aislante en relleno de cámaras, soleras, consolidación de forjados, cubiertas, rellenos ligeros, etc. La arcilla expandida empleada en aislamiento es la de mayor granulometría (entre 8 y 18 mm).

Características técnicas del producto de granulometría entre 8 y 18 mm:

Densidad del material (Kg/m³): 325
Conductividad térmica (W/mK): 0,099

En las referencias 1 y 2 pueden consultarse otras características mecánicas y físicas de este tipo de aislante.

Proveedores:

La arcilla se extrae de canteras a cielo abierto. Dado que el coste del transporte es mayor que el de la propia materia prima, es importante seleccionar proveedores que se encuentren en las proximidades de la fábrica.

Implicaciones económicas

Los factores a considerar son:

La materia prima necesaria es arcilla, extraída de canteras a cielo abierto.

El precio de la materia prima depende del mercado y del transporte, siendo mucho más importante el segundo. Por lo tanto, el coste disminuye muy significativamente en función de la proximidad entre el proveedor y la fábrica. El precio de venta del producto final en el mercado dependerá de las características finales del mismo. Según la ref. 1 sería de 7 €/m² (una vez realizada la conversión de €/m³ a €/m² teniendo en cuenta el espesor tomado como ejemplo).



Implicaciones ambientales

Las principales ventajas ambientales de este tipo de aislante son:
La materia prima no emite sustancias tóxicas o nocivas.
No se emplean aditivos. El producto no contiene sustancias nocivas ni emite gases nocivos durante su uso.
Es un material reciclable.
Es inalterable a lo largo del tiempo.



Ejemplo de aplicación de la medida

Arlita de MAXIT (información obtenida de las ref. 2)
MAXIT GROUP es el líder europeo en productos y sistemas constructivos para la construcción basados en arcilla expandida y en productos derivados del cemento. Desde Marzo de 2008, MAXIT forma parte del grupo francés SAINT-GOBAIN.
MAXIT fabrica y comercializa la arcilla expandida ARLITA desde 1970. Actualmente fabrica cinco granulometrías (la letra define la granulometría -gruesa, fina o arena- y el número es la primera cifra de la densidad en Kg/m3): A-5 (0-4 mm), F-3, F5 y F7 (3-8 mm), y G3 (8-16 mm).
Más información sobre este y otros productos de MAXIT en su web: www.arlita.com

Arexpan de ARCIRESA (información obtenida de las ref. 3)
ARCIRESA es una empresa fundada en el año 1.952 que tiene una larga experiencia en la calcinación y molienda de todo tipo de arcillas.
Las propiedades del Arexpan hacen de él un producto ideal para aislar tanto acústica como térmicamente gran cantidad de espacios tales como: Cubiertas planas, inclinadas, forjados, fachadas, soleras, tabiquería interior y exterior, etc.
Más información sobre este y otros productos de ARCIRESA en su web: www.arcillaexpandida.es

Referencias

- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.arlita.com
- www.arcillaexpandida.es



CÓDIGO: AIS-13

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Obtener material aislante a partir de materia prima sin sustancias tóxicas

MEDIDA: Obtener material aislante a partir de perlita o vermiculita

APLICABLE A: Aislantes



Descripción de la medida

Tanto la perlita como la vermiculita son minerales empleados como aislantes en la construcción. La perlita es una roca volcánica compuesta de un 65 a un 75 % de dióxido de silicio, 10 a 20 % de óxido de aluminio, 2 a 5 % de agua, y pequeñas cantidades de sosa, potasa y cal. La vermiculita pertenece a la familia de la mica, y se compone básicamente de silicatos de aluminio, hierro y magnesio. Se caracteriza por su estructura foliada y su presentación en placas cristalinas de color amarillento que pueden medir hasta y más de 228,6 mm a lo largo y 152,4 de grosor. Esta presentación brillante en láminas convierte su superficie en un gran reflector de la radiación solar, lo cual dispersa el calor y aumenta la capacidad de aislamiento térmico en el material.

Implicaciones técnicas

Extracción: Se extraen de las minas mediante palas mecánicas y se concentran mediante métodos en húmedo. Se gradúan a tamaños comerciales y se envían a plantas de transformación para producir la expansión y la molienda en forma de gránulos.

Transformación: Para su empleo en construcción es necesario someterlas a un proceso físico de expansión. En el caso de la perlita, se lleva a cabo el calentamiento a unos 1000 °C en hornos de procesamiento una vez triturada. En este proceso el agua se transforma en vapor y se expande en el interior de los gránulos del mineral formando microceldas y aumentando 20 veces su volumen.

La vermiculita al someterla a una temperatura de unos 800 °C se expande en una sola dirección en ángulo recto respecto a la línea de la hendidura, en filamentos que tienen un movimiento vermicular, de ahí su nombre. Durante este proceso, su volumen aumenta hasta 16 veces.

Aplicación: Como aislamiento térmico y acústico. Es un material idóneo como protector contra el fuego ya que es incombustible y químicamente soporta las altas temperaturas sin ningún tipo de alteración. Se emplean como aglomerantes en morteros aislantes y hormigón ligero, aislamiento en relleno de cámaras, ladrillo refractario, recricido de soleras, prefabricados aislantes y ligeros, revoque aislante acústico y térmico, etc.

Características técnicas del producto:

Los tipos de perlita expandida comercializados se clasifican según su granulometría, desde los 0-1,5 mm hasta los 3-5 mm, y su densidad oscila entre 105-125 Kg/m³. Igualmente sucede con la vermiculita, las distintas granulometrías conceden una densidad u otra y sirven de clasificación en su comercialización. La "vermiculita 1" de granulometría 0,5-2 mm posee una densidad de 100/120 kgs/m³. La "vermiculita 2" con granulometría 0,5-3 mm y densidad 85/105 kgs/m³. La "vermiculita 3" de granulometría entre 1-4 mm y densidad 85/100 kgs/m³. La "vermiculita 4" de granulometría entre 2-6 mm y densidad 70/80 kgs/m³.

Conductividad térmica perlita a 20 °C (W/m°C): 0,052
 Conductividad térmica vermiculita a 20 °C (W/m°C): 0,062

En la referencia 2 puede consultarse otras características mecánicas y físicas de este tipo de aislantes.

Implicaciones económicas

Los factores a considerar son:
 La materia prima necesaria es perlita o vermiculita.



El precio de la materia prima depende del mercado y del transporte

El coste disminuye en función de la proximidad entre el proveedor y la fábrica.

El precio de venta del producto final en el mercado dependerá de las características finales del mismo. Según la ref. 2 sería de 3,65 y 4,26 €/m² para perlita y vermiculita, respectivamente (una vez realizada la conversión de €/m³ a €/m² teniendo en cuenta el espesor tomado como ejemplo).

Implicaciones ambientales

Las principales ventajas ambientales de este tipo de aislante son:

La materia prima no emite sustancias tóxicas o nocivas.

No se emplean aditivos. El producto no contiene sustancias nocivas ni emite gases nocivos durante su uso.

Es un material reciclable.

Al ser un mineral es imputrescible. Es inerte químicamente e inalterable a lo largo del tiempo.



Ejemplo de aplicación de la medida

Termita de ASFALTEX (información obtenida de la ref. 1)

El aislante Termita (vermiculita exfoliada) de la empresa ASFALTEX consiste en un granulado obtenido por elaboración de vermiculita. Este producto cuenta con el sello ANAB-IBO-IBN, la marca italiana para productos bioecológicos certificada por la A.N.A.B (Associazione Nazionale Architettura Bioecologica).

Utilizado para elaborar hormigones ligeros y refractarios, protección contra el fuego y aislamiento. Algunas de las mejoras que introduce su uso:

Material seguro: Ni dioxinas, ni sílice libre, la cantidad de metales pesados es muy reducida, libre de asbestos.

Punto de fusión > 1300 °C. Es incombustible y químicamente inerte

Referencias

- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.perlitayvermiculita.com
- www.asfaltex.com
- www.perlite.de
- http://worldminerals.com



CÓDIGO: ASF-01

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Valorización de residuo

MEDIDA: Valorización de polvo de caucho de NFU como modificador del ligante

APLICABLE A: Asfaltos



Descripción de la medida

Valorización del caucho de los neumáticos usados como modificador de las características del ligante de la mezcla bituminosa, aumentando su viscosidad. Mezcla previa del polvo de caucho con el betún para su posterior empleo como ligante en la mezcla bituminosa. La incorporación de polvo de caucho a una mezcla bituminosa modifica sus propiedades reológicas y mejora sus prestaciones como material para carreteras.

El polvo de caucho reciclado se obtiene triturando los neumáticos enteros hasta el tamaño deseado y separando los metales y tejidos que puedan incorporar. Para su utilización en materiales bituminosos precisa que el caucho reciclado esté en forma de partículas finas de tamaños inferiores a 2 mm, ó 0,5 mm, según las aplicaciones (ref. 1). Para más información ver ref1. Anejo 2 "Especificaciones del polvo de caucho para materiales bituminosos".

Se distinguen tres tipos de betunes obtenidos por este método: 1."Betún mejorado con caucho (BC)" (con adiciones entre un 8 y 12% en peso del ligante), 2."Betún modificado con caucho (BMC)", (entre 12% y 15%) y 3."Betún modificado de alta viscosidad con caucho (BMAVC)" (generalmente entre 15-22%).

Implicaciones técnicas

A los efectos de aplicación de la Orden Circular 21/2007 sobre el uso y especificaciones que deben cumplir los ligantes y mezclas bituminosas que incorporen caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU) (ref. 2), para la aplicación de polvo de caucho procedente de NFU en obras de pavimentación éste deberá tener tamaños inferiores a 1 mm y contenido de partículas inferiores a 0,063 es inferior al 15%. Estará compuesto fundamentalmente por caucho natural y sintético y no contendrá materiales ferromagnéticos, textiles o contaminantes en proporciones superiores al 0,01%, 0,5 % y 0,25%, respectivamente. Los contenidos óptimos de betún con los betunes modificados/mejorados con caucho son generalmente superiores (del orden del 0,25-0,35%) a los obtenidos para mezclas equivalentes fabricadas con betunes convencionales.

La mezcla de betún con polvo de caucho es inestable y para que el caucho no se segregue la mezcla de betún y caucho debe estar en continua agitación. Un procedimiento para evitar la segregación es mezclar ambos componentes "in situ". También se puede realizar la mezcla en las centrales de fabricación de betunes modificados convencionales, en cuyo caso deben ponerse los medios para estabilizar el betún modificado/mejorado de forma que se pueda trasladar a obra y almacenar sin que se segregue. Para conseguir la estabilidad al almacenamiento, y también para poder trasegar y bombear los betunes, el contenido de caucho debe ser menor que en los betunes fabricados "in situ" (inferior a 15%).

La forma de fabricar este ligante puede ser mediante la utilización de una planta de fabricación de betunes modificados o bien mediante una instalación in situ ubicada en la planta de fabricación de la mezcla bituminosa, entre el depósito de betún y la amasadora de la mezcla bituminosa. La fabricación, transporte y control de calidad de estos betunes se realizará, según que tipo sea, siguiendo lo dispuesto en los artículos correspondientes del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3), los artículos de la Orden Circular 21/2007 y los anejos del "Manual de empleo de caucho de NFU en mezclas bituminosas" del CEDEX.

Proveedores de polvo de caucho: Neuciclaje, S.A., Tratamiento de Neumáticos Usados (TNU) y SIGNUS Ecovalor SL.

Implicaciones económicas

En el estudio de costes debidos a la utilización de BMAVC o polvo de caucho añadido al mezclador, hay que tener en cuenta los siguientes factores (ref. 1):



- el coste del polvo de caucho, que es actualmente del mismo orden que el betún,
- el coste debido al incremento (0,25% aproximadamente) en la dotación de betún,
- el coste debido al incremento de energía por la elevación de la temperatura de fabricación de la mezcla bituminosa
- el coste debido a los equipos adicionales necesarios para fabricar el betún modificado/ mejorado o BAVMC "in situ", o el silo o tolva dosificadora de polvo y el silo de mezcla en caliente en el caso de la vía seca,
- el coste debido a la disminución del rendimiento, en su caso.

Por otro lado, estos costes hay que compararlos con los beneficios debidos a una prolongación de la vida de servicio por el aumento de la dotación de betún y otras mejoras, y de una reducción del nivel sonoro.

Con los precios actuales, los betunes con caucho permiten aumentar la viscosidad de una manera más económica que los polímeros nuevos.

Implicaciones ambientales

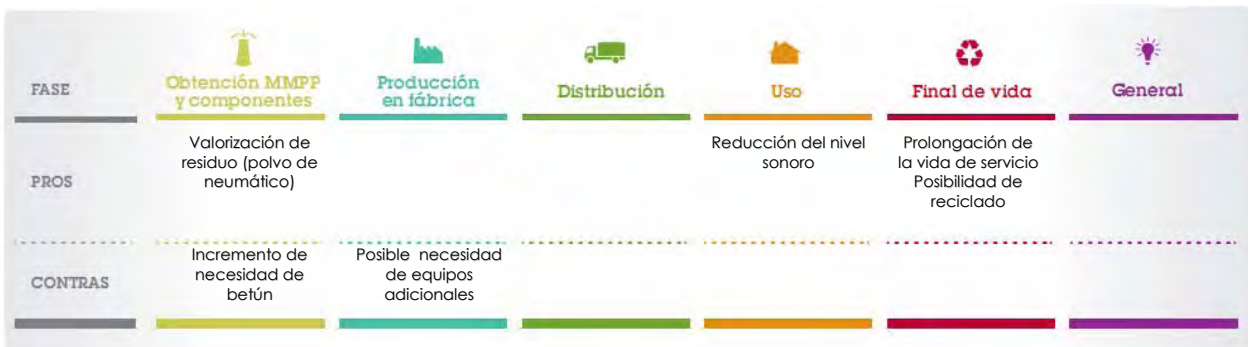
Las principales ventajas ambientales que se derivan del empleo de polvo de neumático en los materiales bituminosos son las siguientes:

- Se reduce el volumen de neumáticos fuera de uso destinados a recuperación energética o depositados en vertederos. El empleo de residuos permite a su vez ahorros en recursos naturales.
- Su empleo en mezclas bituminosas permite reducir el nivel sonoro de rodadura. Las reducciones observadas son del orden de 3 a 4 dB(A) (ref. 1) respecto a las mezclas bituminosas convencionales.

Por otro lado, en el empleo de neumáticos fuera de uso en materiales bituminosos hay una serie de aspectos que hay que considerar:

Tanto la concentración de polvo de caucho como de vapores orgánicos es lo suficientemente pequeña como para que no represente un "riesgo para su salud".

Las mezclas bituminosas fabricadas con polvo de caucho pueden reciclarse en el futuro, cuando se agote su capacidad de servicio. En España no hay experiencia en este campo, pero sí la hay en EEUU, desde 1987, con numerosos tramos reciclados, tanto con mezclas fabricadas por vía húmeda como por vía seca



Ejemplo de aplicación de la medida

En España el primer betún con polvo de caucho de NFU a escala industrial se desarrolló en el año 1996 y fue realizado en central. Este betún se utilizó en tramos de ensayo en Sevilla y Madrid.

En el año 2002 se empezaron a utilizar dos equipos de fabricación "in situ" de betún con polvo de caucho, uno de los cuales fabricaba betunes del tipo BMAVC. Con ellos se construyeron tramos en Cádiz, Madrid y Castellón. También se desarrolló un betún modificado con caucho estable que se utilizó en el tramo de Madrid.

A partir del año 2004 se han construido numerosos tramos con mezclas bituminosas fabricadas con betunes modificados/mejorados con caucho.

Referencias

- Manual de Empleo de Caucho de NFU en Mezclas Bituminosas. CEDEX.
- Orden Circular 21/2007 sobre el uso y especificaciones que deben cumplir los ligantes y mezclas bituminosas que incorporen caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU)
- Asphalt-Rubber. An Anchor to Crumb Rubber Markets. Douglas D. Carlson, Han Zhu. International Rubber Forum. 1999.
- Incorporación por vía húmeda de polvo de neumáticos usados a betunes convencionales para la fabricación de mezclas bituminosas en caliente. Carlos García Serrada. Julio del Cerro Iglesias. Jesús Argüello Martín. Panoràmica actual de las mezclas bituminosas. ASEFMA, un nuevo enfoque. 2005.
- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.
- Jornada: Empleo de polvo de neumáticos fuera de uso en mezclas bituminosas. Valencia, 11 de Abril de 2007.



CÓDIGO: ASF-02

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

Valorización de residuo

MEDIDA:

Adición de polvo de caucho de NFU – Vía seca

APLICABLE A:

Asfaltos

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

Valorización del caucho de los neumáticos usados como modificador de las características del ligante de la mezcla bituminosa y sustitutivo parcial de áridos naturales.

Introducción del polvo de caucho directamente en el mezclador de la central de fabricación de mezclas bituminosas, junto con el betún y los áridos. El polvo de caucho actúa en parte como árido, pero las partículas más finas interactúan con el betún modificando sus propiedades, consiguiéndose así mejorar el comportamiento de la mezcla bituminosa. Con este procedimiento se obtiene una "mezcla bituminosa modificada con polvo de caucho".

Empleado en mezclas en caliente, con temperaturas de puesta en obra y compactación superiores a 100 °C, aunque es posible fabricar emulsiones bituminosas con polvo de caucho y por tanto no hay limitación para su empleo en las mezclas en frío.

En España esta técnica se ha utilizado con dotaciones de hasta el 2% de polvo de caucho en peso de mezcla (ref. 1).

Implicaciones técnicas

En la modificación de las mezclas bituminosas con polvo de caucho por vía seca se pueden conseguir ventajas semejantes a las conseguidas por vía húmeda, aunque en menor grado. No obstante, las mezclas fabricadas por vía seca necesitan procedimientos específicos de fabricación y condiciones controladas de ejecución, por lo que precisan empresas adiestradas y de un control de calidad riguroso. Su interés radica en las siguientes ventajas adicionales:

- Se obtienen mezclas bituminosas más baratas que con los betunes modificados.
- La tecnología se hace accesible a las empresas fabricantes de mezclas bituminosas y no sólo a las que fabrican betunes modificados.
- Se puede trabajar directamente con el polvo de caucho de una determinada zona o región, sin traslados adicionales (esta ventaja también la comparten los BMAVC fabricados "in situ").

La fabricación, transporte y control de calidad de estos betunes se realizará, según que tipo sea, siguiendo lo dispuesto en los artículos correspondientes del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3), los artículos de la Orden Circular 21/2007 y los anejos del "Manual de empleo de caucho de NFU en mezclas bituminosas" del CEDEX.

Es posible que se tenga que realizar un pequeño ajuste en la proporción de finos para compensar el efecto de esta adición.

Proveedores de polvo de caucho: Neuciclaje, S.A., Tratamiento de Neumáticos Usados (TNU) y SIGNUS Ecovalor SL.

Implicaciones económicas

En el estudio de costes debidos a la utilización de mezcla bituminosa modificada con polvo de caucho, hay que tener en cuenta los siguientes factores (ref. 1):

el coste del polvo de caucho, que es actualmente del mismo orden que el betún,
 el coste debido al incremento (0,25% aproximadamente) en la dotación de betún,
 el coste debido al incremento de energía por la elevación de la temperatura de fabricación de la mezcla bituminosa (unos 10°C al menos),

Por otro lado, estos costes hay que compararlos con los beneficios debidos a una prolongación de la vida de



servicio por el aumento de la dotación de betún y otras mejoras, como el ahorro en áridos, y de una reducción del nivel sonoro.

Implicaciones ambientales

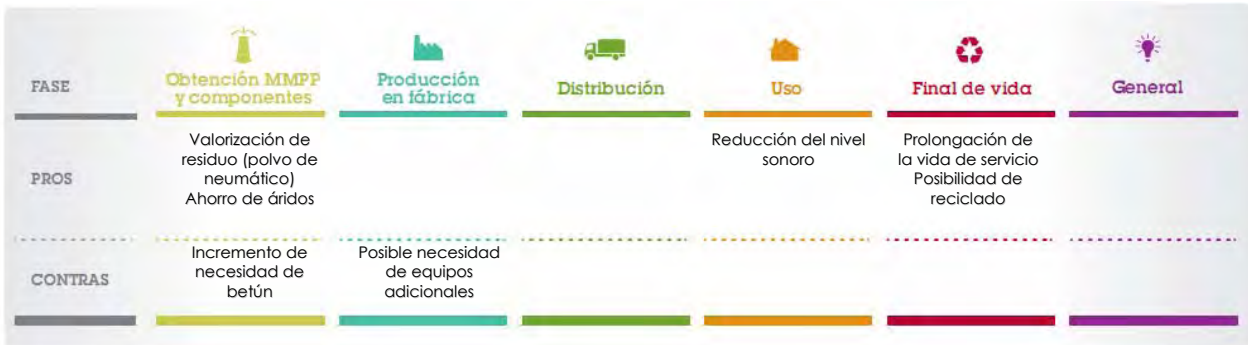
Las principales ventajas ambientales que se derivan del empleo de polvo de neumático en los materiales bituminosos son las siguientes:

Se reduce el volumen de neumáticos fuera de uso destinados a recuperación energética o depositados en vertederos. El empleo de residuos permite a su vez ahorros en recursos naturales. En la técnica de las mezclas fabricadas con BMAVC, se estima un aprovechamiento de 350 neumáticos de turismo por kilómetro de carril y por cada centímetro de espesor de mezcla bituminosa. Esta cifra es del orden de 75 a 150 en las otras técnicas (ref. 1). Su empleo en mezclas bituminosas permite reducir el nivel sonoro de rodadura. Las reducciones observadas son del orden de 3 a 4 dB(A) (ref. 1) respecto a las mezclas bituminosas convencionales, aunque todavía queda la duda de cuánto tiempo persiste esta reducción.

Por otro lado, en el empleo de neumáticos fuera de uso en materiales bituminosos hay una serie de aspectos que hay que considerar:

Tanto la concentración de polvo de caucho como de vapores orgánicos es lo suficientemente pequeña como para que no represente un "riesgo para su salud".

Las mezclas bituminosas fabricadas con polvo de caucho pueden reciclarse en el futuro, cuando se agote su capacidad de servicio. En España no hay experiencia en este campo, pero sí la hay en EEUU, desde 1987, con numerosos tramos reciclados, tanto con mezclas fabricadas por vía húmeda como por vía seca. Los resultados de estos estudios indican que las mezclas con caucho pueden reciclarse en caliente mediante los procedimientos usuales



Ejemplo de aplicación de la medida

En Cataluña, a principios de la década de los 90, se inició la utilización de polvo de caucho por vía seca, a instancias de la Junta de Residuos de la Generalitat. Se construyeron varios tramos experimentales, con mezclas densas y semidensas modificadas con un 2% de polvo de caucho de tamaño inferior a 2 mm, que se emplearon como capas de rodadura. Hay ejemplos en una avenida de Constantí, en caminos vecinales de Vacarisses.

En 2004 se realizó un tramo experimental en Salamanca, con una mezcla de tipo semidensa modificada con un 1% de polvo de caucho de tamaño máximo 0,5 mm, con muy buenos resultados.

Quizá la experiencia de mayor interés, por el número de kilómetros ejecutados, es la de una empresa de Alicante, que desde el año 1997 ha puesto en obra unos 100 km de calzada, principalmente en vías urbanas en las provincias de Murcia, Alicante y Albacete, empleando mezclas bituminosas discontinuas del tipo M-10. Esta empresa utiliza polvo de caucho de tamaño inferior a 0,3 mm, con una dosificación aproximada del 0,5% sobre mezcla.

Referencias

- Manual de Empleo de Caucho de NFU en Mezclas Bituminosas. CEDEX.
- Orden Circular 21/2007 sobre el uso y especificaciones que deben cumplir los ligantes y mezclas bituminosas que incorporen caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU)
- Asphalt-Rubber. An Anchor to Crumb Rubber Markets. Douglas D. Carlson, Han Zhu. International Rubber Forum. 1999.
- Crumb-Rubber Modified Asphalt Paving: Occupational Exposures and Acute Health Effects. NIOSH. Health Hazard Evaluation Report No. 2001-0536-2864
- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.
- Jornada: Empleo de polvo de neumáticos fuera de uso en mezclas bituminosas. Valencia, 11 de Abril de 2007.



CÓDIGO: ASF-03

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

Disminución de consumo de MMPP de origen natural

MEDIDA:

Sustitución de áridos naturales por escorias negras de acería

APLICABLE A:

Asfaltos

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

Sustitución total de áridos gruesos naturales y parcial de áridos finos por escorias negras de acería en mezclas bituminosas para capa de rodadura.

La escoria de acería es un residuo del proceso de fundición, generada en el horno eléctrico, de la industria metalúrgica, la cual no tiene una utilización específica y por tanto es desechada. Las escorias están compuestas principalmente por CaO, SiO₂ y FeO, además de Al₂O₃, MgO, MnO y otros en menores proporciones.

Implicaciones técnicas

En el uso de este tipo de materiales es aconsejable mantener un acopio del mismo, en un tiempo prudencial mayor a los seis meses, para asegurar la finalización de cualquier tipo de proceso que haya quedado inconcluso, por otro lado es importante conocer químicamente los porcentajes de los elementos constitutivos con el fin de encuadrarse dentro de las normas.

La presencia de cal libre en las escorias de acería constituye un factor potencial de inestabilidad volumétrica. Deberá presentar una expansividad inferior al cinco por ciento (5%), según la UNE-EN 1744-1. La duración del ensayo será de veinticuatro horas (24 h) cuando el contenido de óxido de magnesio, según UNE-EN 196-2, sea menor o igual al cinco por ciento (5%) y de ciento sesenta y ocho horas (168 h) en los demás casos. (Según ORDEN FOM/891/04)

Los áridos que se utilicen en mezclas bituminosas deberán cumplir unos requisitos en función del tipo de mezcla (densas, semidensas, gruesas, discontinuas...), de la capa y del tráfico, cumpliendo las especificaciones del PG3, Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, así como las recomendaciones de la Orden Circular nº 299/89 y las de la Orden Circular nº 322/97.

Según el Decreto 34 del 2003 (ref. 3), por el que se regula la valorización y posterior utilización de las escorias procedentes de la fabricación de aceros en hornos eléctricos en el ámbito de la Comunidad del País Vasco: "Cuando las escorias valorizadas se utilicen en capas estructurales de carreteras y vías privadas de tráfico rodado consistentes en explanada mejorada, sub-base y base, aquéllas deberán contar con capa de rodadura y el espesor de la capa de escorias no superará los 70 cm. Cuando la construcción de dichas capas estructurales se lleve a cabo mediante la utilización de mezclas de escorias y otros materiales tradicionales, el espesor arriba citado podrá corregirse al alza en función del porcentaje de escorias en la mezcla utilizada. En los supuestos de utilización de escorias para la ejecución de proyectos de urbanización de áreas industriales, tal utilización se hallará sometida a las condiciones señaladas en el presente apartado debiendo incorporarse, además, una capa superior impermeable."

En la Comunidad Autónoma del País Vasco se sitúan quince de las veinticuatro acerías eléctricas del estado y ello originó en el año 2002, sobre un total de 6Mt de acero fabricado, una producción de unas 800.000 t de escoria negra. Se ha estimado que la capacidad de absorción de escorias para su utilización en mezclas bituminosas (capa de rodadura) es de unas 274.400 tm/año. (ref 1)

Implicaciones económicas

Siendo las escorias siderúrgicas productos resultantes de procesos de obtención del arrabio y el acero, son consideradas una materia prima no natural de bajo costo. En la actualidad el coste de esta materia prima alternativa es similar al de los áridos sustituidos.



Implicaciones ambientales

Desde el punto de vista medioambiental el análisis de la escoria valorizada debe someterse al test de lixiviación prEN 12457. Teniendo en cuenta criterios internacionales así como los valores específicos desarrollados en la CAPV para la protección del suelo esta utilización de las escorias debe cumplir los límites establecidos en el Anexo III del Decreto 34 del 2003 (ref. 3), para una serie de elementos (Bario, Cadmio, Cromo, etc.)

Las principales ventajas ambientales que se derivan del empleo de escorias de acería en los materiales bituminosos son las siguientes:

- Valorización de residuo (evita gestión en vertedero)
- Sustitución de MMPP de origen natural (evita extracción, consumos energético, emisiones a la atmósfera)



Ejemplo de aplicación de la medida

Obras realizadas por Grupo Campezo-Guipasa sustitución de áridos naturales por escorias de acería:
 Carretera GI-631 (Zumarraga) pk 32+650 al pk 34+420 (en los dos sentidos). Abril-Mayo 2008.
 Carretera GI-2133 Amezqueta-Alegia (varios tramos). Diciembre 2006-Enero 2007.

Referencias

- Libro Blanco para la Minimización de Residuos y Emisiones. Escorias de Acerías. IHOBE. 1999.
- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3)
- Decreto 34/2003, de 18/02/2003, Se regula la valorización y posterior utilización de ESCORIAS procedentes de la fabricación de acero en hornos de arco eléctrico, en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco. (BOPV nº 41, de 26/02/2003)
- Reciclaje de residuos industriales: Aplicación a la fabricación de materiales para la construcción. Autor Xavier Elías Castells Publicado por Ediciones Díaz de Santos, 2000



CÓDIGO: ASF-04

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Disminución de consumo de MMPP de origen natural

MEDIDA: Sustitución de áridos naturales por residuos de construcción y demolición

APLICABLE A: Asfaltos



Descripción de la medida

Sustitución de áridos naturales por áridos reciclados procedentes del tratamiento de residuos de hormigón y de construcción y demolición (RCD) para su empleo en carretera.

Las principales aplicaciones de los áridos procedentes del hormigón machacado son en bases y subbases sin tratar, o tratadas con cemento o ligantes bituminosos, y en menor medida en capas superficiales del firme. (ref. 3)

Implicaciones técnicas

Para su aplicación en bases y subbases tratadas con cemento o ligantes bituminosos suele ser necesario un contenido de ligante mayor en la mezcla para compensar la menor densidad del árido o la posible lixiviación.

Para la aplicación en capas superficiales del firme se requiere, en general, áridos de mayor calidad que las demás aplicaciones y, por lo tanto, su aplicación es más restrictiva. En capas de rodadura con tráfico pesado sólo serían adecuados áridos reciclados de hormigón, mientras que si tienen tráfico ligero se podrían utilizar áridos reciclados mixtos y cerámicos.

Proveedores:

Las plantas de valorización de residuos de la construcción en la CAPV son las siguientes:

Bizkaiko Txintxor Berziklategia S.A. (BTB). Ortuella – Vizcaya. (Capacidad de tratamiento teórica: 250.000 toneladas /año).

Volvas, S.A.. Erandio – Bilbao. (Capacidad de tratamiento teórica: 250.000 toneladas /año).

UTE RCD Gardelegui 2005. Gardelegui – Vitoria. (Capacidad de tratamiento teórica: 300.000 toneladas /año).

Está previsto que en diciembre de 2008 entre en funcionamiento la planta de Urnieta – Guipúzcoa, con una capacidad de tratamiento teórica de 100.000 toneladas / anuales.

Es importante señalar que la mayor parte de los áridos procedentes del reciclado de residuos de construcción se comercializa para su posterior reutilización en obras de construcción (carreteras, etc.) y, por tanto, deben de cumplir con Directiva 89/106/CEE de Productos de la Construcción y disponer del marcado CE correspondiente. En este sentido, atendiendo a prácticas ya consolidadas, se considera factible el establecimiento de acuerdos con el proveedor para que el producto suministrado cumpla con los requisitos requeridos por parte de la empresa interesada en su recepción (por ejemplo, relativos al contenido de impropios).

Se deben tener en cuenta los criterios especificados en las normas: UNE-EN 13043:2003, UNE-EN 13043/AC: 2004 y UNE-EN 13055-2:2005. (Citadas en las ref. 4, 5 y 6).

Implicaciones económicas

La viabilidad de que la propia empresa de asfaltos invierta en operaciones de valorización de residuos de construcción y demolición deberá de analizarse para cada caso particular ya que depende de diferentes factores: la obtención del código de gestor, las tarifas de los vertederos cercanos, el volumen de material a tratar, la capacidad de acopio por parte de la empresa, la cantidad de impropios que contiene el residuo y que afecta directamente al coste del pretratamiento (eliminación del material que no puede introducirse en el horno), etc.

La inversión en maquinaria no es un factor significativo debido a que puede aprovecharse la misma maquinaria que se emplea para tratar el árido natural, si es que actualmente lo realiza la misma empresa.



Por otro lado, la utilización de material procedente de plantas de valorización de residuos de la construcción como sustituto de materia prima natural dependerá del precio de mercado de este material. Aunque actualmente todavía no resulta competitivo, factores como la disponibilidad de material natural, el stock o acuerdos sectoriales, podrían llegar a alterar esta situación.

A continuación se anotan, a modo de referencia, los precios de venta de árido reciclado correspondientes al año 2007 de las plantas valorizadoras existentes en la CAPV, cuyo mercado principal suele ser la obra civil:

- BTB: Árido 0/40 procedente de Hormigón (4,5 €/Tm); Árido procedente de escombros heterogéneos (1,00 €/Tm).
- Volvas: (0,8 – 1,3 €/Tm).
- Gardelegui: 0/40mm (3,15 €/Tm); 40/60mm (4,41 €/Tm)

Implicaciones ambientales

La aplicación de esta medida tiene dos beneficios ambientales:

La valorización de un residuo que si no es aprovechado por otra industria será destinado a vertedero. Disminución del consumo de nuevos áridos naturales que provienen de explotaciones de canteras, para la fabricación de asfaltos.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que la aplicación de un porcentaje de áridos reciclados en bases y subbases tratadas con cemento o ligantes bituminosos supone un consumo mayor del material ligante para compensar la menor densidad del árido o la posible lixiviación. (ref 3)



Ejemplo de aplicación de la medida

En Cataluña se han realizado pruebas con áridos secundarios procedentes de la construcción en la rotonda de intersección de la carretera C-1413 y la B-150 del municipio del Papiol y un tramo experimental en la obra entre Calaf y Castellfollit de Riubregós, con resultados excelentes.

Referencias

- Propiedades mecánicas de mezclas bituminosas en caliente fabricadas con áridos reciclados de residuos de construcción y demolición. I. Pérez (*), M. Toledano, J. Gallego y J. Taibo. Materiales de Construcción Vol. 57, 285, 17-29 enero-marzo 2007 ISSN: 0465-2746.
- EVALUATION OF ASPHALT MIXES MADE FROM RECLAIMED CONCRETE AGGREGATES. Doug Heins. Final Report Project MLR-85-7. 1986.
- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.
- UNE-EN 13043:2003. Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas.
- UNE-EN 13043/AC: 2004. Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas.
- UNE-EN 13055-2:2005. Áridos ligeros. Parte 2: Áridos ligeros para mezclas bituminosas, tratamientos superficiales y aplicaciones en capas tratadas y no tratadas.



CÓDIGO: ASF-05

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Disminución de consumo de MMPP de origen natural

MEDIDA: Sustitución del filler de origen natural por arenas de fundición

APLICABLE A: Asfaltos



Descripción de la medida

Sustitución parcial de materias primas naturales por arenas de fundición en la formulación de la mezcla bituminosa.

Incorporación de arenas residuales de fundición en la producción de asfalto sustituyendo la arena de origen natural. La proporción de arena que ingresa a la mezcla asfáltica depende del diseño de la dosificación arena-árido-betún establecido previamente. Se han obtenido resultados satisfactorios en mezclas bituminosas en caliente con adiciones de hasta el 15% de arenas de fundición (ref. 4).

Mezclas con porcentajes superiores a este son susceptibles de ser dañadas a causa de la humedad debido a la naturaleza hidrofílica de la arena de fundición. Este problema se puede solucionar con la utilización de ciertos aditivos

Implicaciones técnicas

Para que la arena sea adecuada para una sustitución parcial de la arena natural se debe pretratar mediante una primera separación de impurezas metálicas por medio de un sistema magnético, y posteriormente, con una molienda que produce una arena de tamaño apropiado para ser posteriormente incorporados a la mezcla asfáltica.

También debe estar limpia de otros materiales (madera, residuos, metal...) provenientes de la fundición, así como de restos de carbón quemado, aditivos, etc. ya que estos materiales pueden reducir la adhesión del betún con la arena.

Para la fabricación de mezclas bituminosas con arenas de fundición se pueden utilizar los mismos métodos y equipos que para un asfalto en caliente convencional.

La fundición es un sector de fuerte arraigo en la Comunidad Autónoma del País Vasco y que tiene un importante peso en la estructura industrial vasca, tanto en términos de empleo como en la generación de valor añadido. La cantidad anual de arenas residuales de moldeo generadas en la CAPV se sitúa cerca de las 200.000 t/a.

El potencial de absorción en la fabricación de asfaltos se ha estimado entre 56.000 t/año y 140.000-200.000 t/año en la CAPV dependiendo en que fracción se incluya. (ref. 2)

Implicaciones económicas

Los factores económicos a considerar para poder valorar la viabilidad de esta medida son:
 El coste de las arenas de fundición frente al coste de la materia prima natural.
 El coste del transporte de las arenas de fundición frente al coste del transporte de la materia prima natural.

Implicaciones ambientales

La presencia de bentonita y ligantes orgánicos puede aumentar el tiempo de secado y las emisiones a la atmósfera.

Desde el punto de vista ambiental, la mejora viene por un lado, por la valorización de un residuo, que de otra manera tendría que gestionarse en vertedero, con sus procesos e impactos asociados, y por otro lado, por la sustitución de un 15% de materias primas naturales, evitando su extracción y consumo.



Ejemplo de aplicación de la medida

En la CAPV Labein ha llevado a cabo estudios sobre la reutilización de arenas de fundición en aglomerados asfálticos, realizando pruebas a nivel industrial, obteniendo como resultados un comportamiento correcto del aglomerado, cumpliéndose los valores mínimos exigidos, en cuanto a densidad, estabilidad, deformación y huecos en áridos.

La innovación alcanzada fue la sustitución de hasta el 10% de arenas naturales por arena de fundición, sin variar la calidad del producto final y abriéndose las posibilidades de sustitución a cualquier tipo de arenas generadas por el sector de fundición. Las pruebas industriales fueron realizadas con arena de moldeo químico (ref. 3).

Referencias

- American Foundrymen's Society. Alternative Utilization of Foundry Waste Sand. Final Report (Phase I) prepared by American Foundrymen's Society Inc. for Illinois Department of Commerce and Community Affairs, Des Plaines, Illinois, July, 1991.
- Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones: Arenas de moldeo en fundiciones férreas. IHOBE. PUB-1998-007
- Cuadernos Vascos de Ciencia y Tecnología 12 de Julio de 2000
- Javed, S., C. W. Lovell, and L. E. Wood. "Waste Foundry Sand in Asphalt Concrete," Transportation Research Record 1437. Transportation Research Board, Washington, DC, 1994



CÓDIGO: ASF-06

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Disminución de consumo de MMPP de origen natural

MEDIDA: Sustitución de finos naturales por cenizas volantes

APLICABLE A: Asfaltos



Descripción de la medida

Las cenizas volantes son los residuos de la combustión del carbón pulverizado en los hornos de calderas de centrales eléctricas, que se recolectan antes de la salida de los humos a la atmósfera y por desempolvamiento electrostático.

Las cenizas volantes aumentan la resistencia de la mezcla asfáltica sin convertirla en una mezcla rígida que pueda llegar a presentar fisuración temprana por este aumento de rigidez.

Estudios realizados señalan que se obtiene un mejor comportamiento de la mezcla con reemplazos de filler natural por cenizas volantes de entre el 20 y 25% (ref. 1).

Implicaciones técnicas

Para utilizar las cenizas volantes como filler mineral deben estar completamente secas.

Los mismos métodos de diseño que se utilizan comúnmente para realizar las mezclas de asfalto en caliente también son aplicables a mezclas en las que se introducen cenizas volantes como filler mineral.

Las cenizas volantes son un producto pulverulento y su utilización puede derivar en una mayor generación de polvo que si se usara fillers convencionales.

Las cenizas pueden descargarse directamente en silos, como los fillers convencionales, antes de ser introducidos en el proceso.

En el año 1999 se generaron 6.654.000 t de cenizas volantes en las 19 centrales térmicas existentes en España, de las que el 84,3% se valorizaron, principalmente en la industria cementera. El mayor número de centrales se concentran en las provincias de Asturias y León, habiendo una en la CAPV situada en Pasaia (Guipúzcoa) (ref. 2).

Implicaciones económicas

En la actualidad el coste de esta materia prima alternativa es similar al de la materia prima de origen natural sustituida.



Implicaciones ambientales

El aprovechamiento de las cenizas volantes, subproducto de las centrales térmicas, es una ventaja desde el punto de vista medioambiental en dos sentidos:

Se reutilizan los subproductos de otra industria evitando que sean residuos que vayan a vertedero. De modo que, indirectamente se disminuye la cantidad de residuos generados.

Y también se disminuye la agresión al medio ambiente debido a la no extracción de recursos naturales vírgenes.



Ejemplo de aplicación de la medida

En varios países de Europa, entre ellos España, se han utilizado las cenizas volantes como filler en mezclas bituminosas. Las cantidades de cenizas utilizadas en esta aplicación han sido bastante pequeñas debido a la gran variedad de filleres existentes y a la cantidad de filleres naturales que se obtienen a partir de los áridos.

En España hay experiencias utilizando cenizas en rellenos y terraplenes, en estabilización de suelos y en distintas capas del firme, como por ejemplo en la carretera Sevilla-Granada (1989) y en la N-VI, Madrid-La Coruña (1987).

Referencias

- Comportamiento mecánico y dinámico de una mezcla asfáltica con adición de cenizas volantes. Oscar Javier Reyes Ortiz, Juan Ricardo Troncoso Rivera, Javier Fernando Camacho Tauta. Ingeniería y Universidad, Vol. 10, Nº. 1, 2006
- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.
- American Association of State Highway and Transportation Officials. Use of Waste Materials in Highway Construction. Subcommittee on Construction, Washington, DC, August, 1994.



CÓDIGO: ASF-07

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Disminución de consumo de MMPP de origen natural

MEDIDA: Sustitución de áridos naturales por residuos de demolición de firmes

APLICABLE A: Asfaltos



Descripción de la medida

Sustitución parcial de áridos naturales y parte de betún (0,3-0,4 puntos menos) por residuos de demolición de firmes.

Según el apartado 542.2.2.1 "Características generales" del PG3, según la redacción dada en la Orden Circular 24/2008: "Podrán emplearse como áridos para capas de base e intermedias, incluidas las de alto módulo, el material procedente del reciclado de mezclas bituminosas en caliente en proporciones inferiores al diez por ciento (10%) de la masa total de mezcla." (ref. 1)

Según el Artículo 22 del PG-4 (Reciclado en caliente de capas bituminosas) la mezcla asfáltica reciclada contendrá una proporción en masa del material a reciclar comprendida entre el 10 y el 50 % de la masa total de la mezcla. (ref. 2)

Implicaciones técnicas

El árido procedente del reciclado de mezclas bituminosas se obtendrá de la disgregación por fresado o trituración de capas de mezcla bituminosa. En ningún caso se admitirán áridos procedentes del reciclado de mezclas bituminosas que presenten deformaciones plásticas (roderas). Se determinará la granulometría del árido recuperado, según la UNE-EN 12697-2, que se empleará en el estudio de la fórmula de trabajo. El tamaño máximo de las partículas vendrá fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, debiendo pasar la totalidad por el tamiz 40 mm de la UNE-EN 933-2. (ref. 1)

El árido obtenido del reciclado de mezclas bituminosas, cumplirá las especificaciones de los apartados 542.2.2.2, 542.2.2.3 ó 542.2.2.4 del PG3, en función de su granulometría obtenida según la UNE-EN 12697-2. (ref. 1)

Cuando se vayan a emplear áridos procedentes del reciclado de mezclas bituminosas, la central de fabricación deberá disponer de los elementos necesarios para que se cumplan los requisitos y especificaciones recogidas en el apartado 542.5.4 del PG3.

Aunque el aprovechamiento del material es como árido, debe tenerse en cuenta que la presencia de un ligante asfáltico más o menos envejecido podría hacer que de acuerdo con los estudios de formulación de la mezcla llevados a cabo en el laboratorio la cantidad necesaria de ligante nuevo fuese algo menor que la habitual.

Las limitaciones de su uso vienen indicadas en los correspondientes artículos del PG3 y PG4.

Implicaciones económicas

Los factores económicos a considerar para poder valorar la viabilidad de esta medida son:

- El coste del fresado o trituración (entre 30 y 50 €/tn).
- El coste del transporte de este material. Para minimizar este coste se debe conseguir este material de una obra cercana.
- El coste de la inversión requerida. En el caso de instalaciones que añadan menos de un 10% de material reciclado en sus asfaltos la inversión a realizar es mínima. Para el caso de instalaciones en las que se produzca asfaltos con porcentajes superiores a ese la inversión necesaria (cintas, cribas, silos, etc.) es superior.



Implicaciones ambientales

El aprovechamiento de los residuos de demolición de firmes es una ventaja desde el punto de vista medioambiental en dos sentidos:

- Se valorizan estos residuos evitando que vayan a vertedero. De modo que, indirectamente se disminuye la cantidad de residuos generados.
- Y también se disminuye la agresión al medio ambiente debido a la no extracción de recursos naturales vírgenes. Junto al ahorro de áridos naturales se consigue disminuir la necesidad de ligante. Para tasas de reciclado del 25-30% se ahorra aproximadamente un 1% de ligante nuevo.

Como contrapunto negativo, es necesario un sobrecalentamiento (hasta los 180 °C) de los áridos naturales para transferir calor al material de fresado introducido frío para alcanzar la temperatura adecuada.



ACESA, concesionaria de la A-7 entre la frontera francesa y Salou y de la A-2 entre Zaragoza y el Mediterráneo, había utilizado el reciclado de mezclas bituminosas desde 1983 en rehabilitación de firmes en tasas de un 20% para capas inferiores a la de rodadura.

Obras realizadas por Grupo Campezo-Guipasa con sustitución de áridos naturales por residuos de demolición de firmes:

Variante de Cessà de la Selva (Girona) con un 30% de RAP en capas base. (1999-2000) pk 10+565 al pk 15+135
 Conexión de la A-18 con la N-150 en Sabadell (Barcelona) se extendieron unas 3000Tn de capa base G-20 con un 30% de material de fresado e intermedia con un S 20 con un 30% de fresado.

Referencias

- PG3. Artículo 542. Orden Circular 24/2008
- PG4 ORDEN CIRCULAR 8/01 SOBRE RECICLADO DE FIRMES
- "CONSIDERACIONES AMBIENTALES SOBRE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS. RECICLADO DE MEZCLAS. MEZCLAS SEMICALIENTES" Miguel Angel Del Val. ASEFMA. 2005.
- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.
- Jornada sobre la utilización de residuos en la construcción de carreteras, Madrid, marzo 2001.
- Jornada sobre mezclas bituminosas recicladas en caliente. Barcelona, septiembre 2001
- Reciclado de mezclas bituminosas en caliente. RUBAU
- III jornada técnica ASEFMA, Madrid, enero 2008



CÓDIGO: ASF-08

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Disminución de consumo de combustibles fósiles

MEDIDA: Utilización de combustibles alternativos – Aceite desclasificado

APLICABLE A: Asfaltos



Descripción de la medida

Utilización de combustibles alternativos (aceites desclasificados, Fuel-oil residual, biocombustible, etc.) como sustitutos de los combustibles fósiles en la producción de aglomerado asfáltico. Los combustibles alternativos deberán cumplir los parámetros exigidos en la legislación vigente aplicable a combustibles.

Implicaciones técnicas

Previo a la entrega del aceite usado al gestor final autorizado para su tratamiento, el residuo debe pasar por OLEAZ, Centro de Análisis de Aceites Usados de la Comunidad Autónoma del País Vasco, para comprobar que las características físico-químicas del residuo se adecuan al tratamiento final previsto. Los aceites usados (tóxicos y peligrosos) son desclasificados mediante un proceso físico-químico (eliminación de agua, sedimentos y metales pesados) y convertidos en un combustible autorizado. Para introducir el aceite desclasificado en la producción de aglomerado asfáltico no es necesaria ninguna modificación en la maquinaria, ya que se utilizan los mismos quemadores. Proveedores: Retrooil (La Rioja)

Implicaciones económicas

Actualmente el coste del aceite desclasificado es cerca de un 25% más barato que el coste del fuel que sustituye.

Implicaciones ambientales

El aprovechamiento de estos combustibles alternativos es una ventaja desde el punto de vista medioambiental en varios sentidos:

- Se valorizan estos residuos evitando que vayan a vertedero. De modo que, indirectamente se disminuye la cantidad de residuos generados.
- Se disminuye el consumo de combustibles fósiles, así como la emisión de CO2 a la atmósfera.





Ejemplo de aplicación de la medida

El Grupo Campezo de Obras y Servicios S.L. empezó a utilizar el aceite desclasificado como combustible en el año 2005. En el año 2007 se utilizaron 1538 tn de aceite desclasificado para una producción de 223000 tn aglomerado.

Referencias

- Gestión eficaz de aceites lubricantes y fluidos hidráulicos. IHOBE. PUB-2002-007



CÓDIGO: ASF-09

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

Disminución de consumo de MMPP de origen natural

MEDIDA:

Adición de plástico residual como modificador del ligante

APLICABLE A:

Asfaltos

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

Uso de plástico residual triturado (bolsas de plástico, vasos, botellas, etc), mayoritariamente polietileno, como modificador del ligante.

Cuando se mezclan con el betún caliente, los plásticos se funden formando una capa aceitosa sobre el agregado y la mezcla es aplicada de una manera normal.

Los plásticos elevan el punto de fusión del betún y aumentan la flexibilidad de la carretera durante el invierno, aumentando su vida útil. La utilización de plástico residual finamente dividido actúa como un fuerte agente ligante. Al mezclar plástico con el betún también se aumenta su capacidad de soportar las altas temperaturas.

Estudios realizados en la Universidad de Bangalore han comprobado la adecuación para la pavimentación de carreteras de mezclas bituminosas con una adición del 8% de plástico reciclado sobre el eso del betún.

Implicaciones técnicas

Proveedores:

Las plantas de valorización de residuos de plástico en la CAPV son las siguientes:

Beotibar Recycling, S.L. (Amorebieta – Bizkaia). Capacidad de la instalación: 4000 Tn/mes

Botrade, S.L. (Berango – Bizkaia). Capacidad de la instalación: 20.000 Tn/año.

Contenedores ESCOR Vitoria, S.L. (Vitoria-Gasteiz – Araba). Capacidad de la instalación: 5000 Tn/mes.

EMAÚS Bidasoa, S.L.U. (Irún- Gipuzkoa).

EMAÚS, S.COOP. (Donosita- Gipuzkoa)

Papeles Nervión, S.L. (Bilbao-Bizkaia). Capacidad de la instalación: 5000 Tn/mes.

Reciplast, S.C.L. (Hernani-Gipuzkoa). Capacidad: 200 Tn/mes

SADER. (Bilbao-Bizkaia). Capacidad: 65.000 Tn/año.

Implicaciones económicas

Para valorar la viabilidad económica de la medida, en cada caso particular, se deben considerar los siguientes factores:

El precio de venta del plástico reciclado debe consultarse directamente al reciclador más próximo a la fábrica, a quién se le vaya a comprar el producto. El precio de suministro de este plástico reciclado incluye el tratamiento que se le ha realizado y el transporte de éste hasta la empresa que lo solicita. El listado de recicladores de plástico en CAPV aparece en las implicaciones técnicas de esta misma ficha. Los nombres y teléfonos de contacto de cada uno de ellos pueden consultarse en la web del Catálogo de Reciclaje Industrial de la CAPV citada en la ref. 5.

Implicaciones ambientales

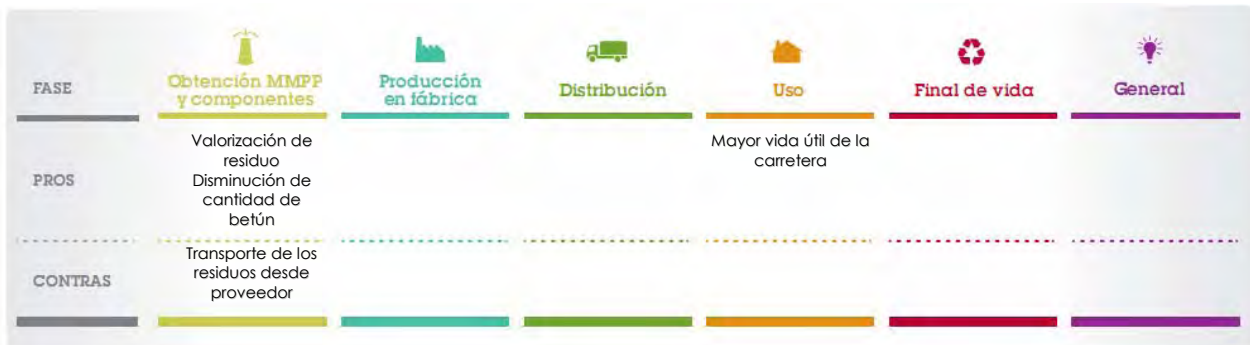
Con la adición de plástico reciclado a la mezcla bituminosa se consiguen las siguientes mejoras ambientales:

Con esta valorización del plástico residual se evita su gestión en vertederos.

Se aumenta la estabilidad, resistencia a la fatiga, y otras propiedades de las mezclas bituminosas, incluso bajo condiciones adversas (precipitaciones abundantes). Por lo tanto la vida útil de este tipo de mezcla se



incrementará de manera sustancial en comparación con las mezclas bituminosas convencionales. Con la adición de un 8% de plástico reciclado sobre el peso del betún se ahorra aproximadamente un 0.4% de betún, sobre el peso total de la mezcla.



Ejemplo de aplicación de la medida

Plasphalt de la compañía TEWA Technology, una mezcla de asfalto y plástico reciclado. Para su elaboración se utilizan todo tipo de plásticos, desde botellas, embalajes, y todo tipo de objetos. Con ellos se elabora un compuesto llamado Treated Recycled Plastic Aggregates (TRPA™), que posteriormente es mezclado con asfalto tradicional. La lenta biodegradabilidad del plástico, un problema en muchas ocasiones, se convierte en este caso en un gran aliado de este material.

En principio el material es en torno a un 10% más caro que el alquitrán convencional, aunque por otro lado es un 25% más duradero. Sus fabricantes aseguran que gracias al menor volumen de asfalto necesario, la reducción de costes en medios de transporte al ser más ligero, y los menores gastos en mantenimiento permiten un ahorro de 63.000\$ por cada kilómetro de carretera (12 metros de anchura).

Información obtenida de la ref 6.

Un equipo de investigadores de la Universidad del País Vasco (UPV) está estudiando la validez de reciclar el plástico de los invernaderos para mejorar el asfalto de las carreteras. El estudio, llevado a cabo en la Facultad de Químicas de Donostia y dirigido por Antxon Santamaría, investiga las características de la mezcla de esos plásticos de invernadero y el alquitrán que las carreteras.

Para mejorar las propiedades mecánicas de las carreteras se suele dotar de numerosos polímeros al alquitrán de las carreteras, logrando así aumentar su respuesta ante los cambios de temperatura. Entre los numerosos polímeros que se pueden utilizar están los plásticos de invernadero reciclados, que también se suelen usar para las bolsas de basura.

Los investigadores están analizando la validez de estos plásticos en este campo. La mezcla la realizan por medio de una hélice, a temperaturas altas. Las conclusiones están demostrando que la mezcla es adecuada para las carreteras, ya que muestra las mismas cualidades que las mezclas obtenidas con polímeros vírgenes. Los plásticos de invernaderos tienen la ventaja añadida de no tener que ser limpiados para ser aplicados en las carreteras, porque funcionan igual pese a los restos de tierras.

Referencias

- Combined Modification of Asphalt by Waste Polystyrene and Ethylene - Vinyl Acetate Packaging Materials. Changqing Fang; Maorong Zhang; Tiehu Li. Bioinformatics and Biomedical Engineering, 2008. ICBBE 2008. The 2nd International Conference on Volume , Issue , 16-18 May 2008 Page(s):4206 – 4209.
- Use of waste high density polyethylene as bitumen modifier in asphalt concrete mix. HINISLIGLU Sinan ; AGAR Emine ; Materials letters, vol. 58 ISSN 0167-577X. 2004.
- Study of recycled polyethylene materials as asphalt modifiers. Susanna Ho, Ronaca Church, Kristel Klassen, Barkley Law, Daryl MacLeod, and Ludo Zanzotto 2006.
- "Study of the Effect of Plastic Modifier on Bituminous Mix Properties" by V.S. Punith, II Semester, M.E. (Civil) Highway Engg., Dept. of Civil Engineering, Bangalore University (March, 2001).
- Catálogo de Reciclaje Industrial de la CAPV: <http://www.ihobe.net/catalogo/objeto.html>
- Vasco Press. Bilbao. 10-01-07. <http://www.deia.com/es/imprensa/2007/01/14/bizkaia/gizartea/326884.php>



CÓDIGO: ASF-10

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Disminución de temperatura de proceso

MEDIDA: Mezclas semicalientes – (WMA)

APLICABLE A: Asfaltos



Descripción de la medida

Bajo el término mezclas semicalientes se engloban las mezclas bituminosas que se fabrican entre 100 y 140°C. Se denominan así las mezclas que, gracias al empleo de determinados procedimientos, pueden ser fabricadas a temperaturas del orden de unos 30-40 °C por debajo de las que corresponderían al tipo de ligante utilizado. Esto se traduce, tanto en la planta como en la puesta en obra, en una apreciable reducción de consumo de combustibles, y, consecuentemente, emisiones gaseosas, de humos y de olores. La durabilidad de la mezcla no queda comprometida, sino más bien lo contrario, puesto que las menores temperaturas de fabricación hacen que el envejecimiento del ligante sea menor.

En la actualidad existen tres tipos de procesos patentados que permiten la fabricación de las mezclas asfálticas semicalientes:

El proceso WAM-Foam® (patentado por Shell y Kolo Veidekke) se basa en el empleo de un sistema ligante de dos componentes: uno blando, con el que en una primera etapa del mezclado se envuelven totalmente los áridos, y otro duro, que se espuma inyectándole agua en el momento de su entrada en el mezclador.

En un segundo grupo de procedimientos se emplean aditivos orgánicos de bajo punto de fusión, los cuales, mediante reacciones químicas, modifican la curva viscosidad - temperatura del ligante.

El tercer procedimiento es el denominado Aspha-Min®, patentado por Eurovia. Consiste en la incorporación de una zeolita sintética que actúa como modificador del ligante.

Implicaciones técnicas

Con el proceso WAM-Foam se consigue una reducción de la viscosidad del ligante que se traduce en un aumento de la trabajabilidad de la mezcla, que resulta compactable a temperaturas de 80 - 90 °C. El procedimiento tiene el inconveniente de requerir modificaciones en la central de fabricación; sin embargo, según Shell, los ahorros de combustible llegan hasta el 30% (ref.4).

En el grupo de procedimientos de aditivos orgánicos existen dos aditivos patentados:

o Sasobit® es una resina hidrocarbonada, formada por cadenas alifáticas largas, que es totalmente soluble en el ligante asfáltico. Se incorpora al ligante en un 3 % de la masa de la mezcla, en forma de polvo o de hojuelas, y antes de la entrada de aquél al mezclador.

o Asphaltan B® es una resina estérica de bajo peso molecular que se presenta en forma granular. Se añade en una proporción del 2 - 4 % directamente al mezclador o bien previamente al ligante, que puede ser convencional o modificado.

El procedimiento Aspha-Min consiste en que, a la vez que el ligante, se incorpora al mezclador una zeolita sintética, en forma de polvo y en una proporción del 0,3 % sobre la masa de la mezcla. Ésta, al calentarse, libera el agua de hidratación que existe en su estructura molecular en una proporción del orden del 20 %, espumando el betún, lo que por su efecto lubricante permite la reducción de las temperaturas de fabricación. Según Eurovia, su procedimiento puede ser empleado con todo tipo de ligantes, convencionales o modificados, así como en el reciclado de mezclas.

La utilización de esta zeolita se puede realizar tanto en plantas de fabricación continua como discontinua. En las primeras por medio del anillo de reciclaje o por el circuito del filler de recuperación, mientras que en las plantas discontinuas la adición se realiza directamente en el mezclador

Desde un punto de vista energético, se produce un ahorro de un 20% en la cantidad de fuel consumido por la planta (aproximadamente un litro de fuel por tonelada de mezcla). También se producen reducciones en las



emisiones de COV, SO₂, NO₂, CO₂ que se estiman en el rango 18-23%.

Con la aplicación de esta medida se consigue aumentar el tiempo de trabajabilidad, pudiéndose aumentar el tiempo de transporte, y poder transportar el material a distancias superiores. También se disminuye el tiempo necesario para de apertura al tráfico, aumentando de esta manera el rendimiento.

El resto de características del aglomerado bituminoso permanecen constantes.

Implicaciones económicas

La mayoría de aditivos elevan, aunque sea mínimamente, el coste del aglomerado. El precio de la tonelada de mezcla podría incrementarse en 4 €.

Algunos procesos y aditivos pueden necesitar modificaciones en el proceso o la planta. La utilización de WAM Foam necesita de una modificación de las instalaciones valoradas en 35.000 – 50.000 € (ref.2). Una vez realizadas no se necesitan más inversiones.

En la parte positiva se encuentra el ahorro en combustibles (depende del proceso utilizado) y, como se comentaba anteriormente, las menores temperaturas de proceso se traducen en menos desgaste de maquinaria, menor necesidad de mantenimiento y alargamiento de la vida útil de la misma.

Implicaciones ambientales

Al necesitarse una menor temperatura de operación (30 - 35°C menos que en el proceso corriente), el requerimiento de energía se reduce, por lo que el consumo de combustibles disminuye (alrededor de un 15-20%), así como las emisiones a la atmósfera de contaminantes (disminución de aproximadamente un 30% de CO₂ y entre un 50 y 60 % la emisión de partícula) (ref.3).

Esta reducción de temperatura también se traduce en la puesta en obra en una apreciable reducción de emisiones gaseosas, de humos y de olores (aproximadamente la mitad), mejorando las condiciones de trabajo del personal. La durabilidad de la mezcla no queda comprometida, sino más bien lo contrario, puesto que las menores temperaturas de fabricación hacen que el envejecimiento del ligante sea menor.



Ejemplo de aplicación de la medida

El Grupo Campezo-Guipasa ha aplicado con éxito las adiciones de sasobit y zeolita en la rehabilitación estructural del firme de la carretera GI-4141 al barrio Errekaballara (Asteasu) 2,205 km en noviembre del 2007.

Referencias

- Consideraciones ambientales sobre las mezclas asfálticas. Reciclado de mezclas. Mezclas semicalientes" Miguel Ángel Del Val. Universidad Politécnica de Madrid. ASEFMA.
- "Evaluation of Warm Asphalt Technologies. Brian D. Prowell, Gram. C. National Center for Asphalt Technology.
- Warm Mix Asphalt. Jim Huddleston, NWTC, February, 2006
- "Emisiones y exposición laboral a temperaturas inferiores de producción y extensión de mezclas asfálticas" M. Lecomte, Shell Bitumen, 307 rue d'Estienne d'Orves, 92708 Colombes, París, Francia, F. Deygout, Shell Bitumen, RD3, BP97, 76650 Petit Couronne, Francia; A. Menetti, Contech, Italia.
- WAM Foam: asphalt pavements at lower temperatures. Carl Robertus. WMA TWG, 12 December 2007, Hunt Valley – MD
- Evaluation of sasobit® for use in warm mix asphalt Graham C. Hurley Brian D. Prowell. National Center for Asphalt Technology. 2005
- Evaluation of Aspha-Min zeolite for use in warm mix asphalt Graham C. Hurley Brian D. Prowell. National Center for Asphalt Technology. 2005



CÓDIGO: ASF-11

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Disminución de consumo de combustibles

MEDIDA: Mezclas templadas

APLICABLE A: Asfaltos



Descripción de la medida

En España se denominan mezclas templadas a las fabricadas y puestas en obra a temperaturas menores a 100°C y su ligante esta basado en emulsiones bituminosas. Tienen prácticamente todas las ventajas ambientales y energéticas de las mezclas en frío, pero al fabricarse en centrales de mezcla en caliente se conseguiría una uniformidad muy superior de sus características; los inconvenientes relacionados con el proceso de maduración de la mezcla disminuyen, y sus características finales resultan muy parecidas a las de las mezclas en caliente.

La característica a destacar de esta mezcla es que la temperatura de fabricación es inferior a 100 °C y con una temperatura de puesta en obra comprendida entre 70 y 90°C (ref. 1) utilizando los mismos ligantes y las mismas formulaciones que las mezclas convencionales. Este proceso aprovecha la humedad de los áridos finos para conseguir la espumabilidad del ligante y, por consiguiente su manejabilidad y puesta en obra a una temperatura inferior a 100°C.

Implicaciones técnicas

Actualmente esta medida está en proceso de investigación, aunque recientes estudios y pruebas piloto han demostrado que puede ser fabricado en cualquier tipo de instalación, de las que actualmente existen para la fabricación de mezclas bituminosas en caliente, realizando pequeñas modificaciones. Estos estudios indican también que este proceso puede ser aplicado para cualquier tipo de mezcla utilizando los ligantes y formulaciones correspondientes a una mezcla convencional.

El transporte puede ser realizado utilizando el mismo equipamiento que para una mezcla convencional.

Implicaciones económicas

Con esta técnica se puede conseguir un considerable ahorro económico debido a que, al fabricar a unas temperaturas inferiores, la cantidad de combustible necesario para una misma producción también disminuye. Si a esto se le suma que no se necesita una maquinaria especial ni para su fabricación, transporte ni aplicación, los beneficios económicos son obvios.



Implicaciones ambientales

Al necesitarse una menor temperatura de operación (70-100°C), el requerimiento de energía se reduce, por lo que el consumo de combustibles disminuye, así como las emisiones a la atmósfera de contaminantes. Aproximadamente disminuye 1 litro de combustible por cada bajada de 20°C en la fabricación de 1 tonelada de mezcla caliente (ref. 1).

Esta reducción de temperatura también se traduce en la puesta en obra en una apreciable reducción de emisiones gaseosas, de humos y de olores, mejorando las condiciones de trabajo del personal, así como en unas más fáciles extensión y compactación, incluso en condiciones climáticas poco favorables.

En pruebas realizadas se ha constatado que la maquinaria de distribución y aplicación no requiere de una limpieza posterior, una vez ha sido vaciada, por quedar limpia. De esta manera se reduce la utilización de disolventes.



Ejemplo de aplicación de la medida

Con el fin de comprobar el comportamiento de las mezclas templadas tanto en su fabricación como su puesta en obra, el grupo Eiffage, en sus filiales de PANASFALTO en Madrid, y RUS en Sevilla, han llevado a cabo pruebas experimentales con el fin de evaluar su viabilidad.

La mezcla realizada por PANASFALTO fue extendida en obra. En la etapa de carga de los camiones se comprobó la casi ausencia de humos tras su salida de la mezcladora. La temperatura una vez fabricada y tomada desde el camión fue de 95°C. También se comprobó en obra que al ser descargada la mezcla sobre el equipo de extendido el remolque quedaba sin resto de aglomerado.

Los equipos utilizados durante el extendido fueron los mismos que para una mezcla convencional. La descarga se realizó sobre la extendedora a una temperatura de 84 °C. El extendido se llevó a cabo sin problemas y, además, un hecho a destacar por parte del personal fue la manejabilidad de la mezcla a la hora de realizar la junta longitudinal permitiendo el solape de los dos extendidos aún habiendo transcurrido un tiempo considerable. También se comprobó que el material auxiliar aparecía limpio una vez utilizado. La temperatura tomada en el extendido fue de 51 °C.

La compactación se realizó utilizando el mismo equipamiento que para una mezcla convencional.

Referencias

- "Las mezclas templadas, una respuesta a las necesidades actuales" III Jornada Técnica. ASEFMA. Madrid. Enero 2008.
- "CONSIDERACIONES AMBIENTALES SOBRE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS. RECICLADO DE MEZCLAS. MEZCLAS SEMICALIENTES" Miguel Angel Del Val. ASEFMA. 2005.
- "Mezclas bituminosas templadas, una alternativa a las mezclas asfálticas convencionales" IV CONGRESO ANDALUZ DE CARRETERAS (COAC) ESPAÑA
- Energy and Environmental Gains of Warm and Half-Warm Asphalt Mix: Quantitative Approach 87th Annual TRB Meeting January 16, 2008 Gregory A. Harder, P.E.



CÓDIGO: CAL-01

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

MEDIDA:

APLICABLE A:

Optimización del proceso de recuperación de suelos contaminados

Tratamiento in situ de inertización con cal de suelos contaminados

Cal

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

Rehabilitación de suelos contaminados mediante un tratamiento on-site con cales y derivados de ésta para la obtención de un relleno estabilizado que pueda ser reutilizado en el mismo emplazamiento con todas las garantías de haber fijado los contaminantes, evitando la posibilidad futura de que estos migren.

Es conocida la capacidad de los productos basados en la cal para estabilizar suelos, desde el punto de vista geotécnico, para su uso en obras lineales. El uso menos conocido de este producto es su capacidad de estabilizar la contaminación de diferentes materiales, como el suelo, eliminando así el riesgo por la presencia de contaminación en un emplazamiento.

Históricamente, la práctica más frecuente en emplazamientos contaminados ha sido la excavación y vertido. Sin embargo, la Directiva Europea de Vertederos (1999/31/EC) ha generado un cambio en esta práctica. Desde 2004 no está permitido el vertido de material contaminado junto a material no contaminado, y determinados materiales que presentan contaminación deben ser tratados previamente a su vertido.

A pesar de que en diversos países europeos (sobre todo Holanda, Alemania, Bélgica y Gran Bretaña) se han venido desarrollando y aplicando desde hace mucho tiempo tecnologías de remediación de suelos contaminados con el fin de verter la menor cantidad posible de material, a día de hoy en la CAPV prácticamente sólo se ha utilizado la excavación y depósito en vertedero controlado o gestión como residuo del suelo contaminado excavado.

La dosificación media de cal para el tratamiento on-site de suelos contaminados es de un 4% (ref.1).

Implicaciones técnicas

En el caso del tratamiento de suelos contaminados por metales pesados, entran en juego muchos factores y mecanismos. De estos, el control del pH, especiación química, y potencial redox son los más importantes. La adsorción puede jugar también un papel importante en la estabilización de los metales, pero existen pocos datos en la literatura que distinguen este mecanismo de otros. En el caso del tratamiento de metales con más de un posible estado de oxidación (cromo, arsénico y selenio) el potencial redox es especialmente importante. Las formas más insolubles de estos metales son en el caso del cromo y selenio las formas reducidas y, en el caso del arsénico, la forma oxidada, una vez en se encuentran en estas formas, es más efectiva la precipitación de los mismos por variación del pH del suelo hacia un pH básico. En el caso de los contaminantes orgánicos, la inmovilización de sus constituyentes suele ser debida a reacciones que destruyan o alteren estos compuestos, como hidrólisis, oxidación, reducción y formación de sales, o a procesos físicos como la adsorción o encapsulación.

Como inconveniente técnico hay que tener en cuenta la naturaleza del suelo a tratar, ya que un terreno rico en sulfatos solubles, si es tratados con productos base-cal pueden dar lugar a la formación de ettringita (trisulfato de calcio, aluminado de calcio, con 31-33 moléculas de agua de constitución). Este compuesto ocupa gran volumen de manera que su aparición daría lugar a fisuras y abombamientos del terreno tratado, de manera que la característica o el valor añadido de tener un terreno estanco, endurecido y sin posibilidad de lixiviación se perdería.

Implicaciones económicas

La inertización medioambiental de los suelos in situ mediante un tratamiento con cales y derivados de ésta, reportaría al propietario de suelo un ahorro en concepto de transporte de parte de las tierras a vertedero, así como el coste asociado a las tasas de vertido (en la CAPV las tasas de admisión varían desde 20 euros, en vertederos de no peligrosos, hasta 100 euros en vertederos de residuos peligrosos).

La tecnología necesaria supondría un coste aproximado de 25 €/m³ de suelo (coste de la cal + transporte + ejecución) (ref.2), sensiblemente inferior al coste del canon de vertido de suelos y tierras contaminadas. El gasto de



gestión de suelo contaminado en vertedero para los propietarios del suelo de la CAPV supuso en el año 2.006 un gasto de entre 650.160 € (43 €/m3) y 2.056.320 € (136 €/m3) (ref.1).

En la CAPV se han gestionado en los últimos años entre 7.400 y 15.000 m3 de suelo contaminado (ref.3) fuente: inventario de residuos peligrosos publicado por IHOBE). El 99% de dicho suelo se lleva a vertedero. Sobre la base media de unas 11.200 m3/año, el gasto por gestión y transporte de suelos contaminados en la CAPV ascendería a 2.056.320 € en vertedero de residuos peligrosos y 650.160 € en vertedero de residuos No peligrosos.

A continuación se resumen los beneficios económicos derivados de esta metodología:

- Ahorro de costes transporte a vertederos y/o depósitos de seguridad de residuos tóxicos y peligrosos.
- Ahorro en costes de inertización en fase de pretratamiento, y del transporte posterior de estos terrenos tratados a vertederos de inertes industriales.
- Ahorro en la aportación, si es necesario, de materiales de relleno, alargando la vida útil de las canteras.
- Posibilidad de reutilización de los emplazamientos descontaminados mediante el tratamiento para diferentes usos (suelo industrial, parques, explanadas, e incluso residencial).
- Posibilidad de reutilizar el material tratado en estructuras propias de la obra civil: terraplenes, explanadas, viales de urbanizaciones, taludes, caballones, rellenos de excavaciones.

Implicaciones ambientales

Beneficios ambientales de la medida:

- Es una técnica de recuperación de suelos encuadrada dentro del Real Decreto 9/2005 de Suelos Contaminados, que permite el tratamiento de suelos en el propio emplazamiento permitiendo un uso posterior ambientalmente aceptable.
- Es una técnica de recuperación amigable con el medio ambiente ya que evita excavaciones y prestamos de materiales que sean destinados a sustituir los terrenos contaminados, especialmente cuando sea necesario efectuar rellenos de las zonas excavadas.
- Elimina las actividades de transporte relacionadas con el traslado de los materiales contaminados a vertederos, evitando el impacto generado por la intensidad de tráfico de camiones.
- Finalmente, la posibilidad de reutilización de estos terrenos en obra civil para construcción de diferentes tipos de estructuras, permite minimizar las agresiones al medio ambiente generadas por esta actividad (préstamos, vertederos, etc.)

A modo de resumen, esta metodología de recuperación de suelos contaminados permite eliminar el riesgo debido a la presencia de los contaminantes en estos emplazamientos y, a su vez, disminuye el volumen de residuos generados y la ocupación de suelos por vertederos.



Ejemplo de aplicación de la medida

La estabilización de suelos es una técnica ampliamente utilizada en ingeniería civil, en la que aplicando el principio de reacción puzolánica, la cal se combina con la sílice de un terreno para dar una reacción de cementación natural.

Con esta técnica como base y a través de un proyecto subvencionado por un programa Innotek del Gobierno Vasco, Calcinor ha finalizado con éxito la etapa de investigación de este proyecto de descontaminación de suelos mediante la técnica de estabilización y solidificación (E/S) a escala de laboratorio, obteniendo resultados positivos para la aplicabilidad en el caso de recuperación de suelos, teniendo proyectado para finales del 2.008 la ejecución de esta prueba industrial como validación del método a escala real en un emplazamiento de Aduna-Gipuzkoa.

Referencias

- Memoria del proyecto. Diseño y Desarrollo de una Tecnología de Recuperación In-Situ de Emplazamientos Contaminados a Partir de Productos Base-Cal. INTEK – BERRI 2007.
- Información proporcionada por CALCINOR, S.A.
- Inventario de residuos peligrosos de la CAPV. IHOBE
- EPA 2001



CÓDIGO: CAL-02

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

MEDIDA:

APLICABLE A:

Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero

Mejora de la eficiencia energética en el proceso productivo

Cal

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

Es posible reducir las emisiones de CO₂ a través de la utilización de hornos más eficientes o mejorando el funcionamiento de los ya existentes, usando técnicas similares a las de la industria del cemento (e.g. precalentadores, quemadores mejorados, sistemas de enfriado de alta eficiencia). Se pueden conseguir reducciones de emisiones (5-10% de las emisiones. Ref 1) mediante medidas de eficiencia energética con periodos de amortización de 3 años o menos.

Implicaciones técnicas

Ejemplo 1: Con la adición de un precalentador a un horno rotatorio existente de 500 toneladas de producción diaria:

Disminución de consumo de combustible: de 7.5 GJ/Tn de cal a 5.7 GJ/Tn de cal

Aumento de consumo eléctrico: + 10 kWh/ Tn de cal

Aumento de coste de mantenimiento: + 0.50 €/ Tn de cal

Con esta medida se puede conseguir una reducción de emisiones de CO₂ de aproximadamente un 12% (ref.1).

Ejemplo 2: Reemplazo de un horno rotatorio de 500 toneladas de producción diaria (Ø alimentación : 2÷30 mm) por un horno vertical de flujo paralelo regenerativo (Ø alimentación : 12÷90 mm) de la misma capacidad

Disminución de consumo de combustible: de 7.5 GJ/ Tn de cal a 3.7 GJ/ Tn de cal

Aumento de consumo eléctrico: + 15 kWh/ Tn de cal

Disminución de coste de mantenimiento: - 1.0 €/ Tn de cal

Alimentación: aumento de coste, ya que la fracción 2-20 mm no se encuentra calcinada (ref.1).

Con esta medida se puede conseguir una reducción de emisiones de CO₂ de un 25 a un 35%, dependiendo del combustible utilizado.

Implicaciones económicas

Este tipo de medidas requieren de una elevada inversión, cuyo tiempo de amortización dependerá de:

- Magnitud de la inversión
- El coste del combustible ahorrado
- El coste de la electricidad
- Modificación de costes de producción/mantenimiento
- Ahorro en derechos de emisión



Implicaciones ambientales

Con estas medidas se aumenta la eficiencia energética del proceso productivo de la fabricación de la cal, consiguiendo una considerable disminución en el consumo de combustibles y, por consiguiente, una disminución en las emisiones de CO2 y otros contaminantes a la atmósfera.



Ejemplo de aplicación de la medida

El Grupo Calcinor está totalmente adaptado a este tipo de medidas, ya que el total de sus fábricas producen sus cales y dolomías calcinadas en hornos verticales regenerativos de flujo paralelo, que es la MTD (Mejor Técnica Disponible) recogida en el BREF Europeo.

Referencias

- "Potential reduction of CO2 emissions & associated abatement costs in the European Lime industry" G. FLAMENT, Th SCHLEGEL. 11th ILA Congreso. May 17th, 2006.



CÓDIGO: CAL-03

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero

MEDIDA: Utilización de combustible más limpios o alternativos

APLICABLE A: Cal



Descripción de la medida

Mediante la utilización de nuevos combustibles sólidos alternativos, sustituyendo los combustibles convencionales, bien sea total o parcialmente, conseguir mejoras en las eficiencias energéticas así como disminuir la emisión de gases y partículas a la atmósfera.

De todos los combustibles que actualmente hacen viable la obtención de cal, el que es mejor desde un punto de vista medioambiental (presenta un menor factor de emisión) es el gas natural.

Otro combustible a ser considerado es la Biomasa, por ser éste un combustible catalogado como de emisión 0 de CO2 (ref.1).

Implicaciones técnicas

Según las tecnologías desarrolladas hoy en día para el transporte e inyección de combustibles en el sector calero, los combustibles a utilizar deben de ser sólidos con contenidos inferiores al 1% en H2O y que sean transportables neumáticamente (ref.2).

Además para inyectar biomasa, dado su bajo poder calorífico (4.000 Kcal/Kg), exige que sea necesario el mezclar estos combustibles con otros (normalmente gas natural) para ayudar a la obtención del calor necesario para la fabricación de cal. La sola introducción de biomasa generaría tal cantidad de gases de combustión y de combustible en el horno, que este no sería capaz con el diseño de los hornos de hoy en día de aguantar la sobrepresión generada.

El hecho de quemar biomasa (combustibles con elevado % de volátiles) obliga a trabajar con sistemas de seguridad punteros y muy fiables, ya que el almacenamiento de estas biomasa puede provocar autocombustión.

En cuanto a la biomasa, es necesario aclarar aspectos sobre su disponibilidad por la naturaleza, características, proceso de utilización y logística de suministro. Las restricciones en la legislación actualmente vigente sobre su transporte hacen incierto, al día de hoy, cualquier previsión de consumo.

Se trata de una medida en fase de estudio, y se confía que en un futuro su aplicación sea factible.

Implicaciones económicas

En el caso del gas natural, entre las limitaciones económicas cabe destacar la subida en un 50 % del precio del gas desde enero de 2006, por lo que está aumentando el consumo de coque de petróleo, previéndose que éste alcanzará un 44,11 % en el 2012 (ref.1).

En el caso de la biomasa, los escasos puntos de producción de este material, su producción no continuada a lo largo del año, sino en temporadas, su almacenamiento y distribución no-continuas, así como la necesidad de adaptación de las instalaciones de combustión actuales hacen muy complicada su utilización.

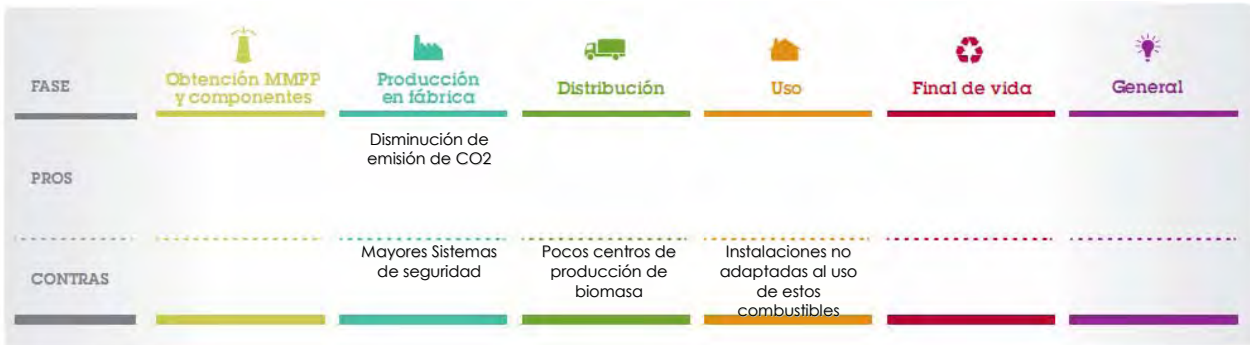
Por las razones técnicas y económicas descritas anteriormente, el sobrecoste de la utilización de biomasa como combustible hace muy difícil su uso hoy en día como combustible alternativo.



Implicaciones ambientales

La principal mejora ambiental que se consigue con esta medida es la disminución de emisiones de CO2, en el caso de utilización de gas natural, por presentar un menor factor de emisión que los combustibles tradicionales (petcoke, etc.), y en el caso de la biomasa, por ser éste un combustible catalogado como de emisión 0 de CO2.

Como ya se ha indicado en las implicaciones técnicas, el evado porcentaje de volátiles de la biomasa obliga a trabajar con sistemas de seguridad punteros y muy fiables, ya que el almacenamiento de estas biomasa puede provocar autocombustión.



Ejemplo de aplicación de la medida

En el año 2004, un 50,13% de la cal se produjo mediante gas natural, frente al 35,7% de 1990, lo que supone un incremento del 40% en el empleo de este combustible en el periodo 1990-2004 (ref.1).

Como ejemplo de esta medida, Calera de Alzo (Grupo Calcinor) realizó en el año 2.006 pruebas de combustión con biomasa durante diez días de las que se extrajeron las siguientes conclusiones (ref.2):

Reducción de las emisiones de CO2 al quemar biomasa. Del 30% teórico de reducción no se pudo llegar más que hasta el 15-20%, ya que en ningún caso se consiguió llegar al 100% de combustión de biomasa dadas las tecnologías actuales disponibles para inyectar estos materiales y la sobrepresión obtenida en el horno. En la mayor reducción de CO2 conseguida, no se pudo llegar a trabajar con el nominal de producción del horno, debido también a la sobrepresión generada.

Las tecnologías actuales en el sector calero no están adaptadas para combustionar con garantías este tipo de combustibles.

Se exigen medidas de seguridad importantes para controlar la NO-Autocombustión de las biomasa.

La logística de estos combustibles es deficitaria: Existen pocos centros de producción, lejanos y sin garantía de suministro regular a lo largo de todo el año.

Referencias

- Ciclo Integral Energético. 8º Congreso Nacional del Medio Ambiente. CONAMA 8.
- Información facilitada por Grupo Calcinor.



CÓDIGO: CARP-01

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducir impacto ambiental en los bosques origen

MEDIDA: Utilización de madera certificada

APLICABLE A: Carpintería - Madera



Descripción de la medida


La certificación forestal garantiza que la madera procede de un bosque gestionado mediante los criterios ecológicos, económicos y sociales adecuados, para ello existen algunas etiquetas ecológicas, entre las que se recomiendan las siguientes: FSC (Forest Stewardship Council) o PEFC (Consejo de Certificación Forestal Pan-Europeo).

El Consejo de Administración Forestal (Forest Steward Council, FSC) (ref.1), es una organización internacional sin ánimo de lucro que apoya la administración ambientalmente apropiada, socialmente beneficiosa y económicamente viable de los bosques del mundo. Acredita a organizaciones independientes que pueden certificar actividades de manejo forestal y fabricantes de productos forestales bajo los estándares del FSC. La siguiente etiqueta permite a los consumidores identificar productos que garantizan el desarrollo de la gestión forestal responsable: productos con algún porcentaje de FSC, incluido el 100%, productos con materias mixtas y productos reciclados.




El Consejo de Certificación Forestal Pan-Europeo (PEFC) (ref.2) engloba las distintas entidades de certificación forestal regionales o nacionales que se han desarrollado para cumplir requisitos reconocidos internacionalmente para la administración forestal sostenible.

Los productos certificados por PEFC se reconocen porque disponen de alguna de las siguientes etiquetas


PEFC número de licencia del logo
'PROMOVER UNA GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE'
 para más información:
www.pefc.org

Quando el fabricante utiliza en su línea de producción madera certificada en una cantidad limitada controlada por la Cadena de Custodia.


PEFC número de licencia del logo
'PROCEDENTE DE BOSQUES GESTIONADOS DE MANERA SOSTENIBLE'
 para más información:
www.pefc.org

Certifica el 100% de la producción.
Garantiza que toda la materia prima es procedente de un bosque certificado PEFC en su totalidad y que si la misma ha pasado por algún proceso productivo previo también ha sido certificado por el método de segregación física al 100%.



Implicaciones técnicas

Existen proveedores de madera certificada en España, y se pueden conocer y actualizar a través de las páginas www.fsc-spain.org. (ref.1) y www.pefc.es (ref.2).

Implicaciones económicas

La madera certificada es un 10% más cara que la común. Un informe elaborado por Greenpeace (ref.3), basado en los datos aportados por 12 empresas suecas productoras de madera, indica que entre 1998 y 2002 la demanda de madera certificada por el FSC se incrementó en España un 700%.

Las administraciones realizan una discriminación positiva de aquellos proyectos que utilicen madera certificada en la adjudicación de obras y suministros.

Implicaciones ambientales

El uso de madera certificada según las etiquetas ecológicas asegura que procede de bosques cuya gestión es sostenible, reduciéndose así el impacto ambiental.



Ejemplo de aplicación de la medida

MADERAS LASA Y LECUMBERRI, S.A. es una empresa dedicada a la importación de maderas de diferentes partes del mundo. También ofrecen productos elaborados para el sector de la construcción, jardinería, decoración y bricolaje.

Es distribuidor de productos certificados FSC (Forest Management and Chain of Custody) mediante el cual se garantiza al consumidor que actúa según los principios y criterios establecidos por el Consejo de Administración Forestal (FSC).

Luvipol® pertenece desde su creación al Grupo 2000, cuyos integrantes están comprometidos a utilizar madera certificada procedente de bosques gestionados de forma racional y sostenible, siendo la primera empresa española fabricante de puertas, entre las que se encuentra la gama Bosco, en obtener el certificado FSC mediante el cual se garantiza al consumidor que Luvipol® actúa según los principios y criterios establecidos por el Consejo de Administración Forestal (FSC).

Referencias

- www.fsc-spain.org
- www.pefc.es
- Cuando el consumidor contribuye a mejorar la gestión forestal de los bosques del planeta. El mercado español de madera certificada FSC. Miguel Angel soto. Campaña de bosques de Greenpeace.
- www.productosostenible.net
- "Manual de uso sostenible de la madera" Ayto. de Madrid



CÓDIGO: CARP-02

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Minimización del impacto ambiental de los materiales

MEDIDA: Utilización de productos inocuos para tratamiento de madera

APLICABLE A: Carpintería - Madera



Descripción de la medida

Utilización de productos inocuos y con baja emisión de COVs para la protección y preservación de la madera

De forma genérica, la madera ofrece un menor impacto ambiental que otros materiales ya que durante su producción se generan menos residuos tóxicos y se consume menos energía que en la elaboración de otros productos como metales, plásticos, etc. De todos modos, la utilización de madera en el sector de la construcción conlleva unos impactos ambientales:

- Emisiones de CO2 asociadas al transporte de ésta.
- Emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) contenidos en los productos de tratamiento y acabado de ésta.
- Impacto ambiental de la explotación de los bosques en origen

Teniendo en cuenta las condiciones en las que se encuentre, y las exigencias a las que deba responder, la madera puede necesitar los siguientes tratamientos preventivos:

- Protección frente al fuego.
- Protección frente a la luz. Se aplican lasures, oscureciendo un poco la veta, pero se distingue claramente porque se trasluce.
- Protección frente a insectos xilófagos. Se emplean productos insecticidas basados en productos organoclorados, que es conveniente sustituirlos por resinas tipo piretroides, con una menor incidencia ambiental.
- Protección frente a hongos xilófagos. Se emplean productos fungicidas, algunos de los cuales contienen cobre, zinc, boro o arsénico, con graves efectos medioambientales, por lo que es recomendable utilizar otros productos de menor impacto ambiental.

En ambientes interiores cabe la posibilidad de no tratar la madera, limpiando las manchas que puedan aparecer con caolín, que confiere a la madera un aspecto blanquecino. Esta es una práctica muy extendida en el norte de Europa.

Por otra parte, la norma UNE EN 335-1 establece el tipo de tratamiento más adecuado para combatir cinco clases de riesgos. Cada una de estas clases de riesgo está vinculada con los agentes xilófagos que más probablemente pueden atacar la madera en función del grado de humedad que ésta puede alcanzar y del emplazamiento donde sea colocada. Cabe recordar que si su contenido de humedad es superior al 20-22 %, existe la posibilidad de ataque por hongos de pudrición o termitas

En ambientes, dónde sea necesario el tratamiento de la madera, se propone la utilización de productos naturales, inocuos, minimizando así el impacto ambiental asociado a los mismos, disminuyendo las emisiones de COVs, alargando la vida útil de la madera y garantizando su reciclabilidad.

Implicaciones técnicas

Esta medida supone la sustitución, siempre que sea posible, de algunos productos de tratamiento actualmente utilizados y la sustitución de éstos por los que se proponen a continuación (ref.2).

Producto sustituido	Producto sustituto
Barniz	Barniz natural para suelos
Ceras	Ceras naturales
Esmaltes sintéticos	Esmaltes al aceite o al agua
Pinturas protectoras y tratamientos sintéticos	Pinturas protectoras y aceites naturales
Pinturas de acabado sintéticas	Pinturas de acabado naturales
Pegamentos y adhesivos sintéticos	Pegamentos y adhesivos naturales



La madera es un elemento vivo. Cuando requiere humedad la absorbe del entorno y cuando le sobra, la expulsa de nuevo al exterior. Además, en función de la temperatura, experimenta movimientos de contracción y dilatación. Debido a estas características, los tratamientos protectores de la madera deben permitir que desarrolle sus funciones reguladoras. Algo que no ocurre con los barnices y protectores sintéticos. Cuando se aplican sobre la madera, estos productos crean una capa superficial que la aísla totalmente del exterior.

Los aceites y resinas vegetales tienen la ventaja de penetrar en la madera para protegerla desde el interior. Se trata de productos elásticos e hidrófugos (evitan la humedad), que se adaptan a los movimientos de la madera, impiden que ésta se agriete y eliminan la necesidad de decapado o lijado. La consecuencia es una madera que se mantiene en buen estado durante más tiempo y de mantenimiento más sencillo.

Implicaciones económicas

La utilización de los productos propuestos para el tratamiento de la madera, que no producen emisiones de COVs u otros compuestos tóxicos durante su aplicación, no implica necesariamente un encarecimiento del proceso, aunque generalmente se trate de productos más caros.

En la referencia 3 pueden consultarse los precios de todos estos productos sustitutivos propuestos, a modo de ejemplo:

Precio material sustituible	Precio material sustitutivo
Barniz brillante de poliuretano para suelos de madera 13,25€/litro	TUNNA barniz para suelos nº610 24,16 €/litro (envase de 5 litros) 22,46 €/litro (envase de 10 litros)

Implicaciones ambientales

El uso de productos inocuos, naturales y con bajo contenido en COVs, facilita el reciclaje de la madera y la reducción de emisiones atmosféricas tóxicas y ofrecen el valor añadido de alargar la vida útil de la madera. Para la industria se reduce el impacto ambiental también en el puesto de trabajo.



Las siguientes empresas disponen de diversas variedades de los productos Barniz natural para suelos, Ceras naturales, Esmaltes al aceite o al agua, Pinturas protectoras y aceites naturales, Pinturas de acabado naturales y Pegamentos y adhesivos naturales:

- ECOPAINT IBÉRICA, S.L. : C/Octavio Lacante, 55; 08100 Mollet del Vallés; 973 192310 www.livos.de
- CASA ECOLÓGICA HORST MORITZ; Partida Les Comes, s/n; 43530 ALCANAR (Tarragona), 977 73 21 86 www.biofa.de
- ECOQUIMIA, S.L.; C/ Ávila, 41; 08195 Sant Cugat del Vallés (Barcelona), 936 74 24 72 www.ecoquimia.info
- INDUSTRIAS TITAN, S.A.; C/ 114, nº21-23; Pol.Ind. Pratense : 08820 El Prat de Llobregat; 934 79 74 94
- INTEGRALIA; La Casa Natural, S.L.; VALENCIA, 963 95 19 59 www.aglaia.de
- BIOFUSTA. www.biofusta.com

Referencias

- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
- Manual de uso sostenible de la madera. Ayto. de Madrid
- Catálogo de productos de bajo impacto ambiental para el mantenimiento y rehabilitación de los edificios del Ayuntamiento de Madrid.



CÓDIGO: CARP-03

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducción de consumo de MMPP de origen natural

MEDIDA: Uso de residuos de madera para la fabricación de productos de madera

APLICABLE A: Carpintería - Madera



Descripción de la medida

Uso de residuos/subproductos de madera para la fabricación de productos de madera

Esta medida propone la utilización de residuos/subproductos de madera para la construcción de nuevas piezas de madera.

Actualmente, los restos de madera son la materia prima base de la industria del tablero la cual aprovecha los subproductos de la industria del aserrío, del mueble y de las explotaciones forestales. También se utiliza madera reciclada para el encofrado, vigas, puertas, suelos y ventanas.

Implicaciones técnicas

La industria española del tablero recicla maderas procedentes de envases y embalajes, recortes de la industria de carpintería, mueble y ebanistería, así como una gran cantidad y variedad de maderas, de fin de vida útil, procedentes de la industria y de la recogida selectiva. Esta industria es miembro de Ecoleño, la entidad englobada en Ecoembes, que gestiona los puntos verdes de los envases y embalajes, para hacer efectiva la recuperación de madera.

Proveedores del residuo/subproducto a utilizar:

Como dato de referencia sobre la cantidad de residuos de madera que se generan en la CAPV, se conoce que durante año 2004 se inventariaron 623087 Tn de residuos procedentes de la transformación de la madera y la producción de tableros y muebles (ref. 3).

Aserraderos: Se deben localizar, para cada caso particular, los aserraderos más próximos a la fábrica.

Algunos valorizadores de madera en la CAPV son los siguientes:

Arregi Etxabe Juan José, S.A.; Bañu-Etxe, S.L.; Debeke Recycling, S.L.; EMAÚS Bidasoa, S.L.U.; EMAÚS, S.COOP. ; Palenor S.L.; Palets del Valle, S.L.; Palets Victoria, S.A.; Papeles Nervión, S.L.; Recicladós Egutegi.; SADER.

Se puede consultar un listado más amplio y actualizado de los recicladores de madera, así como más información sobre la localización, capacidad de la instalación, tipología de residuos aceptados, productos que venden etc. de cada uno de los citados en el Catálogo de Reciclaje Industrial de la CAPV (ref.5).

Implicaciones económicas

El precio de los restos de madera procedentes de valorizadores de estos residuos depende del mercado y del transporte.

Representantes de la Asociación Nacional de Fabricantes de Tableros (ANFTA) han solicitado que se de prioridad al reciclaje de los restos de la madera frente a su quema para uso energético. La financiación con recursos públicos de la energía eléctrica producida por la combustión de los restos de madera, es un serio competidor para sus centros industriales. Por ello, nuestro país es deficitario en producción de restos de madera, por lo que necesita importar madera de otros países para cubrir la demanda de las fábricas de tablero.



Con el sistema Finger joint se obtiene un rendimiento de la madera más elevado, la madera con nudos barata se convierte en madera valiosa y se genera un consumo de material más bajo.

Implicaciones ambientales

El uso de residuos/subproductos de madera contribuye a minimizar la deforestación y a disminuir la cantidad de residuos en vertederos, por lo que se reduce el impacto ambiental de la actividad.



Ejemplo de aplicación de la medida

Datos obtenidos de la ANFTA (Asociación Nacional de Fabricantes de Tableros, ref.4)

El sector del tablero avanza en el consumo de madera reciclada. En 2007, los industriales españoles de tablero emplearon 1.585.558 m3 de madera reciclada para fabricar sus productos, lo que supone un incremento del 19% respecto al año anterior.

El sector del tablero, pionero en el reciclado, tiene como objetivo alcanzar un consumo de 2 millones de metros cúbicos de madera reciclada para el año 2010.

Actualmente un 63% de la madera utilizada en los procesos de fabricación del tablero es reciclada. La materia prima necesaria para elaborar un tablero de partículas presenta una gran variedad de especies y dimensiones. Se puede utilizar casi cualquier madera, aunque es recomendable que la densidad de la madera sea inferior a la del tablero que se fabrique a partir de ésta. (ref 4)

Amatex, S.A. empresa soriana dedicada al aprovechamiento de la madera y su tratamiento para exteriores, dispone de una prensa "Profijoint" para empalmar mediante el sistema de finger-joint pequeñas piezas de madera ya optimizadas en una tronadora. Según la empresa, con la nueva «Profijoint» se aprovecha al máximo la madera, ya que se logra generar piezas de considerables dimensiones (que antes costaban de encontrar) mediante la unión de numerosos pequeños retales de madera.

El sistema Finger Joint (o unión de dedos) permite la unión eficaz de piezas de madera, mediante prensado horizontal, optimizando la madera que sobra. Todas las vigas de grandes dimensiones incorporan esta técnica para alargar su longitud o para generar formas increíbles.

Referencias

- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
- www.ingurumena.net (Medio ambiente / Residuos / Residuos no peligrosos: Listado de gestores autorizados)
- Inventario de residuos no peligrosos de la Comunidad Autónoma del País Vasco 2004.
- www.anfta.es
- Catálogo de Reciclaje Industrial de la CAPV: <http://www.ihobe.net/catalogo/objeto.html>



CÓDIGO: CARP-04

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Minimización del uso de sustancias tóxicas

MEDIDA: Utilización de uniones mecánicas entre piezas y evitar el uso de adhesivos

APLICABLE A: Carpintería - Madera



Descripción de la medida

Existe varias técnicas de unión entre piezas: Pegado o encolado, Clavado, Atornillado y Ensamblado.

Se propone sustituir la unión entre piezas mediante colas o adhesivos por uniones mecánicas. Las colas son fácilmente alterables por los agentes atmosféricos y térmicos, por lo que al suprimirlas en las uniones mecánicas de las piezas de madera, la estructura resultará con una vida útil más larga.

Implicaciones técnicas

Se necesitan herramientas profesionales adecuadas para aplicar las técnicas de ensamblaje en ausencia de cola.

En la fresadora, se utilizan diversos tipos de fresas para obtener diferentes tipos de ensamblaje, así, se utilizan fresas para ensamble cónico y ensamble cónico con rebajador y fresas para machihembrado (simple, doble, simple con bajofondo, doble con bajofondo, etc), entre otros.



Ensamble cónico con rebajador



Machihembrado simple

Implicaciones económicas

El coste de la unión mecánica dependerá del tipo de unión que se utilice y de la solución constructiva de la que se trate. De modo que no se puede predecir de forma genérica si la unión con adhesivos o colas es más o menos costosa que la unión mecánica.

Implicaciones ambientales

Mediante la aplicación de esta medida se evita el uso de adhesivos y colas, generalmente tóxicos, lo que facilita el posible reciclado posterior de la madera.





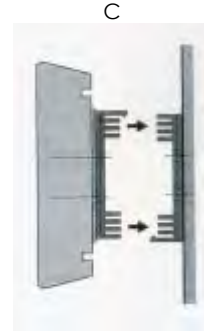
Ejemplo de aplicación de la medida

En los revestimientos de fachadas en madera, el sistema más habitual de fijación es el clavado o atornillado del revestimiento sobre rastreles, imágenes A (láminas horizontales machihembradas colocadas horizontalmente) y B (Lamas horizontales con junta abierta).

Otro sistema utilizado cuando se pretende ocultar totalmente la tornillería, es la fijación oculta, consistente en la fijación de clips de plástico sobre la cara trasera del entablado y sobre el muro, imagen C.



Fuente: FACHADAS (Chueca)



Fuente: JUPIT' AIR

Referencias

- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
- www.construnario.es/notiweb
- Revestimiento de Fachadas en Madera. Ángeles Mosquera Vidal. Revista CIS-Madera. www.cismadera.com/galego/downloads/fachadas.pdf



CÓDIGO: CARP-05

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Disminución del consumo de MMPP de origen natural

MEDIDA: Uso de PVC reciclado

APLICABLE A: Carpintería - PVC / Instalaciones



Descripción de la medida

Existen dos tipologías de PVC que se reciclan, el procedente del proceso industrial (anterior al consumo) y el procedente de los RSU (post-consumo).

Sin embargo, debido a sus ciclos de vida útil, que pueden alcanzar hasta 50 años y más para algunas aplicaciones, como las tuberías y perfiles, existe un "desfase temporal" entre el consumo de PVC y su presencia en la cadena de residuos. Los productos de PVC alcanzaron una importante cuota de mercado en los años 60. Si tenemos en cuenta unos ciclos de vida útil de unos 30 años o superiores, cabe suponer que en torno a 2010 empiece a producirse un importante incremento de las cantidades de residuos de PVC.

Actualmente, el destino principal de los residuos de PVC es el vertedero (2,6-2,9 millones de Tn en UE), seguido de la incineración (600.000 Tn en UE) y por último, el reciclaje mecánico (unas 100.00 Tn en la UE).

Las principales opciones de gestión de residuos para los residuos de PVC son el reciclado mecánico, el reciclado químico, la incineración y la descarga en vertedero.

Por reciclado mecánico se entienden los procesos de reciclado en los que los residuos de PVC sólo se tratan mecánicamente, principalmente mediante picado, tamizado y triturado. Los reciclados resultantes (en forma de polvo) pueden transformarse en nuevos productos. Dependiendo del grado de contaminación y de la composición del material recogido, la calidad de los reciclados de PVC puede variar mucho. Dicha calidad determina hasta qué grado el material virgen puede ser reemplazado por reciclados: los de "alta calidad" pueden reutilizarse en los mismos tipos de aplicaciones de PVC mientras que los de "baja calidad" obtenidos de fracciones de residuos mixtos sólo pueden "subreciclarse" en productos habitualmente fabricados a partir de otro material.

La industria de PVC ha puesto en marcha un sistema de reciclaje químico de PVC con el que se obtiene un producto equiparable a la materia prima original. Este innovador proceso, que se ha lanzado al mercado con el nombre de Vinyloop y cuya patente ostenta el Grupo Solvay, está basado en la utilización de un disolvente biodegradable selectivo del PVC. El material se disuelve primero selectivamente y se recupera por precipitación, el disolvente se regenera en un bucle cerrado de evaporación/condensación y el compuesto de PVC resultante es de gran calidad.

La rentabilidad económica se alcanza cuando los costes de reciclado netos (es decir, los costes globales de recogida, separación y transformación menos los ingresos obtenidos de la venta de los productos reciclados) son inferiores a los precios de otras rutas alternativas de gestión de residuos para los residuos relacionados con el PVC, como son la incineración y descarga en vertedero. Si no puede lograrse la rentabilidad económica, el reciclado de los residuos de PVC no tendrá lugar en condiciones de mercado libre, a menos que existan obligaciones normativas o medidas voluntarias para aplicar o fomentar el reciclado de PVC. La recogida constituye el principal punto de estrangulamiento en relación con la disponibilidad de los residuos y los costes.

Implicaciones técnicas

Dependiendo de la calidad del material reciclado se podrá sustituir total o parcialmente el material PVC virgen. Existe PVC reciclado de "alta calidad" y de "baja calidad".

El PVC es el segundo plástico más reciclado. En España, existen cerca de 30 plantas de reciclaje mecánico que recuperan casi 50.000 toneladas al año, fundamentalmente en Cataluña, Madrid, País Vasco y Levante.

Aunque no existe legislación específica —directiva europea— que marque las cantidades a reciclar, el PVC, como el resto de los plásticos, está afectado por la Directiva de Envases y Residuos de Envases y por la de Vehículos



Fuera de Uso. Según estas directivas, la industria europea del PVC debería llegar a reciclar, en el año 2010, 155.000 toneladas de PVC. La industria, a través de su "Compromiso Voluntario", se impone reciclar 413.000 toneladas de residuos de PVC, es decir, 258.000 toneladas más que lo determinado por las directivas enunciadas (ref.1).

Implicaciones económicas

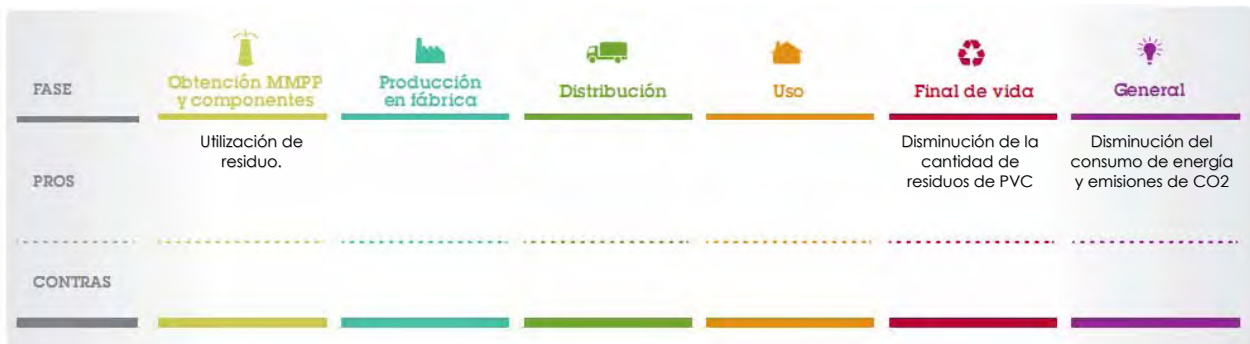
Debido a la calidad del PVC reciclado con el método vinyloop, éste resulta más económico que productos nuevos de la misma calidad. (ref.2)

El PVC reciclado que se puede utilizar en carpinterías e instalaciones tiene un precio de venta que depende del mercado y del transporte. Es más caro que el PVC virgen. Los recicladores de PVC de la CAPV consultados lo venden actualmente a 0,60€/kg.

Implicaciones ambientales

La estimación del consumo de energía y emisiones de CO2 debido a la producción, uso, reciclaje y disposición final de residuos de una ventana de PVC sin material reciclado es de un consumo de 1.780 kWh y unas emisiones de 742 kg de CO2. Una ventana de PVC con un 30% de material reciclado presenta el menor consumo de energía, 1.740 kWh, y emisiones de CO2 730 kg (ref.3).

El uso de materiales reciclados contribuye a disminuir la cantidad de residuos en vertederos o su eliminación por incineración, por lo que reduce el impacto ambiental de la actividad.



Ejemplo de aplicación de la medida

El sector que más cantidad de PVC consume es el de la construcción, que en Europa absorbe alrededor del 57% del consumo total del PVC, en aplicaciones con un ciclo de vida de entre 10 y 50 años.

Una planta industrial con el sistema Vinyloop con una capacidad de tratamiento de 10.000 toneladas anuales está funcionando en Ferrara (Italia) desde febrero de 2002. En Mayo de 2006 se inauguró otra planta con este sistema en Chiba (Japón) con una capacidad de tratamiento de 18.000 t/año. Hispavic Ibérica, S.L. está pilotando actualmente un estudio en España para determinar la viabilidad técnico-económica de una planta de reciclado de PVC basada en este proceso.

La empresa KÖMMERLING tiene una línea de productos "GreenLine" que incorporan PVC reciclado. Este PVC reciclado se obtiene de los restos de PVC generados en el mismo proceso de producción y vuelve a incorporarse al ciclo de producción, ahorrando así energía y materias primas. Por otro lado, estos productos "GreenLine" cumplen las normativas medioambientales de la Unión Europea en lo referente a la eliminación total de los metales pesados (cadmio/plomo) en los procesos industriales. Las ventanas GreenLine se utilizan actualmente en edificios nuevos y antiguos, en renovaciones, en saneamientos y en recuperaciones. (ref. 7)

Referencias

- PVC reciclado de calidad. Plásticos Universales. 01-02-2003. www.interempresas.net/Plastico/Articulos
- www.vinyloop.com
- "Estimación del consumo energético y de la emisión de CO2 asociados a la producción, uso y disposición final de ventanas de PVC, aluminio y madera". Informe PVC-Ven-200501-2. Baldosado Recio, J.M.; Parra Narváez, R.; Jiménez Guerrero, P. Abril 2005. www.solvaymartorell.com/static/wma/pdf/8/1/8/0/VentanasCO2.pdf
- LIBRO VERDE. Cuestiones medioambientales relacionadas con el PVC. COMISIÓN EUROPEA. Bruselas, 26.7.2000. COM (2000) 469 final. <http://ec.europa.eu/environment/waste/pvc/es.pdf>
- www.vinyl2010.org/
- www.anaip.es
- www.kommerling.es
- Catálogo de Reciclaje Industrial de la CAPV: <http://www.ihobe.net/catalogo/objeto.html>



CÓDIGO: CARP-06

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Disminución del impacto ambiental de las MMPP utilizadas

MEDIDA: Reducción del uso de aditivos con plomo y cadmio en el PVC

APLICABLE A: Carpintería - PVC / Instalaciones



Descripción de la medida

La asociación de fabricantes de vinilo acordó reducir en un 15%, para el año 2005, el uso de aditivos de plomo y cadmio, y en un 50% para el año 2010. En el año 2006 ya se superó el objetivo del 2005 ya que se redujo en un 21,3% el uso de dichos aditivos.

Con el fin de obtener la gama de propiedades necesarias en los productos acabados, el polímero de PVC se mezcla con aditivos. Según la aplicación a que se destina, la composición de la mezcla de PVC (resina + aditivos) puede variar considerablemente debido a las diferentes cantidades de aditivos que se incorporan en el polímero como cargas, estabilizantes, lubricantes, plastificantes, pigmentos o pirorretardantes.

Las categorías de aditivos más importantes, que han de ser evaluadas por científicos en cuanto a su peligrosidad y los riesgos para la salud humana y el medio ambiente, son los estabilizantes, en particular los que contienen metales pesados como plomo y cadmio, y los plastificantes, principalmente los ftalatos. Los estabilizantes se añaden al polímero de PVC para evitar su degradación por el calor y la luz. Se utilizan diferentes tipos de estabilizantes y su contenido en el producto final varía según los requerimientos técnicos de la aplicación a que se destinen.

Esta medida propone la sustitución del plomo cadmio por otros estabilizantes como el calcio-zinc y los órgano estánicos con menor impacto ambiental asociado. Los compuestos de calcio/zinc presentan un perfil de riesgo más ventajoso que los de plomo/cadmio y actualmente no están clasificados como peligrosos. Los estabilizantes estánicos tienen propiedades menos favorables en relación con el medio ambiente y los seres humanos.

Implicaciones técnicas

La sustitución general de los estabilizantes de plomo se ve obstaculizada en la actualidad por motivos técnicos (calidad del producto, normas, exigencias de ensayos) y económicos (costes más elevados).

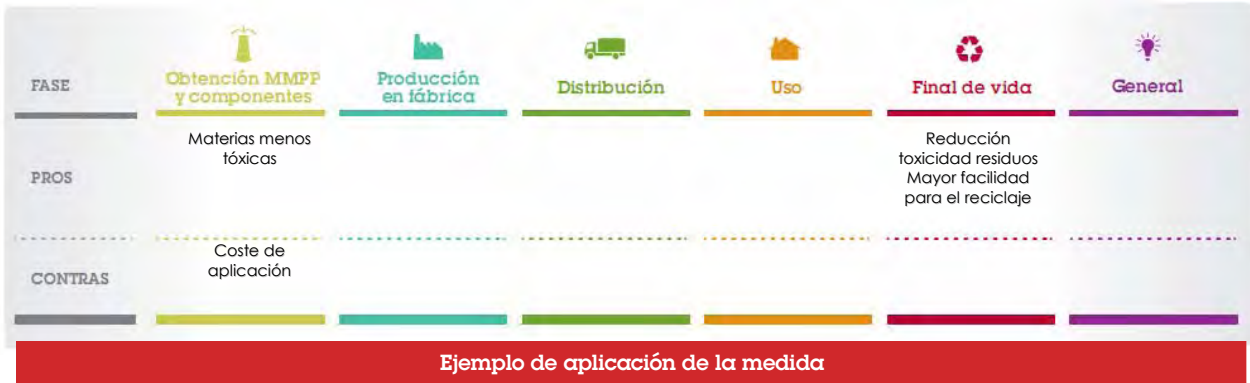
Implicaciones económicas

Cabe suponer que en un futuro próximo la diferencia de precio entre los estabilizantes de plomo y los estabilizantes de calcio/zinc disminuirá gracias a las nuevas capacidades de producción que se construyen en la actualidad



Implicaciones ambientales

La sustitución de los aditivos de plomo y cadmio reducirá la toxicidad del producto, y permitirá una capacidad mayor de reciclado al final de su vida útil.



En Suecia y Dinamarca se ha eliminado el uso del plomo como estabilizante del PVC.

Los estabilizantes líquidos de Calcio/Zinc se utilizan para suelos y láminas de PVC.

KÖMMERLING, adelantándose a las Directivas Europeas ya ha modificado sus fórmulas, sustituyendo los aditivos peligrosos (cadmio y plomo) por otros estabilizadores de calcio zinc. Este compromiso medioambiental iniciado en la producción se mantiene una vez instalada la ventana y durante toda la vida útil de la misma. Una vez que ésta ha cumplido su función y es retirada, sus perfiles pueden reciclarse de forma segura después de muchos años de uso para producir nuevas partidas de PVC de la máxima calidad (ref. 3).

Referencias

- LIBRO VERDE. Cuestiones medioambientales relacionadas con el PVC. COMISIÓN EUROPEA. Bruselas, 26.7.2000. COM (2000) 469 final. <http://ec.europa.eu/environment/waste/pvc/es.pdf>
- www.vinyl2010.org/
- www.kommerling.es



CÓDIGO: CEM-01

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducción del consumo de materias primas naturales

MEDIDA: Valorización de cenizas de pirita en la preparación del crudo

APLICABLE A: Cementos



Descripción de la medida

Valorización de las cenizas de pirita como corrector de óxido de hierro en la preparación del crudo, pudiendo sustituir a las materias primas de origen natural que aportan dicho óxido.

Con el nombre de cenizas de pirita se conoce al residuo que queda al tostar la pirita para la obtención de ácido sulfúrico y de hierro y otros metales nobles. Este material está compuesto principalmente, con un contenido superior al 70%, por óxidos de hierro. Además de los óxidos de hierro contienen una relativamente importante cantidad de metales (Pb, Zn, Cu, Cd, etc., incluso algo de Au y Ag), que están presentes en la pirita cruda.

El porcentaje empleado suele oscilar entre el 1% y 3%, dependerá, no obstante del contenido de hierro del resto de materias primas empleadas en la preparación del crudo.

Implicaciones técnicas

Proceso técnicamente viable y contrastado.

Suministradas en forma de polvo de tamaño bastante reducido (aprox. 10mm). En función del sistema de producción del cemento es necesario tener en cuenta el tamaño de las partículas para evitar problemas de obturación.

El nivel de metales pesados ha de estar limitado para no incrementar las emisiones de los mismos a la atmósfera (caso de los volátiles) o evitar una excesiva concentración en el clínker que pueda afectar al proceso de fraguado o a la compatibilidad ambiental del cemento.

PROVEEDORES:

En la Comunidad Autónoma del País Vasco, la producción del ácido sulfúrico se centra en una sola planta, Befesa Desulfuración S.A, situada en Barakaldo (Bizkaia) (ref. 2). Durante el año 2005 tan sólo generó 226 toneladas de cenizas de pirita debido a la incorporación de residuos de desulfuración, procedentes de empresas petroquímicas, como materia prima alternativa a la pirita para la obtención de azufre en el proceso de fabricación de ácido sulfúrico (ref. 3).

Otra posible fuente de suministro de cenizas de pirita es la obtención a partir de la recuperación de terrenos en que se ubicaban industrias que generaban este tipo de residuo (empresas de fertilizantes, papeleras, farmacéuticas, depuración de aguas, industria alimentaria, y química en general).

A modo de ejemplo, y fuera de la CAPV, la empresa Adice (Huelva) comercializa cenizas de pirita.

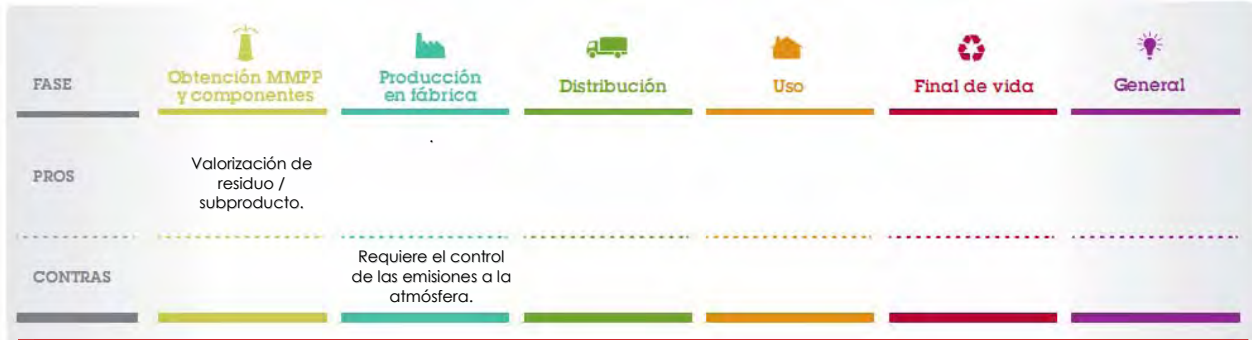
Implicaciones económicas

En el mercado existen diferentes materiales que pueden utilizarse como corrector del óxido de hierro en la preparación del crudo, en este sentido, para realizar una valoración económica será necesario hacer un estudio particular en función de la disponibilidad del producto y de la distancia entre la planta cementera y el lugar de suministro, ya que el coste derivado del transporte es un factor determinante.



Implicaciones ambientales

Desde el punto de vista ambiental la mejora viene por un lado, por la valorización de un material residual, que de otra manera tendría que gestionarse en vertedero, con sus impactos y procesos asociados, y por otro lado, por la disminución de consumo de materias primas naturales aportadoras de óxido de hierro, evitando su consumo y extracción.



Ejemplo de aplicación de la medida

La industria del cemento europea consume alrededor de 1 millón toneladas de cenizas de pirita al año. En España se consumen unas 300.000 toneladas al año. A modo de ejemplo CEMEX España, en el año 2004, valorizó 72.903 Tn cenizas pirita en una producción de cemento de 9.890.863 Tn cemento.

La empresa INABONOS S.A (actual TIMAC – AGRO) (ref. 4), antigua propietaria de dos plantas en Pamplona y Lodosa destinadas a la fabricación de abonos químicos a partir de la producción de ácido sulfúrico y de superfosfatos, valorizó en cementeras 23.083 Tn de cenizas de pirita. Para ello se procedió al acopio y cribado del material para conseguir la granulometría fijada por la industria cementera

Referencias

- "Reciclaje de residuos industriales: Aplicación a la fabricación de materiales para la construcción" Xavier Elías Castells. Ediciones Díaz de Santos, 2000.
- Fabricación de Ácido Sulfúrico. Serie Guías Técnicas de aplicación de BREF's en la Comunidad Autónoma del País Vasco Nº 1 – Octubre 2006. IHOBE 2006
- Declaración ambiental de Befesa Desulfuración S.A. 2005 y 2006
- Recuperación Medioambiental de Suelo Contaminado por Metales Pesados. Desarrollo de la Solución Adoptada. Ponencia de Jesús Ignacio Diego Pereda, Navarra de Medio Ambiente Industrial, S.A.



CÓDIGO: CEM -02

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducción del consumo de materias primas naturales

MEDIDA: Valorización de las cenizas de lodos de papelera en preparación de crudo

APLICABLE A: Cementos



Descripción de la medida

Valorización de las cenizas de los lodos de papelera, provenientes del tratamiento de pasta de papel, como materia prima para la formulación del clínker. Debido a su alto contenido en carbonato cálcico permite la sustitución parcial de materias primas naturales.

Éstos lodos tienen un elevado contenido de materia orgánica (30,3%), y la composición de la fracción mineral consiste en calcita (68%), caolinita (31%), talco (1%), mica y cuarzo (<1%). Una vez calcinados, a temperaturas entre 700°C y 800°C, presentan una elevada actividad puzolánica debida a la transformación de la caolinita en metacaolín.

Implicaciones técnicas

El paso previo para la utilización de este material es conocer su composición química mayoritaria. Una vez determinada dicha composición, prestando mucha atención a la composición de elementos inorgánicos, y si ésta se considera aceptable, se pueden realizar pruebas para su utilización. La aceptación de lodos por parte de la empresa cementera está condicionada por el índice de humedad de los mismos y por la cantidad de metales pesados.

Se deberán realizar las modificaciones pertinentes en la formulación original para que con la introducción de esta nueva materia prima se obtenga el producto requerido.

El material es suministrado en cisternas para ser almacenados en silos para, más tarde, ser introducidos en el molino a través de un sinfín.

El 7% de los residuos generados en industrias papeleras se aprovecha en plantas cementeras (ref. 1).

Proveedores

El País Vasco cuenta con aproximadamente el 16% de las fábricas de pasta y papel del Estado Español alcanzado así una cifra de producción de pasta y papel superior al 20% de la producción del Estado. (p.e. Zubialde S.A., Smurfit Kappa, Pastguren S.L.).

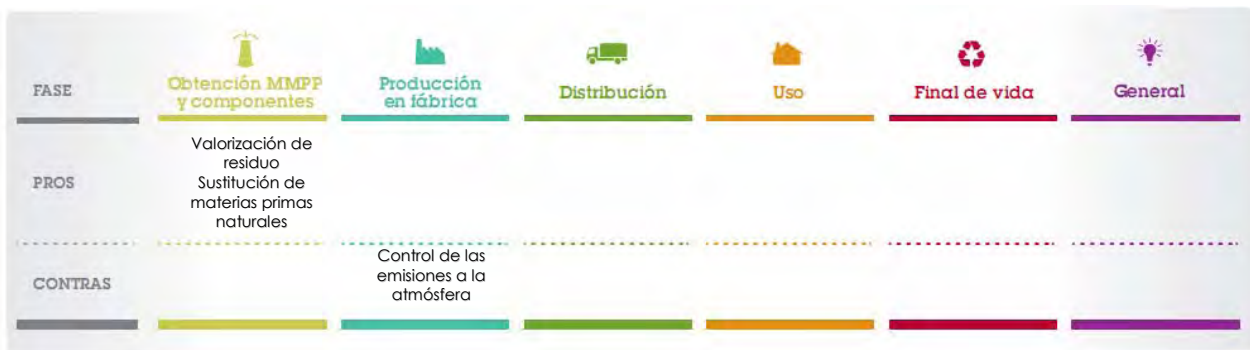
La fabricación de pasta papelera, papel y cartón generó 262.167 toneladas durante el año 2004, según el inventario de residuos no peligrosos de la CAPV (último documento disponible durante la redacción). En Navarra, según el inventario de 2006, la industria papelera es responsable de la generación de 40.472 toneladas de residuos.

Implicaciones económicas

Para realizar una valoración económica será necesario hacer un estudio particular en función de la disponibilidad del producto y de la distancia entre la planta cementera y el lugar de suministro, ya que el coste derivado del transporte es un factor determinante

Implicaciones ambientales

Desde el punto de vista ambiental la mejora viene por un lado, por la valorización de un material residual, que de otra manera tendría que gestionarse en vertedero, con sus impactos y procesos asociados, y por otro lado, por la disminución de consumo de materias primas naturales aportadoras de carbonato cálcico, evitando su consumo y extracción.



Ejemplo de aplicación de la medida

Cementos Rezola (FYM) y Lemona Industrial, S.A. recuperan lodos de proceso de fabricación de papel para el proceso de producción de clínker de cemento y cemento artificial (ref. 2).

En el período 2003 – 2004 Lemona Industrial, S.A. valorizó 120.343 toneladas de lodos procedentes de la industria papelera (ref. 3).

Actualmente la industria papelera está llevando a cabo diferentes proyectos de investigación para avanzar en la valorización y reciclaje de sus residuos. Destacamos algunos de ellos:

Valorización y reciclaje de los residuos del proceso papelero (I - II). ASPAPEL - Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón. (Expedientes FIT-320100-2006-0093 y FIT-320100-2007-0118).

Desarrollo de un proceso integrado para aprovechamiento de plantas anuales en el sector de pasta y papel y de los subproductos obtenidos en estos procesos. STRAW PULPING ENGINEERING, S.L. (MEC CIT-320100-2007-12. 2007-08).

Referencias

- La receta de la sostenibilidad papelera. Marzo de 2008. ASPAPE
- www.ihobe.net (catálogo de reciclaje industrial de la CAPV)
- www.ihobe.net. (casos prácticos de excelencia ambiental)
- Paper sludge and paper sludge ash in Portland cement manufacture. Dr Andrew M Dunster. October 2007
- Frías M., Sánchez de Rojas M.I., Rodríguez O., García Jiménez R., Vigil de la Villa R. (2008) "Characterisation of calcined paper sludge as an environmentally friendly source of metakaolin for manufacture of cementitious materials" *Advances in Cement Research* 20 (1), pp. 23-30.
- "Development of Highly Reactive Metakaolin from Paper Sludge" Jean Pera and Achène Amrouz 1996
- Coal/Biomass Fly Ash in Concrete: Pozzolanic Reaction and Alkali Silica Reaction ShuangzhenWang, Rick Dalton, Sharon BragonjeAndLarry Baxter Chemical Engineering Dept. Brigham Young UniversityACERC annual conferenceFebruary 16, 2006



CÓDIGO: CEM -03

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducción del consumo de materias primas naturales

MEDIDA: Valorización de arenas de fundición en la preparación del crudo

APLICABLE A: Cementos



Descripción de la medida

Valorización de las arenas de fundición, como materia prima para la formulación del clínker, por su alto contenido en óxido de silicio, que permite la sustitución parcial de materias primas naturales.

Los residuos de arena suministran sílice y los finos de arena verde suministran alúmina y sílice. Cualquier impureza orgánica presente se oxidaría durante la calcinación.

Investigaciones de la American Foundry Society AFS (ref.1) han demostrado que el uso de residuos de arena de fundición en la fabricación de cemento suministra una mayor resistencia a la compresión en comparación con mezclas de control. Este efecto se incrementa con la adición de arena de fundición.

Estudios de Labein (ref. 2) indican que es posible la introducción de hasta un 15% de este material, con posibilidades de incrementar este porcentaje.

Implicaciones técnicas

En función de la tecnología de cada cementera se puede añadir la arena en la zona caliente directamente (adición en zona caliente) o premezclada con el resto de materiales (adición convencional). En Alemania se han realizado varios ensayos donde se ha constatado que no es necesario realizar la molienda de la arena, la mayor granulometría de la arena favorece la calcinación del carbono y de las sustancias orgánicas. Por tanto, la molienda sólo será necesaria cuando lo requiera técnicamente la cementera y no desde el punto de vista ambiental. El polvo de carbón y las pequeñas cantidades de sustancia orgánica que contienen las arenas se incineran por completo a lo largo del proceso.

Se pueden exigir concentraciones límites para el dióxido de silicio, hierro, aluminio como componentes fundamentales del cemento, o límites para el cloro y metales pesados.

Si se emplea arena gastada de la fundición que esté contaminada por aglutinantes orgánicos, debe garantizarse que los gases de emisión que se generen durante la calcinación, serán sometidos a un lavado para eliminar los contaminantes conforme a las normas vigentes.

La fundición es un sector de fuerte arraigo en la Comunidad Autónoma del País Vasco y que tiene un importante peso en la estructura industrial vasca, tanto en términos de empleo como en la generación de valor añadido. La cantidad anual de arenas residuales de moldeo generadas en la CAPV se sitúa cerca de las 200.000 t/a (ref. 3).

Proveedores, entre otros, ECOFOND S.A, en Agurain, Ferralia y Fundiciones Garbi.

Implicaciones económicas

Las arenas de fundición pueden considerarse un material barato, puesto que es el residuo de una actividad industrial que lo genera en cantidades considerables. Su costo principal es el transporte, por lo que en las áreas cercanas a los centros de producción parece claramente indicada su utilización.

Implicaciones ambientales

Desde el punto de vista ambiental, la mejora viene por un lado, por la valorización de un residuo, que de otra manera tendría que gestionarse en vertedero, con sus impactos y procesos asociados, y por otro lado, por la



sustitución de un 15% de materias primas naturales aportadoras de sílice y alúmina, evitando su consumo y extracción.

La hulla adicionada a las arenas de moldeo en verde y los restos de resinas puede liberar sustancias orgánicas volátiles y productos de pirólisis en caso de realizar la adición convencional. Han de vigilarse los hidrocarburos aromáticos (BTX), así como los aromáticos policíclicos (PAH) derivados del polvo de carbón. Las resinas que se utilizan en las fundiciones no liberan aromáticos policíclicos. Las arenas de moldeo usadas, son sustancias pobres en emisiones y con un porcentaje de carbono < 3 %, y que han pasado por el proceso de colada, no liberan una cantidad superior de sustancias contaminantes que las arenas naturales.

En la adición en la zona caliente se incineran también los compuestos volátiles de carbono por lo que tampoco los materiales ricos en carbono, como p.e. los finos procedentes del circuito de la arena de moldeo y de la regeneración, generan emisiones adicionales. Los arrastres de sustancias contaminantes por la acción del viento durante el trasvase y almacenamiento pueden evitarse humedeciendo los finos o suministrándolos en recipientes cerrados.

El empleo de arenas usadas de fundición no produce emisiones más elevadas de metales pesados, siempre y cuando se añadan arenas y finos con bajos niveles de metales pesados similares a las de las arcillas naturales.



Ejemplo de aplicación de la medida

En la CAPV, Labein ha llevado a cabo estudios sobre la reutilización de arenas de fundición en el sector cementero, realizando pruebas a nivel industrial, y obteniendo como resultados que en lo que respecta a la fabricación de Clinker, no se observó variación respecto al blanco, los valores de emisiones se situaron dentro de los límites, y la posibilidad de usar tipo de arenas. La innovación alcanzada, fue la incorporación de la arena al sector cementero en porcentajes de hasta un 15%, con posibilidades de incrementar este porcentaje. Las pruebas industriales se llevaron a cabo con arena de moldeo en verde (ref. 2).

Referencias

- Alternate Utilization of Foundry Waste Sand: Final (Phase I) Report. AFS. 1991. Des Plaines, Illinois.
- Cuadernos Vascos de Ciencia y Tecnología 12 de Julio de 2000
- Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones: Arenas de moldeo en fundiciones férreas. IHOBE. PUB-1998-007



CÓDIGO: CEM-04

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducción del consumo de materias primas naturales

MEDIDA: Valorización de residuos de demolición en la preparación del crudo

APLICABLE A: Cementos



Descripción de la medida

La caracterización química de los escombros de demolición de estructuras de hormigón corresponde a la composición del árido utilizado en su producción, puesto que más del 75% del total del hormigón lo constituye el árido (ref.1), siendo el resto los componentes de hidratación del cemento (silicatos, aluminatos e hidróxidos cálcicos hidratados). Esto permite concluir que el hormigón calizo podrá ser utilizado como sustitutivo de la piedra caliza natural utilizada en el proceso de fabricación de cemento, mientras que el residuo de demolición procedente de un derribo de hormigón diseñado con árido silíceo podrá ser utilizado como sustituto parcial de la marga, aportadora de silicio, aluminio y calcio a la materia cruda de producción de cemento. El residuo de demolición compuesto por mampostería también podrá ser utilizado como sustituto parcial de la marga, pero dosificado de forma diferente por tener una composición química más heterogénea.

Composición química media escombros de demolición. (%) (ref.1)

	Escombro silíceo	Escombro calizo	E. de mampostería
SiO ₂	54,6	4,5	40,9
Al ₂ O ₃	18,0	1,5	6,8
Fe ₂ O ₃	3,9	1,3	3,4
CaO	6,5	53,0	23,3
MgO	0,8	0,5	0,8

Puesto que la obtención de harina de crudo requiere una dosificación controlada fijando unos parámetros de control que deben alcanzarse, la incorporación de nuevos materiales es inmediata siempre que se regulen aspectos como su composición y dosificación. Es decir, un control exhaustivo en la composición de los residuos en cada momento, junto a un sistema de dosificación adecuado permitirán desde el punto de vista químico, la utilización de estos residuos como materia prima en la industria cementera

Implicaciones técnicas

La composición de un escombro de demolición con un alto porcentaje de hormigón no debe contener metales para que no afecten a la prensa de rodillos previa al molino de crudo, la granulometría ha de ser inferior a 50 mm y ha de tener una composición homogénea, por lo que es preciso caracterizar y seleccionar los materiales a utilizar y ha de dosificarse como el resto de las materias primas. Se deberá limitar la presencia y cantidad de ciertos metales pesados tales como Pb, Hg, Cd.

Es importante señalar que la mayor parte de los áridos procedentes del reciclado de residuos de construcción se comercializa para su posterior reutilización en obras de construcción (carreteras, etc.) y, por tanto, deben de cumplir con Directiva 89/106/CEE de Productos de la Construcción y disponer del marcado CE correspondiente. En este sentido, atendiendo a prácticas ya consolidadas, se considera factible el establecimiento de acuerdos con el proveedor para que el producto suministrado cumpla con los requisitos requeridos por parte de la empresa interesada en su recepción (por ejemplo, relativos al contenido de impropios y granulometría).

Implicaciones económicas

La viabilidad de que la propia empresa cementera invierta en operaciones de valorización de residuos de construcción y demolición deberá de analizarse para cada caso particular ya que depende de diferentes factores: la obtención del código de gestor, las tarifas de los vertederos cercanos, el volumen de material a tratar, la capacidad de acopio por parte de la empresa cementera, la cantidad de impropios que contiene el residuo y



que afecta directamente al coste del pretratamiento (eliminación del material que no puede introducirse en el horno), etc.

La inversión en maquinaria no es un factor significativo debido a que puede aprovecharse la misma maquinaria que se emplea para tratar el árido natural.

Por otro lado, la utilización de material procedente de plantas de valorización de residuos de la construcción como sustituto de materia prima natural dependerá del precio de mercado de este material. Aunque actualmente todavía no resulta competitivo, factores como la disponibilidad de material natural, el stock o acuerdos sectoriales, podrían llegar a alterar esta situación.

Implicaciones ambientales

Desde el punto de vista ambiental, la mejora viene por un lado, por la valorización de los residuos de construcción y demolición, que de otra manera tendría que gestionarse en vertedero, con sus impactos y procesos asociados, y por otro lado, por la sustitución de la piedra caliza natural y marga, evitando su consumo y extracción. El porcentaje de sustitución dependerá de la composición de los residuos.



Ejemplo de aplicación de la medida

ECOCEM dispone de instalaciones para la gestión de residuos para la valorización tanto material como energética en hornos cementeros y es fruto de la unión de ECOCAT con los fabricantes de cemento Lafarge Cementos y Financiera y Minera (ref. 3)

Financiera y Minera, S.A dispone de autorización del Gobierno Vasco para admitir en la planta cementera de Añorga residuos de construcción y demolición codificados según la Lista Europea de Residuos con los códigos LER 170107 y LER 170504, para su utilización como sustituto parcial de materia prima. Las condiciones de admisión limitan el contenido de cloro a un porcentaje inferior al 1% y a una cantidad de metales pesados volátiles (Cd, Hg, Tl) inferior a 100 PPM.

Lemona Industrial, S.A también recupera residuos de construcción y demolición para el proceso de producción de clínker de cemento y cemento artificial (ref. 4).

Referencias

- "Reciclado de escombros de demolición para la fabricación de cemento". Juan Carlos Urcelay Gordobil. Revista CEMENTO- HORMIGON. Nº 768. 1997.
- Guía interpretativa de la Norma UNE-EN ISO 14001:2004 para empresas constructoras. AENOR
- www.ecocat.es (ecocem)
- www.ihobe.net (catálogo de reciclaje industrial de la CAPV)
- "Residuos de construcción y demolición. Caracterización del material obtenido de hormigón y cerámica". B. Blandon; R. Huete. I Jornadas de investigación en construcción. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid: AIMET, 2005



CÓDIGO: CEM -05

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducción del consumo de materias primas naturales

MEDIDA: Valorización de cenizas de depuradora en crudos

APLICABLE A: Cementos



Descripción de la medida

Valorización de las cenizas de combustión de lodos de depuradora como materia prima para la formulación del clínker, que, debido a su composición permite la sustitución parcial de materias primas naturales.

Las cenizas de lodos de depuradora son un subproducto de la combustión de los lodos deshidratados en una incineradora, con un volumen de sólo el 10% del original (ref. 1). Estas cenizas están formadas principalmente por óxidos de silicio, de calcio y de hierro. Las composiciones pueden variar notablemente, así como el rango de tamaños y propiedades de las cenizas, dependiendo en gran medida del tipo de sistema de incineración y los aditivos químicos introducidos en el proceso de tratamiento de las aguas residuales.

Investigaciones recientes muestran que las concentraciones de metales pesados no son excesivas y no presentan problemas de lixiviación.

Implicaciones técnicas

El paso previo para la utilización de este material es conocer su composición química mayoritaria. Una vez determinada dicha composición, prestando mucha atención a la composición de elementos inorgánicos y si ésta se considera aceptable, se pueden realizar pruebas para su utilización.

Se deberán realizar las modificaciones pertinentes en la formulación original para que con la introducción de esta nueva materia prima se obtenga el producto requerido.

El material es suministrado en cisternas para ser almacenados en silos para, más tarde, ser introducidos en el molino a través de un sinfín.

Proveedores: Se dispone de incineradoras de lodos en Córdoba (Andalucía), Zaragoza (Aragón), Pinedo (Valencia) y Galindo (País Vasco). La capacidad total de incineración de estas plantas es del orden de 200.000 toneladas/año de lodos deshidratados, 10.000 de las cuales corresponden a la depuradora Galindo.

En la CAPV existen actualmente (2008): 26 depuradoras en Bizkaia, 8 en Gipuzkoa y 1 en Vitoria, según datos del Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia, del Consorcio de Aguas de Gipuzkoa y de AMVISA (Aguas Municipales de Vitoria). Se puede consultar información actualizada en las webs citadas en las ref. 2, 3 y 4.

- Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia www.consorcioaguas.com (ref.2)
- Consorcio de Aguas de Gipuzkoa www.gipuzkoakour.com (ref.3)
- AMVISA. Aguas Municipales de Vitoria, S.A. www.amvisa.org (ref.4)

Implicaciones económicas

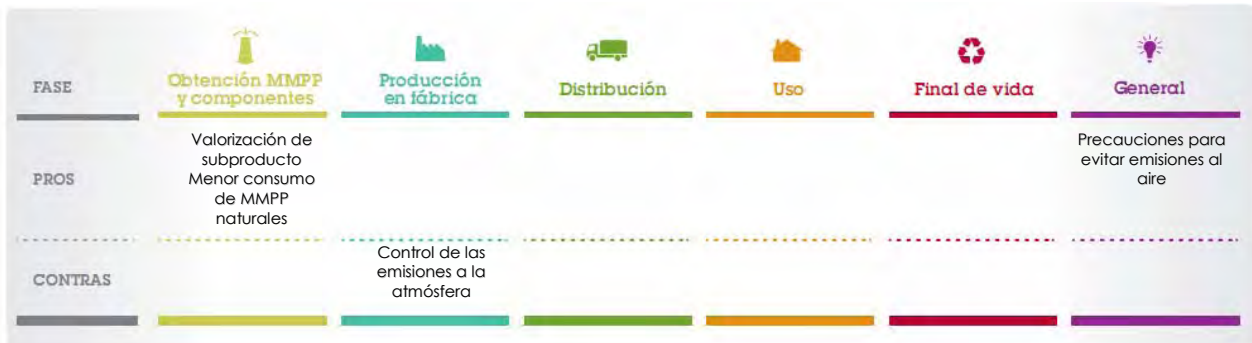
Para realizar una valoración económica será necesario hacer un estudio particular en función de la disponibilidad del producto y de la distancia entre la planta cementera y el lugar de suministro, ya que el coste derivado del transporte es un factor determinante.

Implicaciones ambientales

Desde el punto de vista ambiental la mejora viene por un lado, por la valorización de un material residual, que de otra manera tendría que gestionarse en vertedero, con sus impactos y procesos asociados, y por otro lado, por la



disminución de consumo de materias primas naturales (dependerán de la composición de las cenizas), evitando su consumo y extracción.



Ejemplo de aplicación de la medida

CEMEX está construyendo en su fábrica de Alicante una planta de secado de lodos que permitirá secar 60.000 toneladas de lodo anualmente. Se trata de un procedimiento completamente novedoso en España y Europa que resuelve un problema social de gestión de residuos, ya que es difícil dar un tratamiento adecuado a los lodos, debido a su alto contenido en agua (en torno al 75%).

La construcción de esta planta permitirá conseguir un importante ahorro de energía al aprovechar el calor sobrante del horno de cemento para el desecado de los lodos (ref. 5).

Aunque el uso más generalizado de los lodos de depuradora suele ser la valorización energética, existen diferentes proyectos de investigación que analizan su comportamiento como sustituto de materias primas en la fabricación de cementos, morteros y hormigones.

A modo de ejemplo se anota el proyecto PEL-CEN, desarrollado por el Grupo de Investigación en Química de los Materiales de Construcción (GIQUIMA), de la Universidad Politécnica de Valencia, para la Entidad pública de saneamiento de aguas residuales de la comunidad Valenciana. De este proyecto se derivan, entre otros aspectos, la viabilidad de sustituir un porcentaje importante de caliza al introducir pelets de lodos de depuradora en la fabricación del crudo del cemento.

Referencias

- Efecto de la adición de ceniza de lodo de depuradora (CLD) en las propiedades mecánicas y niveles de corrosión de las armaduras embebidas en morteros de cemento Portland". E. G.º Alcocel, P. Garcés, J. J. Martínez, J. Payá, L. G.º Andión. *Materiales de Construcción*. Vol. 56, 282, 31-43. abril-junio 2006 (ISSN: 0465-2746).
- Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia www.consorcioideaguas.com
- Consorcio de Aguas de Gipuzkoa www.gipuzkoakour.com
- AMVISA. Aguas Municipales de Vitoria, S.A. www.amvisa.org
- www.cemex.es
- Use of Sewage Sludge Products in Construction Autor A. P. Gunn, R. E. Dewhurst, A. Giorgetti, et al. Publicado por CIRIA, 2004



CÓDIGO: CEM -06

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducción del consumo de materias primas naturales

MEDIDA: Valorización de cascarillas de laminación en crudos

APLICABLE A: Cementos



Descripción de la medida

Valorización de las cascarillas de laminación como materia prima para la formulación del clínker, por su elevada concentración de óxidos de hierro, que permite la sustitución parcial de materias primas naturales aportadoras de este óxido.

Se trata de un residuo no peligroso de la industria del hierro y del acero, generado en la laminación y recogido en la planta de aguas.

Aproximadamente el 90,0 % de la cascarilla se recicla directamente en la propia industria siderúrgica y pequeñas cantidades se utilizan para ferroaleaciones, en plantas cementeras y en la industria petroquímica (ref. 1).

El porcentaje empleado suele oscilar entre el 1% y 3%, dependerá, no obstante del contenido de hierro del resto de materias primas empleadas en la preparación del crudo.

Implicaciones técnicas

Se trata de un proceso probado con una viabilidad técnica contrastada.

Debido a que estos subproductos pueden presentar un contenido importante de aceites, se requiere un pretratamiento de limpieza a presión o térmica para disminuirlo, y así evitar el aumento de emisiones de COVs a la atmósfera.

La granulometría deberá estar entre 0 y 10 mm. No obstante, esto no suele ser un problema ya que el tamaño de la cascarilla suele ser menor de 5,0 mm.

En la cascarilla están presentes, además de hierro en forma elemental, tres tipos de óxidos de hierro: wustita (FeO), hematites (Fe₂O₃) y magnetita (Fe₃O₄). La composición química de la cascarilla varía en función del tipo de acero a producir y del proceso empleado. El contenido de hierro es normalmente de un 70,0 % y contiene trazas de metales no féreos y compuestos alcalinos. La cascarilla está contaminada con restos de lubricantes, otros aceites y grasas procedentes de derrames de los equipos asociados a las operaciones de laminación. El contenido en aceites suele variar entre un 0,1 y un 2,0 %, pudiendo llegar hasta un 10,0 %. (ref. 1)

Para su uso en cementeras las cascarillas de laminación deben tener un índice de humedad inferior al 4% y no contener aceite. (ref. 2).

PROVEEDORES:

Las cascarillas de laminación de procesos térmicos de la industria del hierro y del acero se encuentran clasificadas en la Lista Europea de Residuos mediante el código 100210.

La cantidad de esta fracción de residuos generada en la CAPV ascendió a 115.016 toneladas, de la que el 88% fueron recicladas y el 12% restante fue a parar a vertedero.

Para la obtención de este subproducto como sustituto a materias primas naturales se recomienda consultar el listado de gestores de residuos no peligrosos de la CAPV, o contactar directamente con empresas productoras que valorizan escorias. Las acerías del País Vasco son (ref. 3): Arcelor Mittal (con plantas en Bergara, Olaberria, Zumarraga, Azpeitia y Sestao –antes, Acería Compacta de Bizkaia–); Corrugados Azpeitia S.L. Azpeitia; Cnes. y Auxiliar de Ferrocarriles, S.A. Beasain; Aceros Inoxidables Olarra, S.A. Loui; Sidenor, S.A. (con plantas en Lagazpia y en Asauri);Acería de Álava. Llodio; Productos Tubulares, S.A.U. Valle del Trápada; Tubos Reunidos S.A. Amurrio; Nervacero. Valle de Trapaga - Vizcaya.



Implicaciones económicas

En el mercado existen diferentes materiales que pueden utilizarse como corrector del óxido de hierro en la preparación del crudo, en este sentido, para realizar una valoración económica será necesario hacer un estudio particular en función de la disponibilidad del producto y de la distancia entre la planta cementera y el lugar de suministro, ya que el coste derivado del transporte es un factor determinante.

Implicaciones ambientales

Desde el punto de vista ambiental la mejora viene por un lado, por la valorización de un material residual, que de otra manera tendría que gestionarse en vertedero, con sus impactos y procesos asociados, y por otro lado, por la disminución de consumo de materias primas naturales aportadoras de óxidos de hierro, evitando su consumo y extracción.



Ejemplo de aplicación de la medida

Se trata de una práctica generalizada en todo el sector cementero.

Cementos Rezola y Lemona Industrial, S.A. recuperan cascarillas de laminación y de forja, procedentes de la fabricación de acero, para el proceso de producción de clínker de cemento y cemento artificial (ref. 2)

En el período 2003 – 2004 Lemona Industrial, S.A. valorizó 9.577 toneladas cascarillas de laminación (ref. 4).

Referencias

- Aplicación tecnológica de un residuo de la industria del acero en la eliminación de metales contaminantes. Tesis Doctoral de María Isabel Martín Hernández. Madrid, 2004. ISBN: 84-669-2665-8
- www.ihobe.net (catálogo de reciclaje industrial de la CAPV)
- Unión de Empresas Siderúrgicas – UNESID
- www.ihobe.net. (casos prácticos de excelencia ambiental)



CÓDIGO: CEM -07

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducción del consumo de materias primas naturales

MEDIDA: Valorización de la escoria de cobre en la preparación del crudo

APLICABLE A: Cementos



Descripción de la medida

Valorización de las escorias de cobre como materia prima para la formulación del clínker, compuestas principalmente por óxidos de hierro y silicio con trazas de óxidos de otros metales, que permite la sustitución parcial de materias primas naturales.

La escoria de cobre es un subproducto obtenido en el proceso de fundición de sulfuros de cobre. De acuerdo con las características químicas y mineralógicas de esta escoria, este residuo sólido industrial puede ser utilizado en el proceso de fabricación de clínker Portland como sustituto parcial de los minerales de sílice y hematita en la formación de mezclas crudas.

El porcentaje empleado suele oscilar entre el 1% y 3%, dependerá, no obstante del contenido de hierro del resto de materias primas empleadas en la preparación del crudo.

Estudios sobre reactividad y cinética de formación de clínker partiendo de mezclas crudas típicas para producir clínker Portland han demostrado que es posible utilizar de manera efectiva óxidos de cobre como fundentes y/o mineralizantes, en donde las ventajas que se obtienen son: reducción de la temperatura de formación de la fase líquida, se mejora la reactividad del clínker y se incrementa la resistencia a la compresión del cemento (ref.1).

Implicaciones técnicas

El uso de escoria de cobre puede estar limitado por la cantidad de plomo y azufre que ésta contenga. No obstante, los minerales de cobre que se procesan en la actualidad en las plantas de fundición de cobre suelen estar libres de plomo.

PROVEEDORES:

Se recomienda la consulta a gestores autorizados para la gestión del residuo clasificado en la Lista Europea de Residuo con el código 100601, que se incluye dentro del subcapítulo correspondiente a los residuos de procesos térmicos de la termometalurgia del cobre. En la CAPV: Metales Unzueta II, S.L; Metalbema, S.L.; Metallur Recycling, S.L.

Implicaciones económicas

En el mercado existen diferentes materiales que pueden utilizarse como corrector del óxido de hierro en la preparación del crudo, en este sentido, para realizar una valoración económica será necesario hacer un estudio particular en función de la disponibilidad del producto y de la distancia entre la planta cementera y el lugar de suministro, ya que el coste derivado del transporte es un factor determinante.

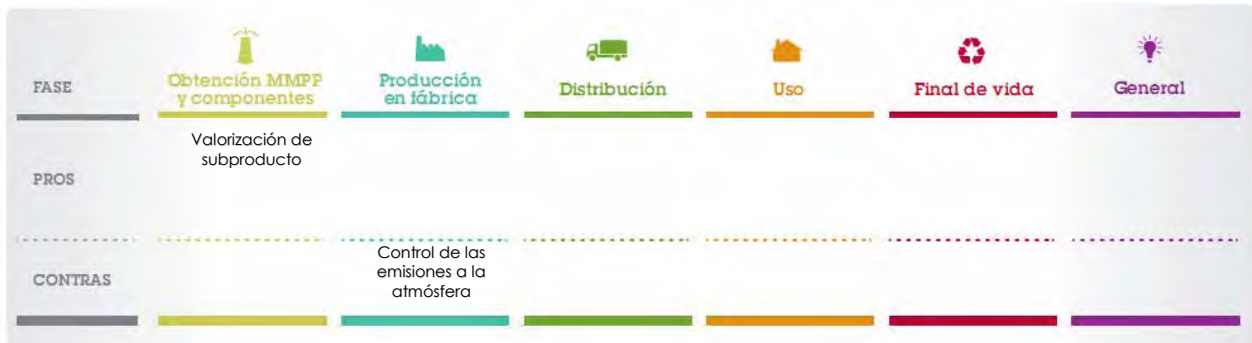
Implicaciones ambientales

Desde el punto de vista ambiental la mejora viene por un lado, por la valorización de un material residual, que de otra manera tendría que gestionarse en vertedero, con sus impactos y procesos asociados, y por otro lado, por la disminución de consumo de materias primas naturales aportadoras de óxidos de hierro, evitando su consumo y extracción.

Sustitución parcial de los minerales de sílice y de hierro, disminución de la temperatura de clinkerización (ahorro de energía) y una alternativa ambientalmente segura para la disposición final de este residuo.



Estudios realizados indican que el 100% del Zn, Cu, Mo y Ti son incorporados en la estructura cristalina del clínker, mientras sólo el 15% del plomo es retenido en el clínker.



Ejemplo de aplicación de la medida

Del estudio realizado por personal del Centro de Investigación en Materiales Avanzados de Chihuahua (ref. 1), Méjico, se derivan las siguientes conclusiones:

- a) Es posible utilizar la escoria del proceso de fundición de sulfuros de cobre en mezclas crudas como sustituto parcial de ignimbrita (45%) y hematita (100%), y como aportador del 100% de hierro.
- b) La adición de la escoria en las muestras de crudo realizadas mejora la reactividad (ignición). Este efecto se puede observar en la disminución del contenido de cal libre (entre el 10,27% y el 15,93%) a 1.400 °C.
- c) La incorporación de la escoria a las mezclas crudas no produce fases nuevas cuando son clínkerizadas en el rango de temperatura estudiado (1.350 a 1.450 °C).
- d) De acuerdo con el balance de materia para los elementos Zn, Cu, Ti, Mo y Pb, los primeros cuatro son retenidos en la matriz cristalina del clínker y el plomo sólo lo es en un 15%. Aunque la volatilidad del plomo representa un grave problema ambiental, debemos considerar que trabajamos en un circuito abierto, a nivel laboratorio, y que actualmente los minerales de cobre que se procesan en la plantas fundidoras están libres de plomo.
- e) El proceso de fabricación de clínker para cemento Portland puede ser una alternativa económica, técnica y ambientalmente atractiva para el coprocesamiento de la escoria de cobre. Y su uso puede estar limitado por la cantidad de plomo y azufre que ésta contenga, aunque una buena estrategia sería una mezcla entre hematita y escoria, o seleccionar una escoria de cobre libre de plomo.

Referencias

- USO DE LA ESCORIA DE COBRE EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE CLÍNKER PARA CEMENTO PORTLAND. L. E. GARCÍA MEDINA, E. ORRANTIA BORUNDA, A. AGUILAR ELGUÉZABAL. *Materiales de Construcción* Vol. 56, 281, 31-40, enero-marzo 2006



CÓDIGO: CEM -08

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

MEDIDA:

APLICABLE A:

Reducción del consumo de materias primas naturales

Valorización de escoria blanca de acería en la preparación del crudo

Cementos

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

Se trata de un subproducto inerte procedente del proceso de afino dentro de la fabricación de acero en horno de arco eléctrico. Su composición tipo es la siguiente: Calcio 34,5%, Silicio 11,7%, Hierro 3,2%, Magnesio 8,1% y Aluminio 2,7%.

Debido a su pobre contenido en hierro no se van a poder utilizar en cementera como aporte de hierro, sino como materia prima en sustitución de la marga. Como parámetros limitantes se deben de considerar sus contenidos en metales, dependiendo del contenido de la marga utilizada estos pueden condicionar su utilización dadas las normas establecidas para la producción de cemento. En el caso de que los anteriores parámetros no sean limitantes se deberá de tener en cuenta el contenido del magnesio, y éste sería el que determine la máxima dosificación (por lo general no mayor del 4%).

La valorización y posterior utilización de escorias procedentes de la fabricación de acero en horno de arco eléctrico está regulada, en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco por el Decreto 34/2003 (ref. 2). En este documento, entre otros aspectos, se anota la bondad del uso de escorias de horno de arco eléctrico en el sector de la construcción y el cemento.

Implicaciones técnicas

Las escorias necesitan pasar por un pretratamiento de separación de la fracción metálica, acondicionamiento de granulometría y separación de otros materiales, las escorias deben de disponer de un contenido máximo de humedad.

En el estudio sobre los aspectos técnicos (en el caso de no existir limitaciones por metales) se determinó que el parámetro limitante por el cual la dosificación debía ser no superior al 4% era el magnesio, elemento que afecta a la calidad del clínker. Por ello, será preciso establecer la dosificación mediante un análisis de la escoria blanca, debiendo procurar posteriormente cada acería mantener uniforme la composición.

Asimismo, es importante que la granulometría del material sea uniforme y comprendida entre 0-50 mm, y que no se incluyan con la escoria materiales extraños como hierro y trozos de refractario, fáciles de eliminar en origen.

El acerista, en el caso de no utilizar un valorizador externo (en este caso el acerista sería el valorizador) o un gestor pueden gestionar el que las escorias se utilicen en cementera. Los requisitos establecidos para su valorización en cementera son que con el material no se incluyan materiales extraños, como trozos de refractario o materiales metálicos, que se eliminen las partes de acero provinientes del proceso, que se ajuste el tamaño para no sean superior a los 50 mm, cumplir con el contenido máximo de humedad, además de cumplir con los requisitos establecidos en el Decreto 34/2003.

Las escorias de la industria del hierro y el acero se encuentran clasificadas en la Lista Europea de Residuos mediante el código 100202 (escorias no tratadas), sin distinción entre escorias blancas o negras. Durante el año 2004, la generación este tipo de residuo en la CAPV ascendió a 1.214.069 toneladas (ref. 5): 57,6% de escorias negras; 21,8% de escorias blancas; 20,6% sin clasificar.

Implicaciones económicas

Existen diversos factores que influyen sobre el coste de las escorias (tasas de vertido, transporte, cantidad suministrada, etc.), por tanto, las implicaciones económicas dependerán de cada situación particular o de acuerdos sectoriales entre empresas cementeras y acerías. Los costes de vertido de las escorias blancas son similares a los costes de mercado para vertido en vertedero.

Implicaciones ambientales

El control de la calidad medioambiental de las escorias blancas para su utilización en cementera se realiza



mediante una determinación analítica completa de las escorias blancas. Tomando como referencia la información analítica obtenida, las limitaciones normativas y la experiencia desarrollada por la cementera, se analizaron individualmente aquellos parámetros que podían influir dentro del proceso de la cementera:

- El nivel de aceites minerales es muy bajo, con lo que se garantiza que su influencia sobre el proceso productivo, las emisiones y la calidad del clínker sea nula.
- La presencia de altos contenidos en sulfatos y sulfuros puede ocasionar importantes problemas de proceso, debido a la formación de pegaduras. Por otro lado, también hace prever un aumento en la emisión de SO₂ (limitado en 1.000 mg/Nm³). En el caso de las escorias blancas el nivel de sulfatos es bajo y resulta aproximadamente similar al de la marga; por ello, sustituirla no implica aumento de SO₂ en las emisiones ni tampoco el desarrollo de un proceso de formación de pegaduras.
- Los fluoruros aparecen en cantidades elevadas (1,4%), por lo que deberá tenerse en cuenta en la práctica, al estar limitada su presencia tanto en el clínker como en las emisiones.
- Contenidos superiores al 2% en magnesio pueden ocasionar inestabilidad de volumen, estando su contenido limitado por normativa.
- Desde el punto de vista medioambiental, se llega a la conclusión que en el caso de las escorias blancas, debido a su baja concentración en metales y elementos problemáticos no va a haber un aumento considerable de las emisiones durante el proceso. Por otra parte, debido a su pobre contenido en hierro no se van a poder utilizar en cementera como aporte de hierro, sino como materia prima en sustitución de la marga, así todo deben de revisarse en cada caso las limitaciones que se puedan producir por el contenido de metales. En el caso de no existir limitaciones con los elementos anteriores y teniendo en cuenta que el otro parámetro limitante es el magnesio, y que va a ser éste el que determine la máxima dosificación (por lo general no mayor del 4%).

A modo de conclusión, cabe destacar finalmente cuatro de las ventajas que presenta el reciclaje de escorias de acería como materia prima secundaria. En primer lugar se reduce el consumo de recursos naturales en las explotaciones de canteras de las calizas naturales, en segundo lugar se disminuye las emisiones de CO₂ al utilizar una escoria con alto contenido de CaO que sustituirá a la caliza existente en la marga logrando una disminución de las emisiones de CO₂ proporcional a la cantidad de escoria utilizada. En tercer lugar ganar espacio en los escasos vertederos de inertes existentes en la Comunidad Autónoma del País Vasco y por último, se pone en marcha una dinámica de cambio de mentalidad que permitirá nuevas actuaciones ambientales orientadas a la Producción Limpia en el sector de la fabricación de acero.



El destino actual de las escorias blancas es la industria cementera. Considerando que la dosificación media de escoria blanca en cementera es del 4%, la capacidad de absorción de escoria blanca como sustituto de la marga en el proceso de fabricación de cemento es de unas 80.000 tn/año, siempre que no se limite su capacidad por otros elementos distintos al Mg.

Según la Declaraciones Ambientales correspondientes al 2006, las acerías han valorizado en cementera 44.000 tns no aumentando la cantidad de valorización dadas las limitaciones presentadas por el proceso en las plantas cementeras.

Referencias

- Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones: Escorias de acería. IHOBE. PUB-1999-008
- Decreto 34/2003, de 18 de febrero, por el que se regula la valorización y posterior utilización de escorias procedentes de la fabricación de acero en horno eléctrico, en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco. BOPV 41/2893, de 26 de febrero de 2003.
- Borrador del Plan de Prevención y Gestión de Residuos no Peligrosos de la Comunidad Autónoma del País Vasco 2008-2011.
- Declaración Ambiental 2006. ACB – Acería Compacta de Bizkaia, S.A.
- www.ihobe.net (catálogo de reciclaje industrial de la CAPV) (casos prácticos de excelencia ambiental)
- Unión de Empresas Siderúrgicas – UNESID



CÓDIGO: CEM-09

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducción del consumo de materias primas naturales

MEDIDA: Valorización de escoria negra de acería en la preparación del crudo

APLICABLE A: Cementos



Descripción de la medida

Valorización de las escorias negras de acería como materia prima para la formulación del clínker como aporte de hierro, que permite la sustitución parcial de materias primas naturales. Se trata de un subproducto inerte procedente del proceso de fusión dentro de la fabricación de acero en horno de arco eléctrico. Su composición tipo es la siguiente: CaO 27-37%, SiO₂ 11-25%, FeO 3-25%, Fe₂O₃ 2-22%, MgO 4-11% y Cr₂O₃ 0,6-4%.

La dosificación adecuada del material, en base a la composición química, con objeto de obtener un producto final de características iguales al obtenido con la utilización de materia prima convencional, se estima aproximadamente en un 4%, sin aparecer problemas de calidad técnica del producto final, se debe tener en cuenta si se realiza valorización de Escoria blanca en cuyo caso los parámetros de utilización serán en función de las tns valorizadas dadas las limitaciones de Mg.

La valorización y posterior utilización de escorias procedentes de la fabricación de acero en horno de arco eléctrico está regulada, en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco por el Decreto 34/2003 (ref. 2). En este documento, entre otros aspectos, se anota la bondad del uso de escorias de horno de arco eléctrico en el sector de la construcción y el cemento.

Implicaciones técnicas

Esta vía de reciclaje en principio no presenta restricción alguna desde el aspecto técnico, necesitando únicamente un pretratamiento de machaqueo y cribado de la escoria para evitar distorsiones en las cintas transportadoras, eliminaciones de partes férricas y adecuación a la granulometría exigida < 50 mm.

Desde el punto de vista técnico se ha demostrado que es posible la utilización de escorias en cementeras con una dosificación del 4%, no apareciendo ningún problema de calidad técnica del producto final. Se está pendiente de realización de pruebas industriales en la CAPV.

En este caso las escorias se utilizarían dentro del proceso de fabricación de cemento como aporte de hierro. La dosificación media utilizada va a depender de la cantidad de hierro de la propia escoria. Por ello, será necesario hacer un análisis específico del contenido en hierro con el fin de establecer la dosificación precisa, procurando que la acería mantenga una composición uniforme, con objeto de que no haya que realizar cambios en el ajuste de la composición. Otras limitaciones a su uso vendrán determinadas por los otros productos valorizados en la cementera.

La gestión de las escorias puede realizarse por el propio acerista o bien por un valorizador externo según el Decreto 34/2003.

Las escorias de la industria del hierro y el acero se encuentran clasificadas en la Lista Europea de Residuos mediante el código 100202 (escorias no tratadas), sin distinción entre escorias blancas o negras. Durante el año 2004, la generación este tipo de residuo en la CAPV ascendió a 1.214.069 toneladas (ref. 5): 57,6% de escorias negras; 21,8% de escorias blancas; 20,6% sin clasificar. Durante el año 2006 la generación de este tipo de residuo en la CAPV ascendió a 1.175.471 tns ; 78,4% de escorias negras y 21,6 de escorias blancas.

Para la obtención de este subproducto como sustituto a materias primas naturales se recomienda consultar el listado de gestores de residuos no peligrosos de la CAPV o contactar directamente con empresas productoras que valorizan escorias.



Implicaciones económicas

Existen diversos factores que influyen sobre el coste de las escorias (tasas de vertido, transporte, cantidad suministrada, etc.), por tanto, las implicaciones económicas dependerán de cada situación particular o de acuerdos sectoriales entre empresas cementeras y acerías.

Implicaciones ambientales

La utilización de escorias en la fabricación de cemento supone la transformación térmica del residuo a temperaturas superiores a los 1.400°C, lo cual implica la sublimación y emisión por chimenea de ciertos óxidos metálicos presentes en las escorias (plomo, zinc, cadmio, níquel), y la transferencia del resto de componentes de las escorias a la composición del clinker. Por este motivo, el control de la calidad medioambiental de las escorias en esta aplicación, se realiza mediante la determinación de metales presentes en las partículas en suspensión emitidas por chimenea y en el clinker elaborado.

Desde el punto de vista ambiental la mejora viene por un lado, por la valorización de un material residual, que de otra manera tendría que gestionarse en vertedero, con sus impactos y procesos asociados, y por otro lado, por la disminución de consumo de materias primas naturales aportadoras de óxidos de hierro (un 4%), evitando su consumo y extracción.



En la CAPV se ha realizado, como experiencia piloto, el reciclaje de las escorias negras introduciéndolas en cementeras como aporte de hierro, silicio y cal al horno rotativo en el proceso de fabricación de clinker. La conclusión del estudio es que esta aplicación parece no presentar ninguna limitación desde el punto de vista técnico ni medioambiental (ref.1).

En el año 2004 Acería Compacta de Bizkaia, S.A. valorizó 216.000 toneladas de escoria negra de acería (ref. 5)

En el período 2003 – 2004 Lemona Industrial, S.A. utilizó 3.048 toneladas de escorias de acería (ref. 6) en sustitución de materias primas naturales.

Referencias

- Libro blanco para la minimización de residuos y emisiones: Escorias de acería. IHOBE. PUB-1999-008
- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.
- Decreto 34/2003, de 18 de febrero, por el que se regula la valorización y posterior utilización de escorias procedentes de la fabricación de acero en horno eléctrico, en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco. BOPV 41/2893, de 26 de febrero de 2003.
- Borrador del Plan de Prevención y Gestión de Residuos no Peligrosos de la Comunidad Autónoma del País Vasco 2008-2011.
- Declaración Ambiental 2006. ACB – Acería Compacta de Bizkaia, S.A.
- www.ihobe.net. (casos prácticos de excelencia ambiental)
- Unión de Empresas Siderúrgicas – UNESID



CÓDIGO: CEM -10

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducción del consumo de clinker

MEDIDA: Valorización de escoria de horno alto en molienda de cemento

APLICABLE A: Cementos



Descripción de la medida

Fabricación de cemento con bajo contenido en clínker al utilizar la escoria como material sustitutivo. Se trata de la Valorización de las escorias granuladas de alto horno como adición en la molienda de cemento. Adición normalizada a nivel europeo según la UNE-EN 197:2000 (ref. 1).

La escoria granulada de horno alto se obtiene por el enfriamiento rápido de una escoria fundida, obtenida por la fusión del mineral de hierro en un horno alto y está constituida por escoria vítrea al menos por dos tercios de su masa. Ésta posee propiedades hidráulicas cuando se activa de manera adecuada.

La escoria granulada de horno alto debe estar constituida al menos en dos tercios de su masa por la suma de óxido de calcio (CaO), óxido de magnesio (MgO) y dióxido de silicio (SiO₂). El resto contiene óxido de aluminio (Al₂O₃) junto con pequeñas cantidades de otros compuestos. La relación en masa (CaO + MgO)/(SiO₂) será superior a 1,0.

El porcentaje de sustitución puede llegar a un 95% (CEM III/C).

La cantidad de cemento que incorpora escorias representa en Europa el 10,7% (2001) (ref. 2).

Implicaciones técnicas

En general el cemento con escoria se puede elaborar principalmente, por molienda conjunta de los componentes (clínker, yeso, escoria) o bien se puede moler en forma separada cada componente y mezclar los polvos en un equipo de homogeneización eficiente. La dureza de los constituyentes de este cemento son diferentes, en el primer caso, el tamaño resultante de cada componente es diferente, mientras que en el segundo caso es posible controlar el tamaño y distribución de cada componente, esto sumado al porcentaje que se utiliza, puede cambiar el comportamiento del cemento resultante en el hormigón.

Se deberá modificar la composición del cemento para incorporar en la fase de molienda este material. Respecto al cemento Pórtland, se destacan las siguientes ventajas: alta resistencia a la agresión química (buen comportamiento frente a medios agresivos como aguas puras y ligeramente ácidas) y bajo calor de hidratación. Como desventaja, sin embargo, hay que señalar las bajas resistencias que dan a edades iniciales, más marcada en tiempos a baja temperatura y menos marcada en épocas calurosas

También hay que tener en cuenta la dificultad que presentan las escorias al ser molidas (las escorias son duras y a veces bastantes abrasivas). El uso de aditivos de molienda es un factor a tener en cuenta porque permite mejorar la molienda y la resistencia a todas las edades (ref. 2).

PROVEEDORES:

Los únicos hornos altos existentes en España se encuentran en Gijón. El volumen total de escorias generadas en 1999 fue de 1.225.000 tn, de las cuales 500.00 t fueron granuladas y el resto cristalizadas.

A modo de ejemplo, la empresa Atlántica Graneles y Moliendas, participada por –Cementos Rezola, de Financiera y Minera SA y Cementos Lemona, SA, del Grupo Portland Valderivas–, se constituyó con el objetivo de importar la escoria en bruto y molerla a las finuras utilizadas en la industria cementera (ref. 3 y 4).

Implicaciones económicas

Las ventajas económicas derivan del ahorro energético y de materias primas en el cemento. La sustitución parcial del clínker por un subproducto industrial, representa un mejor aprovechamiento de los recursos, que contribuye positivamente a la conservación del medio ambiente y evitar la deposición de estos materiales aprovechables



para este sector.

Para realizar una valoración económica será necesario hacer un estudio particular en función de la demanda de este tipo de cemento, de la disponibilidad de escorias de alto horno y de la distancia entre la planta cementera y el lugar de suministro, ya que el coste derivado del transporte es un factor determinante para favorecer su utilización.

Implicaciones ambientales

Desde el punto de vista medioambiental, se ha estudiado la posibilidad de contaminación producida por las aguas de escorrentía que atraviesen acopios o capas granulares de escoria. Los resultados obtenidos arrojan un resultado favorable para el material, pues únicamente se ha observado una ligera alcalinización de las aguas fácilmente neutralizada por la acción del CO₂ del aire y la acidez de las lluvias.

El consumo de energía en el procesado de la escoria para su utilización en el cemento es bastante elevado, ya que es un material que debe molerse muy finamente.

En cuanto a los beneficios ambientales, estos derivan de:

- La disminución parcial o total del volumen de residuos existentes en las escombreras, liberando el terreno ocupado por los acopios para otros usos.
- La valorización de residuos mediante el empleo en la construcción contribuye a la conservación de los recursos naturales.
- Ahorro energético y reducción de las emisiones a la atmósfera generadas en el proceso de fabricación del clínker.
- Disminución de las materias primas utilizadas en el cemento.



Ejemplo de aplicación de la medida

En el período 2003 – 2004 Lemona Industrial, S.A. valorizó 36.030 toneladas de escorias de alto horno (ref. 5).

A continuación se anotan dos de las obras en las que se han empleado cementos con escorias granuladas:

- Ampliación del Puerto de Bilbao, donde se utilizaron unas 90.000 t de CEM III-B con una dosificación de 300 kg/m³
- Obras de saneamiento y abastecimiento del Consorcio de Aguas de Bilbao, para las que se emplearon 24.000 t de cemento tipo CEM III-A

Referencias

- UNE-EN 197:2000. Cementos
- Los aditivos de molienda en los cementos con escoria. Brendan Corcoran, José María Soriano Gil, Davide Padovani
- Cemento hormigón, ISSN 0008-8919, N.º. 876, 2005. Págs. 26-39
- www.oficemen.es (Eventos. Noticia de 10/05/07: La consejera vasca de Industria inaugura la planta de Atlántica de Graneles y Moliendas)
- Silo Multicell de gran capacidad para escoria molida en el puerto de Zierbana (Vizcaya). José Luis Güimil Ferreiro. Cemento hormigón, ISSN 0008-8919, N.º. 905, 2007. Págs. 54-59
- www.ihobe.net. (casos prácticos de excelencia ambiental)
- Los cementos de adición en España del año 2000 al 2005. Miguel Ángel Sanjuán. Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA). Diciembre 2007.
- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.
- Norma UNE-EN 197-1:2000



CÓDIGO: CEM-11

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducción del consumo de clinker

MEDIDA: Valorización de cenizas volantes en molienda de cemento.

APLICABLE A: Cementos



Descripción de la medida

Valorización de las cenizas volantes silíceas de las centrales térmicas de carbón como adición en la molienda de cemento. Adición normalizada en a nivel europeo según UNE-EN 197 Cementos (ref.1).

Las cenizas volantes presentan un aspecto de polvo fino, suave al tacto, con un color grisáceo afectado por el contenido de hierro (color pardo) y de los inquemados del carbón (negro). Éstas pueden ser de naturaleza silícea o calcárea. Las primeras tienen propiedades puzolánicas y las segundas pueden tener, además, propiedades hidráulicas.

Las cenizas volantes se obtienen por precipitación electrostática o mecánica de partículas en forma de polvo que son arrastradas por el flujo gaseoso de los hornos de las centrales térmicas de carbón pulverizado que se quema entre 1400-1600°C

Por un lado, las cenizas volantes silíceas forman un polvo fino de partículas esféricas (cenosferas) ligeras, inertes y compuestas principalmente por sílice y alúmina que tienen propiedades puzolánicas. Las cenizas volantes silíceas constan esencialmente de dióxido de silicio reactivo (SiO₂) y óxido de aluminio (Al₂O₃) y el resto contiene óxido de hierro (Fe₂O₃) y otros compuestos.

Por otro, las cenizas volantes calcáreas forman un polvo fino que tiene propiedades hidráulicas y/o puzolánicas. Constan esencialmente de óxido de calcio reactivo (CaO), dióxido de silicio reactivo (SiO₂) y óxido de aluminio (Al₂O₃); mientras que el resto contiene óxido de hierro (Fe₂O₃) y otros compuestos. Según la norma UNE-EN 197, la adición máxima de estos materiales es del 35% (CEMII/B-V y CEMII/B-W), pudiendo ser la suma de estos materiales, puzolanas naturales y humo de sílice de hasta el 55% de la composición (CEM IV/B) y de hasta el 50 % para la suma de las cenizas silíceas y puzolanas naturales (CEM V/B).

Implicaciones técnicas

Se debe modificar la composición del cemento para incorporar en la fase de molienda otros materiales activos distintos del clinker.

La pérdida por calcinación de las cenizas volantes (tiempo de calcinación de 1 hora) no excederá del 5,0% en masa. Las cenizas volantes con pérdida por calcinación del 5,0 % al 7,0 % en masa, se pueden emplear con la condición de que se cumplan unas exigencias particulares de durabilidad (resistencia al hielo-deshielo y compatibilidad con los aditivos).

Por un lado, en las cenizas volantes silíceas la proporción de óxido de calcio reactivo debe ser inferior del 10,0 % en masa, y el contenido de óxido de calcio libre no excederá del 1,0 % en masa; mientras que el contenido de dióxido de silicio reactivo no será inferior al 25 % en masa.

Por otro, las cenizas volantes calcáreas la proporción de óxido de calcio reactivo no será inferior del 10,0 % en masa. La expansión (estabilidad de volumen) de las cenizas volantes calcáreas no sobrepasará los 10 mm (método de ensayo: UNE-EN 196-3), usando una mezcla de un 30 % en masa de cenizas volantes calcáreas molidas, y un 70 % en masa de un cemento tipo CEM I. El contenido de sulfatos (SO₃) de las cenizas volantes debe tenerse en cuenta, por parte del fabricante del cemento, reduciendo convenientemente los constituyentes que contienen sulfato de calcio.

En el año 1999 se generaron 6.654.000 t de cenizas volantes en las 19 centrales térmicas existentes en España, de las que el 84,3% se valorizaron, principalmente en la industria cementera (ref.3). El mayor número de centrales se concentran en las provincias de Asturias y León, habiendo una en la CAPV situada en Pasaia (Guipúzcoa).



Implicaciones económicas

Las ventajas económicas derivan del ahorro energético y de materias primas en el cemento. La sustitución parcial del clínker por un subproducto industrial, representa un mejor aprovechamiento de los recursos, que contribuye positivamente a la conservación del medio ambiente y evitar la deposición de estos materiales aprovechables para este sector.

Las cenizas volantes pueden considerarse un material barato, puesto que es el residuo de una actividad industrial que lo genera en cantidades considerables. Su costo principal es el transporte, por lo que en las áreas cercanas a los centros de producción parece claramente indicada su utilización.

Implicaciones ambientales

La utilización de cenizas en la fabricación de cementos representa, además de evitar su depósito en vertederos, un valor añadido ambiental porque preserva el consumo de recursos naturales o materias primas por la sustitución parcial de clínker, produce un ahorro energético y un ahorro de producción de emisiones de gases de efecto invernadero, en particular el CO2.



Ejemplo de aplicación de la medida

Entre los residuos inertes actualmente en uso en la planta de Arrigorriaga de Sociedad Financiera y Minera, S.A. se encuentran cenizas procedentes de centrales térmicas como la de Pasaia (Gipuzkoa).

Referencias

- Norma UNE-EN 197-1:2000
- Los cementos de adición en España del año 2000 al 2005. Miguel Ángel Sanjuán. Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA). Diciembre 2007
- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.



CÓDIGO: CEM -12

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducción del consumo de clínker

MEDIDA: Valorización de humo de sílice como adición en la molienda de cemento.

APLICABLE A: Cementos



Descripción de la medida

Valorización del humo de sílice de la industria de ferroatleaciones como adición en la molienda de cemento. Adición normalizada a nivel europeo según UNE-EN 197-1:2000.

El humo de sílice, también denominado microsílíce, es un subproducto que se origina en la reducción de cuarzo de elevada pureza con carbón, en hornos eléctricos de arco, para la producción de silicio y aleaciones de ferrosilicio. Es un material puzolánico de alta reactividad, extremadamente fino, con partículas con diámetros menores de una micra y con un diámetro promedio de aproximadamente 0.1 micra, casi 100 veces menor que las partículas promedio de cemento

El humo de sílice condensado esencialmente consiste en dióxido de sílice (más de 90 %) en forma no cristalina.

Según la norma UNE-EN 197-1:2000, la adición máxima de este material es del 10% (CEMII/A-D), pudiendo ser la suma de este material, escorias de alto horno, humo de sílice, puzolanas naturales, cenizas volantes y esquistos calcinados de hasta el 20% de la composición (CEM II/A-M) o un 35% (CEM II/B-M). La suma de este material, puzolanas naturales y cenizas volantes puede ser como máximo de un 35% (CEM IV/A) o un 55% (CEM IV/B).

Implicaciones técnicas

El uso de humo de sílice aporta gran compacidad y suele emplearse para la fabricación de hormigones de alta resistencia.

El humo de sílice debe cumplir los siguientes requisitos:

- La pérdida por calcinación no superará el 4,0 % en masa (UNE-EN 196-2: 2006 con un tiempo de calcinación de 1 hora).
- La superficie específica (BET) del humo de sílice no tratado será al menos de 15,0 m²/g (ISO 9277:1995).

PROVEEDORES:

Actualmente en España existe una única empresa de silicio metal que produce humo de sílice, FerroAtlántica S.A., situada en A Coruña. FerroAtlántica dispone de 3 instalaciones de producción (Dumbría, Sabón y Cee) y produce unas 20.000 toneladas anuales de microsílíce, de las cuales, aproximadamente el 50% se dirige a la industria cementera.

El suministro suele realizarse a granel en camiones cisterna y se acopia en silos una vez el material llega a la fábrica.

Implicaciones económicas

La sustitución parcial del clínker por un subproducto industrial representa un mejor aprovechamiento de los recursos, que contribuye positivamente a la conservación del medio ambiente y a evitar la deposición de estos materiales aprovechables para este sector.

Para evaluar la viabilidad económica de la medida será necesario hacer análisis de la demanda de este tipo de adición junto con un balance entre el ahorro energético y económico derivado del menor consumo de clínker y del coste del humo de sílice, que dependerá de variables relativas a la cantidad suministrada, distancia, periodicidad de los suministros, etc.



Implicaciones ambientales

En cuanto a los beneficios ambientales, estos derivan de:

La disminución parcial o total del volumen de residuos existentes en las escombreras, liberando el terreno ocupado por los acopios para otros usos.

La valorización de residuos mediante el empleo en la construcción contribuye a la conservación de los recursos naturales.

Ahorro energético y reducción de las emisiones a la atmósfera generadas en el proceso de fabricación del clínker. Disminución de las materias primas utilizadas en el cemento.

FASE	Obtención MMPP y componentes	Producción en fábrica	Distribución	Uso	Final de vida	General
PROS	Valorización de residuo Sustitución de MMPP naturales	Menor consumo de combustibles Disminución de emisiones (CO2, NOx y SO2)		Optimización de secciones y, por tanto, menor consumo de MMPP	Menos residuos de demolición al final de su vida útil	
CONTRAS		Control de las emisiones al aire durante el proceso				

Ejemplo de aplicación de la medida

Humo de sílice como adición del cemento portland: Puerto de Mónaco. Muelle de la Condamine en 2003 (cemento de la fábrica de Jerez) y Puente de Öresund, Dinamarca (cemento de la fábrica de San Vicente del Raspeig, Alicante).

Humo de sílice como adición del cemento portland: Túneles de Camp Magré, Lilla y Puig Cabrer que se encuentran en los subtramos IV-b (los dos primeros) y V de la Línea de Alta Velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona-frontera francesa, tramo Lérida-Martorell, en los términos municipales de Montblanc y La Riba (Tarragona). Se caracterizan por la incorporación de humo de sílice que se ha empleado para obtener unas resistencias superiores a 80 N/mm2. El humo de sílice actúa aumentando la resistencia como consecuencia de la reducción de la porosidad y de la acción puzolánica, además, proporciona el filler necesario para conseguir una cierta autocompactabilidad y, en consecuencia, se disminuye la permeabilidad. La dosificación del humo de sílice ha sido del 10 % en peso de cemento.

Referencias

- Los cementos de adición en España del año 2000 al 2005. Miguel Ángel Sanjuán. Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA). Diciembre 2007.
- Norma UNE-EN 197-1:2000. Cementos



CÓDIGO: CEM -13

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducción del consumo de clínker

MEDIDA: Valorización de esquistos calcinados en la molienda de cemento.

APLICABLE A: Cementos



Descripción de la medida

Esquistos calcinados procedentes de la obtención de petróleo a partir de esquistos bituminosos. El aprovechamiento de este residuo/subproducto permite amortizar los costes asociados a la extracción de petróleo a partir de este mineral (ref. 3).

Utilización:

- Los esquistos calcinados contienen óxidos de calcio, de silicio, de aluminio y de hierro que pueden sustituir a las materias primas naturales que aportan estos compuestos en la elaboración del crudo del cemento.
- Adición de esquistos calcinados como sustitución de clínker en la molienda de cemento. Adición normalizada a nivel europeo según UNE-EN 197-1:2000 (ref. 2)

El esquisto calcinado, particularmente el bituminoso, se produce en un horno especial a temperaturas de aproximadamente de 800 °C. Debido a la composición del material natural y al proceso de producción, el esquisto calcinado contiene fases del clínker, principalmente silicato bicálcico y aluminato monocálcico, y pequeñas cantidades de óxido de calcio libre, sulfato de calcio, dióxido de silicio y otros óxidos. En consecuencia, el esquisto calcinado finamente molido presenta propiedades hidráulicas y puzolánicas.

Según la norma UNE-EN 197-1:2000, la adición máxima de este material es del 35% (CEMII/B-T).

Implicaciones técnicas

a) En la elaboración del crudo
Adaptación de los hornos para utilizar esquistos bituminosos como combustible y para aprovechar el residuo de combustión como materia prima. Empresas como FL Smidth y KHD trabajan en la elaboración de las Mejores Técnicas Disponibles para contribuir a la aplicación de esta medida (ref. 4).

b) Como adición (ref. 2)
El esquisto calcinado adecuadamente molido deberá tener una resistencia a compresión de al menos 25,0 MPa a 28 días (método de ensayo: UNE-EN 196-1). El mortero para ensayo estará preparado sólo con esquisto calcinado finamente molido, en lugar de cemento. Las probetas de mortero deben ser desmoldadas 48 horas después de su preparación y curadas en una atmósfera con una humedad relativa de, al menos, un 90 % hasta el ensayo.

La expansión (estabilidad de volumen) del esquisto calcinado no sobrepasará los 10 mm (método de ensayo: UNE-EN 196-3), usando una mezcla de un 30 % en masa de esquisto calcinado y un 70 % en masa de un cemento tipo CEM I.

Si el contenido en sulfato (SO₃) del esquisto calcinado excede el límite superior permitido para el contenido de sulfato en el cemento, esto debe tenerse en cuenta por el fabricante del cemento reduciendo convenientemente los constituyentes que contienen sulfato de calcio.

PROVEEDORES:

Los principales yacimientos de esquistos bituminosos se encuentran en Estonia, China, Brazil, Rusia y EEUU.

Implicaciones económicas

Las ventajas económicas derivan del ahorro energético cuando se utiliza como adición debido a la sustitución parcial del clínker y del ahorro del consumo de materias primas en el caso de emplearse como material alternativo en la elaboración del crudo.



La sustitución parcial del clínker por un subproducto industrial, representa un mejor aprovechamiento de los recursos, que contribuye positivamente a la conservación del medio ambiente y evitar la deposición de estos materiales aprovechables para este sector. No obstante, para evaluar la viabilidad económica de la medida será necesario hacer un balance entre el ahorro energético derivado del menor consumo de clínker y del coste de este material alternativo, que dependerá, entre otras variables, de la distancia del punto de suministro a la planta cementera

Implicaciones ambientales

En cuanto a los beneficios ambientales, estos derivan de:

- Minimización de los residuos que van a parar a vertedero procedentes de la obtención de petróleo a base de esquisto bituminoso.
- Cuando se utiliza combustible a base de esquistos bituminosos para alimentar el horno de clínker es posible aprovechar los residuos de combustión como material alternativo a materias primas naturales en la elaboración del crudo.
- Disminución de la dependencia de materias primas naturales procedentes de canteras y, por tanto, la disminución del impacto sobre el territorio que ocasionan las industrias extractivas asociadas a la fabricación de cemento.

Cuando se utiliza como adición se contribuye a la minimización del consumo energético debido al menor uso de clínker, sin embargo, desde un punto de vista global se hace necesario la realización de un balance ambiental que contemple los impactos derivados de la extracción y procesado de los esquistos.



Ejemplo de aplicación de la medida

No se tiene constancia de la aplicación de esta medida en España. Es una medida que se aplica en Europa, principalmente en Alemania.

En Dotterhausen (Alemania) la empresa Rohrbach Zement ha estado introduciendo con éxito pizarra bituminosa en su proceso productivo desde hace más de 60 años (ref.6). Parte de esta pizarra bituminosa es usada directamente en el precalcinador del horno rotatorio. En cambio, la mayor parte de este material es quemado en unidades de lecho fluidizado para producir esquistos calcinados con importantes propiedades hidráulicas. Al mismo tiempo, el calor generado en este proceso es utilizado para producir electricidad. Estos esquistos calcinados son adicionados al clínker para producir cementos CEM II/B-T según la norma UNE-EN 197-1. La rentabilidad de esta operación se basa en la utilización completa de los recursos energéticos del material y todos sus minerales.

Referencias

- Los cementos de adición en España del año 2000 al 2005. Miguel Ángel Sanjuán. Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA). Diciembre 2007.
- Norma UNE-EN 197:2000. Cementos
- Behaviour of concrete made using oil shale ash and cement mixtures. M. AL-HASAN. Oil Shale, 2006, Vol. 23, No. 2, pp. 135-143. Estonian Academy Publishers – 2006. ISSN 0208-189X
- Oil shale cement – ecology and economy. J. PURGA. Oil Shale, 2008, Vol. 25, No. 3, pp. 297-299. ISSN 0208-189X
- Energy requirements of using oil shale in the production of ordinary Portland clinker. H. ALLABOUN, A. Y. AL-OTOOM. Oil Shale, 2008, Vol. 25, No. 3, pp. 301-309. ISSN 0208-189X
- Combined utilization of oil shale energy and oil shale minerals within the production of cement and other hydraulic binders. J. HILGER. Oil Shale. 2003. Vol. 20, No. 3 Special. P. 347-355.



CÓDIGO: CEM -14	ESTRATEGIA: Reducción del consumo de clinker
TIPO: Específica	MEDIDA: Adición de puzolanas naturales / artificiales en la molienda de cemento (*).
	APLICABLE A: Cementos



Descripción de la medida

Adición de puzolanas naturales como adición en la molienda de cemento. Adición normalizada a nivel europeo según UNE-EN 197.

Las puzolanas naturales son sustancias de composición silíceas y/o silico-aluminosas, normalmente son materiales de origen volcánico o rocas sedimentarias de composición química y mineralógica adecuadas. Por otro lado, las puzolanas naturales calcinadas son materiales de origen volcánico, arcillas, pizarras o rocas sedimentarias activadas por tratamiento térmico. Las puzolanas están compuestas esencialmente por dióxido de silicio reactivo (SiO₂) y óxido de aluminio (Al₂O₃). El resto contiene óxido de hierro (Fe₂O₃) y otros óxidos. La proporción de óxido de calcio reactivo es de poca importancia para el endurecimiento.

Los materiales puzolánicos no endurecen por sí mismos cuando se amasan con agua, pero finamente molidos reaccionan con el hidróxido de calcio [Ca(OH)₂] para formar compuestos de silicato de calcio y aluminato de calcio capaces de desarrollar resistencia. Estos compuestos son similares a los que se forman durante el endurecimiento de los materiales hidráulicos, gel C-S-H, pero con una relación Ca/Si menor lo que les confiere una buena durabilidad frente a algunos ambientes agresivos.

En la actualidad se están realizando estudios preformativos en el IETcc29,30 sobre escorias provenientes de la fabricación de ferroaleaciones de Si-Mn. Estas adiciones se han presentado al Subcomité 3 del AEN/CTN-80 para considerar su inclusión en la norma europea UNE-EN 197-1:2000 cuando ésta se revise. En particular, se pide que el apartado 5.2.3.3 "Puzolanas naturales calcinadas (Q)" de dicha norma se cambie por "Puzolanas artificiales (Q)", en donde, además de las naturales calcinadas, se permita la utilización de subproductos industriales con ciertas propiedades puzolánicas. Esta propuesta se ha llevado al WG 6 del CEN/ TC 51.

También hay que destacar la existencia de estudios (ref. 4) que analizan el aprovechamiento de las propiedades puzolánicas que presentan algunos residuos industriales (entre otros: cascote cerámico, lodo de papel calcinado y catalizadores gastados de craqueo catalítico procedentes de las refinerías de petróleo) donde se concluye que estos residuos son aptos para su adición al cemento Portland, a pesar de no estar normalizados.

Según la norma UNE-EN 197-1:2000, la adición máxima de puzolanas naturales es del 35% (CEMII/B-P y CEMII/B-Q), pudiendo ser la suma de estos materiales, cenizas volantes y humo de sílice de hasta el 55% de la composición (CEM IV/B) y de hasta el 50 % para la suma de estos materiales y las cenizas silíceas (CEM V/B).

Implicaciones técnicas

El contenido de dióxido de silicio reactivo (SiO₂) en las puzolanas naturales no debe ser menor del 25,0 % en masa (ref. 2)

Puzolanas artificiales: En general, para la valorización de residuos industriales con propiedades puzolánicas es necesario caracterizar el material que se propone como alternativo.

Por ejemplo, en el caso de la valorización de escorias de SiMn es necesario el conocimiento detallado de su composición química y mineralógica, actividad puzolánica, tiempo de fraguado, expansividad, resistencia, etc. Según se concluye en el artículo citado en la referencia 3, la adición de escorias de SiMn es apta para la fabricación de cementos de adición y su actividad puzolánica puede situarse entre el humo de sílice y las cenizas volantes.

En cuanto a la valorización de residuos de cascotes cerámicos procedentes de rechazos en la fabricación de tejas, de lodos de papel calcinado procedente del destintado de pasta de papel mediante cargas minerales y residuos de catalizadores gastados de craqueo catalítico generado en las refinerías de petróleo, véase la referencia 4.

La industria papelera Vasca generó en el año 2.004 cerca de 250.000 toneladas de lodos pastero-papeleros en estado húmedo, dos terceras partes de las cuales se destinaron a reciclaje y la tercera parte restante se depositó en vertedero.



Implicaciones económicas

Las ventajas económicas derivan del ahorro energético y de materias primas en el cemento. La sustitución parcial del clínker por un subproducto industrial, representa un mejor aprovechamiento de los recursos, que contribuye positivamente a la conservación del medio ambiente y evitar la deposición de estos materiales aprovechables para este sector.

En el mercado existen diferentes materiales, residuos y subproductos con alta actividad puzolánica, en este sentido, para realizar una valoración económica será necesario hacer un estudio particular en función de la disponibilidad del producto y de la distancia entre la planta cementera y el lugar de suministro, ya que el coste derivado del transporte es un factor determinante.

Implicaciones ambientales

La cocción del clínker es la parte más importante del proceso de fabricación del cemento en lo que respecta a los costes medioambientales. La reducción del consumo de clínker contribuye, por tanto, a la minimización de los impactos derivados de este proceso y se traduce en una reducción del consumo de energía y de las emisiones atmosféricas (principalmente, de los óxidos de nitrógeno –NOx– y de azufre –SO2–).

La menor dependencia energética también comporta un menor consumo de combustibles fósiles y una reducción de las emisiones de CO2.

Para evaluar la reducción del consumo de materias primas naturales que representa la aplicación de esta medida será necesario realizar un balance ambiental específico relativo a la cantidad de materias primas naturales que intervienen en el proceso de producción.

FASE	Obtención MMPP y componentes	Producción en fábrica	Distribución	Uso	Final de vida	General
PROS	Valorización de residuo	Menor consumo de combustibles Disminución de emisiones, (CO2, NOx y SO2)				
CONTRAS	Uso de materias primas de origen natural	Ligero aumento del consumo energético en molienda				

Ejemplo de aplicación de la medida

Cemex España utilizó 168.067,9 Tn de puzolanas naturales como adición a sus cementos en el año 2007.

Respecto al uso de puzolanas artificiales, existen diferentes estudios y proyectos de investigación para valorar la idoneidad del uso de subproductos procedentes de diferentes sectores industriales, a modo de ejemplo destacamos algunos relativos al aprovechamiento de lodos de la industria papelera:

Con el Proyecto CEMAPEL (PNI+D-MAT2003-06479) "Desarrollo y aplicaciones de nuevos cementos con adiciones a partir de lodos procedentes de la industria papelera" de LABEIN (con socios IETCC y UAM), finalizado en 2006, se demostró la viabilidad de los lodos de destintado de papel calcinados a temperaturas entre 700°C y 800°C como material puzolánico para la fabricación de cementos Pórtland comerciales.

Valorización y reciclaje de los residuos del proceso papelero (I - II). ASPAPEL - Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón. (Expedientes FIT-320100-2006-0093 y FIT-320100-2007-0118).

Desarrollo de un proceso integrado para aprovechamiento de plantas anuales en el sector de pasta y papel y de los subproductos obtenidos en estos procesos. STRAW PULPING ENGINEERING, S.L. (MEC CIT-320100-2007-12. 2007-08).

Referencias

- Los cementos de adición en España del año 2000 al 2005. Miguel Ángel Sanjuán. Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA). Diciembre 2007.
- Norma UNE-EN 197-1:2000
- Propiedades de la escoria de SiMn como material puzolánico en la fabricación de cementos portland. Autores: Moisés Frías Rojas, Ignacio Menéndez, María Isabel Sánchez de Rojas, M. García de Lomas, C. Rodríguez. Materiales de construcción, ISSN 0465-2746, Nº. 280, 2005, pp. 53-62
- Novedades en el reciclado de materiales en el sector de la construcción: adiciones puzolánicas. M. Frías Rojas, M.I Sánchez de Rojas, O. Rodríguez Largo. II Jornadas de Investigación en Construcción (Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja", Madrid, 22-24 mayo 2008): Actas de las Jornadas. H.I. Materiales: Cementos, morteros y hormigones, pp. 1415-1424.
- Obtención de una adición puzolánica a partir de la calcinación controlada de lodos de destintado de papel: estudio de prestaciones en matrices de cemento. I. Vegas, M. Frías, J. Urreta, J. T. San José. Materiales de Construcción, ISSN: 0465-2746, Nº 283. 2006. pp. 49-60
- Decreto 104/2006, de 19 de octubre, de valorización de escorias en la Comunidad Autónoma de Cantabria



CÓDIGO: CEM -15

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

MEDIDA:

APLICABLE A:

Reducción del consumo de clínker

Adición de caliza en la molienda de cemento

Cementos

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

Adición de caliza como sustitución de clínker en la molienda de cemento. Adición normalizada a nivel europeo según UNE-EN 197-1:2000.

Se diferencia entre adiciones de Caliza de TOC inferior a un 0,5% y Caliza de TOC inferior a un 0,2%, siendo el TOC el carbono orgánico total (determinado conforme a la UNE-EN 13639).

El porcentaje de sustitución máximo de estos materiales es del 35% (CEM II/B-L, TOC inferior a un 0,5% y CEM II/B-LL, TOC inferior a un 0,2%).

Implicaciones técnicas

Las calizas que se vayan a emplear como adición en el cemento deberán cumplir los siguientes requisitos, según establece la norma que las regula (ref. 1):

- El contenido de carbonato de calcio (CaCO_3), calculado a partir del contenido de óxido de calcio, no será inferior al 75% en masa.
- El contenido de arcilla, determinado por el método del azul de metileno (EN 933-9) será menor de 1,20 g/100 g. Para este ensayo, la caliza estará molida a una finura (EN 196-6) aproximada de 5000 cm^2/g .
- El contenido de carbono orgánico total (TOC) cumplirá:
 - $\text{LL} \leq 0,20\%$ en masa.
 - $\text{L} \leq 0,50\%$ en masa.

Tal y como se concluye en el estudio citado en la referencia 3, sobre la influencia en las características mecánicas de adiciones calizas de distinto tamaño de grano, es importante anotar que:

- Para la utilización de materiales calizos como adición al cemento, se debe conocer además de su composición química y mineralógica, las características petrográficas y obtener además, su factor de reducción, ya que este es una medida de la activación de la caliza, y de su mejor comportamiento mecánico resistente.
- Las muestras calizas que posean un alto factor de reducción (R), se comportarán favorablemente, es decir como adiciones activas a los cementos de alto contenido en Aluminato tricálcico (C3A).
- El cemento más apropiado, para adicionar calizas, es el de alto contenido en C3A, desde un punto de vista de comportamiento mecánico resistente.

El mismo autor también recomendando realizar la molienda del clínker y de los materiales calizos de forma simultánea con objeto de que evitar un envejecimiento prematuro de dichos materiales calizos y la pérdida de actividad.

PROVEEDORES

Según datos correspondientes al año 2003 del Departamento de Industria, Turismo y Comercio del Gobierno Vasco, en la CAPV existen alrededor de 30 explotaciones activas de canteras de caliza, cuyas reservas totales se estiman en 355.319.142 toneladas. La demanda de caliza del sector de la edificación estimada para el periodo 2004-2014 es de 133.565.523 toneladas.

Implicaciones económicas

Las ventajas económicas derivan principalmente del ahorro energético como consecuencia de la sustitución de clínker por un material alternativo, en este caso, de origen natural.

Para realizar una valoración económica de la viabilidad de esta medida es necesario hacer un estudio particular en función de la disponibilidad del producto y de la distancia entre la planta cementera y el lugar de suministro, ya



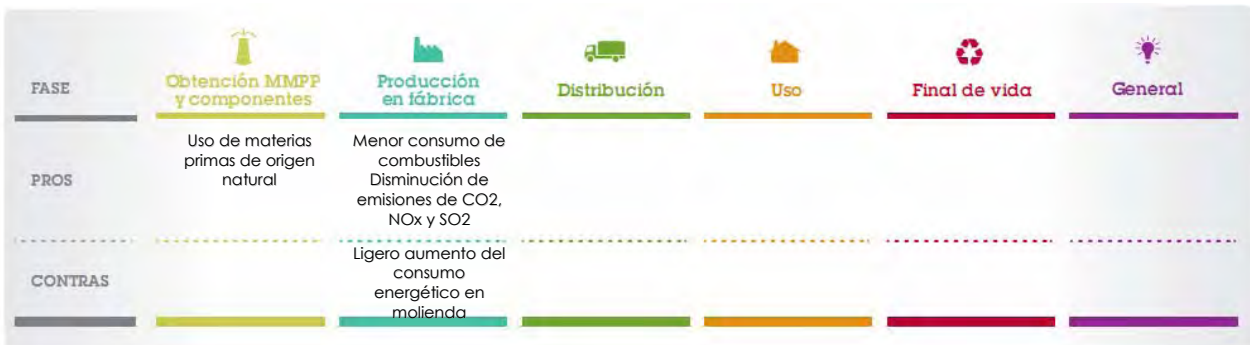
que el coste derivado del transporte es un factor determinante. En este sentido, vale la pena recordar que la proximidad al punto de abastecimiento de materias primas suele condicionar el emplazamiento de este tipo de industria.

Implicaciones ambientales

La cocción del clínker es la parte más importante del proceso de fabricación del cemento en lo que respecta a los costes medioambientales. La reducción del consumo de clínker contribuye, por tanto, a la minimización de los impactos derivados de este proceso y se traduce en una reducción del consumo de energía y de las emisiones atmosféricas (principalmente, de los óxidos de nitrógeno –NOx– y de azufre –SO2–).

La menor dependencia energética también comporta un menor consumo de combustibles fósiles y una reducción de las emisiones de CO2.

Para evaluar la reducción del consumo de materias primas naturales que representa la aplicación de esta medida será necesario realizar un balance ambiental específico relativo a la cantidad de materias primas naturales que intervienen en el proceso de producción.



Ejemplo de aplicación de la medida

La existencia de explotaciones mineras de rocas calizas en la CAPV y en el resto de la península ibérica contribuye a que la adición de caliza sea una de las medidas contempladas por la mayor parte de la industria cementera.

El consumo de caliza y de otras rocas calcáreas en España representa más del 60% de la totalidad de las material primas utilizadas para la fabricación de cemento (ref. 4)

Referencias

- Norma UNE-EN 197-1:2000. Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.
- Los cementos de adición en España del año 2000 al 2005. Miguel Ángel Sanjuán. Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA). Diciembre 2007.
- Influencia en las características mecánicas de adiciones calizas de distinto tamaño de grano, en cementos Portland con diferentes contenidos de C3A. Moraño Rodríguez, Alfonso J. Primeras Jornadas Iberoamericanas sobre "Caracterización y Normalización de Materiales de Construcción. Programa CYTED. Madrid – 2001. Calvo, B; Maya, M; Parra J.L.
- Panorama minero. Cemento – 2005. www.igme.es



CÓDIGO: CEM -16

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducción del consumo de materias primas naturales

MEDIDA: Sustitución de yeso natural por sulfato de calcio residual

APLICABLE A: Cementos



Descripción de la medida

Sustitución de yeso natural por sulfato cálcico residual, también denominado yeso sintético, se genera como subproducto en varios procesos industriales, como la fabricación de ácido fosfórico (fosfoyeso), fabricación de ácidos fluorhídrico y cítrico (fluoroyeso o fluoro-anhidrita) y, sobre todo, en la desulfuración de los gases de combustión de combustibles fósiles que contienen azufre en su composición (carbón, fuel) en centrales térmicas (desulfoyeso, conocido como FGD -Flue Gas Desulphurization gypsum-).

El yeso sintético puede utilizarse como sustituto del yeso natural empleado como regulador de fraguado, debido a que sus propiedades son similares a las del yeso de origen natural.

Implicaciones técnicas

La producción de yeso sintético en el momento de la desulfuración de los gases (desulfoyeso) de las centrales térmicas ha hecho posible disponer de una materia prima idéntica al yeso natural, tanto por sus especificaciones, como por sus cualidades. El conjunto de las organizaciones industriales e instituciones políticas, tales como Eurogypsum (Association of European Gypsum Industries), Ecoba (European Association for Use of the By – products of Coal – fired power stations), EURELECTRIC (European Grouping of the Electricity Supply Industries), la OCDE y la Unión Europea, aceptan ahora, de común acuerdo, el yeso de desulfuración como un producto y no como un subproducto. (Ref. 1)

PROVEEDORES

Desulfoyeso: centrales térmicas cercanas a la planta cementera que se quieran desprender de este residuo/subproducto. En la CAPV existen centrales térmicas en las localidades de Pasaia, Amorebieta, Zierbana y Santurtzi.

Fluoroyeso: industrias dedicadas a la obtención de ácido fluorhídrico que se quieran desprender de su fluoro-anhidrita residual.

La única industria de producción de Flúor en España es Derivados del Flúor S.A, empresa situada en Cantabria que centra su actividad en la química inorgánica del flúor, ha desarrollado un proyecto de I+D con la colaboración del centro tecnológico Gaiker, la Universidad de Cantabria, el Instituto Torroja y la Administración a través de la Sociedad para el Desarrollo Regional de Cantabria (SODERCAN) y del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) para la valorización de la fluoro-anhidrita, subproducto resultante de su actividad. Su producción anual de este material es de aproximadamente 200.000 Tn (ref. 4).

Implicaciones económicas

El uso de sulfato cálcico residual requiere de inversiones adicionales para acondicionar la materia prima que viene en forma de suspensión o pasta y en consecuencia de mayores costes de explotación, por incorporar una humedad adicional y un tamaño de partícula que dificultan la calcinación.

La viabilidad de la aplicación de la medida dependerá del análisis de cada caso en particular al verse afectado por diversos factores como el índice de humedad, la granulometría, la cantidad demandada, la distancia entre el punto de consumo y el punto de suministro, etc.



Implicaciones ambientales

El aprovechamiento del sulfato cálcico residual es una ventaja desde el punto de vista medioambiental si tenemos en cuenta los aspectos siguientes:

Desaparece la necesidad de gestionar el sulfato cálcico proveniente de la desulfuración de los gases en centrales térmicas o de otros procesos industriales como residuo, ya que se valoriza como materia prima alternativa y se contribuye, indirectamente, a reducir la cantidad global de residuos destinados a vertedero.

Disminución de la dependencia de materias primas naturales procedentes de canteras y, por tanto, la disminución del impacto sobre el territorio que ocasionan las industrias extractivas asociadas a la fabricación de cemento.



Ejemplo de aplicación de la medida

España es, el segundo productor mundial de yeso natural tras EEUU. En Europa, España es líder de producción, consumo y el principal exportador del continente (ref. 2).

La utilización de desulfuroso (FGD) es mucho más efectiva en países con déficit de materia prima natural, sin embargo, la legislación relativa a la limitación de emisiones de compuestos de azufre (Directiva 2001/80/CE transpuesta al ordenamiento jurídico español mediante el Real Decreto 430/2004 de 12 de marzo de 2004) está favoreciendo la incorporación de yeso sintético en el mercado procedente de la desulfuración de centrales térmicas (FGD).

A partir de 1 tonelada de azufre contenido en el combustible que utilizan las centrales térmicas pueden obtenerse alrededor de 5,4 t de yeso (ref. 3).

A partir de 1 t de fluorita tratada con 1,25 t de ácido sulfúrico, se obtienen 0,5 t de ácido fluorhídrico y 1,7 t de anhídrido o fluoroyeso (ref. 3).

Actualmente se produce más yeso sintético que el que se extrae de fuentes naturales y varias empresas eléctricas han alcanzado acuerdos con multinacionales yeseras. La industria cementera española empleó cerca de 0,3 Mt de yeso artificial en sustitución del yeso obtenido de explotaciones mineras.

Referencias

- Guía de Buenas Prácticas en la Industria Extractiva Europea
- El Yeso. Panorama Minero – 2005. www.igme.es
- El yeso como materia prima. Vicente Gomis Yagües. Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Alicante. <http://iq.ua.es/Yeso>
- Derivados del Flúor, S.A. www.ddfluor.com
- Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo - Comunicación interpretativa sobre residuos y subproductos. COM/2007/0059 final.
- Becker, J., Einbrodt, H-J. and Fischer, M. 1991. Comparison of Natural Gypsum and FGD Gypsum. VGB Kraftwerkstechnik 1/1991, 46-49.



CÓDIGO: CEM -17

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

MEDIDA:

APLICABLE A:

Reducción del consumo de combustibles fósiles

Sustitución de combustibles fósiles por combustibles alternativos

Cementos

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

Sustitución de combustibles fósiles por combustibles alternativos. Los combustibles alternativos más utilizados son los neumáticos usados, aceites usados, disolventes, residuos de madera, plásticos, lodos de depuradora, pinturas, barnices, harinas animales, etc.

La utilización de residuos como combustibles alternativos es una manera segura de valorización de los residuos. Los constituyentes orgánicos son destruidos completamente debido a las altas temperaturas, los altos tiempos de residencia y la atmósfera oxidante en el horno. Los constituyentes inorgánicos se combinan con las materias primas en el horno y dejan el proceso como parte del cemento. Los gases de combustión son depurados por el propio proceso al entrar en contacto con la materia prima que circula a contracorriente, cuyo componente principal es la caliza que por efecto de la temperatura se transforma en óxido de cal. Las características alcalinas de dicha materia prima permiten la captación de halógenos y azufre mediante la formación de sales y sulfatos alcalinos.

Implicaciones técnicas

Para que un residuo sea considerado apto para su utilización como combustible alternativo debe reunir las características que lo hagan compatible con el proceso productivo, esto es:

- Poder calorífico suficiente si se utiliza como combustible alternativo
- Ausencia de interferencias en las características del clínker;
- Emisiones controladas sin provocar aumentos significativos en las emisiones contaminantes y los respectivos límites de emisión.

Las limitaciones en cuanto a los tipos de residuos dependen de cada instalación concreta, aunque como reglas generales se pueden citar las siguientes (ref.1):

- El contenido en cloro en el cemento está limitado al 0,1 % en peso, por lo que debe limitarse en cierta medida el contenido de cloro en los combustibles. También algunas sales que forma el cloro pueden dar lugar a pegaduras y atascos en los ciclones. Por otra parte, la fijación de ciertas sales en el clínker puede ser objeto también de limitación, como el caso del fósforo.
- Por otra parte, los metales más volátiles (Hg, Tl) escapan en cierta medida a la acción del horno y pueden ser emitidos parcialmente a la atmósfera. Su contenido en los combustibles alternativos debe ser por tanto objeto de limitación y control.

Para poder controlar el uso de estos residuos desde su llegada a la planta hasta su entrada al horno, se hacen necesarias instalaciones especialmente diseñadas para ello, en las que deben intervenir sistemas de almacenamiento, sistemas de dosificación y sistemas de transporte hasta el horno, cuyos diseños estarán siempre sujetos a las características del combustible alternativo en uso y a las condiciones del espacio disponible en cada planta (ref.2).

Implicaciones económicas

Los costes energéticos de combustible y energía eléctrica suman más del 30 % de los costes de fabricación, por lo que la reducción del consumo de energía y la diversificación de las fuentes energéticas son factores clave para la competitividad de las empresas cementeras.

Para realizar una valoración económica será necesario hacer un estudio particular en función de la disponibilidad del combustible alternativo, del coste del combustible alternativo y sustituido, de la distancia entre la planta cementera y el lugar de suministro y del coste derivado de las modificaciones a realizar en las instalaciones.

Implicaciones ambientales

Por una parte, el uso de combustibles alternativos reduce el consumo de combustibles fósiles no renovables, así



como los impactos ambientales asociados a la extracción de dichos combustibles. Esta medida también contribuye a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero.

La utilización de combustibles alternativos en hornos de cemento maximiza la recuperación energética de los residuos. Toda la energía es usada directamente en el horno para la producción de clínker. También maximiza la recuperación de las partes no combustibles del residuo y elimina la necesidad de gestionar las escorias y cenizas producidas, ya que la parte inorgánica sustituye a materias primas en el cemento.

Según el estudio "Comparación del efecto ambiental asociado al tratamiento de harinas animales en distintas instalaciones", del Institut Cerdà (ref.4), muestra que por cada tonelada de harina animal que se valoriza en un horno de cemento, se ahorran entre 4,7 y 4,8 t de CO2 respecto de las emitidas globalmente si se opta por llevar estos materiales a vertedero, o a incineradora o a central de generación eléctrica.

Según estudios realizados por el Fraunhofer Institute (ref.5) la gestión del plástico en hornos de cementeras supera a las demás alternativas de gestión, maximizando el beneficio del uso de residuos de plástico frente a las opciones convencionales de incineración o conversión en bienes químicos.

La revisión crítica de estudios de Análisis de Ciclo de Vida encargada por la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea sobre técnicas de recuperación de aceites usados (ref.6) mostró que la opción de valorización energética en cementera era la única que se mantenía como la más positiva respecto al calentamiento global, incluso comparándola con la regeneración de los aceites, por el consumo energético que conlleva ésta.

Según diversos estudios realizados por TNO y el Instituto Fraunhofer alemán basados en el análisis del ciclo de vida (ref.6 y 7), en los que se comparan los efectos medioambientales del tratamiento de residuos en hornos de cemento frente a los que se producen por la destrucción en incineradores mediante el análisis del ciclo de vida de diversos residuos, los resultados avalan las ventajas de la utilización de los residuos como combustibles en hornos de cemento debido a los impactos positivos que se producen comparados a los de incineración en plantas especializadas.



Ejemplo de aplicación de la medida

La industria cementera española alcanzó unos niveles de sustitución de combustibles tradicionales por residuos del 6% en 2007 (Datos provisionales) (ref. 8). El objetivo de este sector es alcanzar en el año 2012, una vez finalizado el periodo Kyoto, unos niveles de sustitución del 20%. Esta meta se enmarca en la estrategia española para reducir las emisiones de CO2 y luchar contra el cambio climático.

En concreto, la recuperación de estos residuos, fundamentalmente biomasa -harinas y grasas animales, lodos de depuradora-, residuos de hidrocarburos, neumáticos, plásticos, pinturas y disolventes, facilitó en 2007 un ahorro de recursos energéticos no renovables equivalente a 200.000 toneladas de coque de petróleo, el combustible fósil tradicional de la industria cementera, así como su correspondiente transporte en España.

La sustitución de combustibles tradicionales por residuos en el horno de cemento es una operación segura, limpia y eficiente, que viene realizándose con éxito en los países de la UE desde hace más de 20 años, bajo la estricta aplicación de las Directivas comunitarias en la materia (la legislación ambiental más restrictiva a nivel mundial).

Referencias

- La valorización energética de residuos en la industria española del cemento. Marina Romay Díaz. Oficemen. Extraordinario 2004 / N° 869
- Artículo de José Roda Martínez por cortesía de Vidmar RM 2000, S.L. http://www.concretonline.com/index.php?option=com_content&task=view&id=3256&Itemid=35
- Ciclo Integral Energético. 8º Congreso Nacional del Medio Ambiente. CONAMA 8.
- Comparación del efecto ambiental asociado al tratamiento de harinas animales en distintas instalaciones. Óscar Jiménez. Institut Cerdà.
- Life Cycle Analysis of Recycling and Recovery of Households Plastics Waste Packaging. Fraunhofer Institute, 1996.
- Critical Review of existing studies and Life Cycle análisis on the regeneration and incineration of waste oils, European Comission. DG Environment. Diciembre 2001.
- Waste Processing in a Wet Cement Kiln and a Specialised Combustion Plant. Keevalkink J A and Hesseling W F M. 1996. Report No. TNO-MEP-R 96/082, TNO Institute of Environmental Sciences, Energy Research and Process Innovation, Apeldoorn, Netherlands.
- Nota de prensa. Fundación Laboral del Cemento y el Medio Ambiente. CEMA. Madrid, 5 de febrero de 2008.



CÓDIGO: CEM -18

TIPO: Específica **ESTRATEGIA:** Mejora de eficiencia energética del proceso
MEDIDA: Utilización de aditivos químicos
APLICABLE A: Cementos

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

Uso de aditivos químicos en la molienda del cemento, contribuyendo a mejorar la eficiencia energética de la industria del cemento. Estos aditivos ayudan a disminuir el consumo energético durante la molienda, incrementando la capacidad productiva del molino, ya que reducen la tendencia de las partículas a aglomerarse.

Aditivos de molienda y mejoradores de prestaciones:

	Cemento producido sin aditivo	Cemento producido con aditivo
Consistencia en mortero (%)	98	94
Pack-set (segundos)	28	15
Granulometría láser		
-% partículas < 30 µm	18,02	18,06
-D50	10,96	12,06
Resistencia a compresión (EN 196-1)		
-1 día	16,9	20,4
-2 días	28,1	32,4
-28 días	50,1	54,1

Efecto de la incorporación de un aditivo para cemento durante la molienda de cemento I 42.5R manteniendo las mismas condiciones (ref.1)

Implicaciones técnicas

Estos aditivos no deberán perjudicar las propiedades del cemento, de los morteros u hormigones fabricados con él, ni causar la corrosión de las armaduras o metales embebidos en ellos.

La cantidad total de aditivos no puede exceder el 1% en masa del cemento (a excepción de los pigmentos), siendo la cantidad de aditivos orgánicos inferior al 0,5 %. Estos aditivos no deberán causar ni la corrosión de las armaduras ni perjudicar las propiedades del cemento, morteros u hormigones fabricados con ellos (ref.2)

Implicaciones económicas

Cuando se evalúa la rentabilidad de un aditivo, se hace generalmente atendiendo a su comportamiento como coadyuvante de molienda, ya que ésta propiedad es común a todos los productos disponibles en el mercado. Este efecto coadyuvante, que se traduce en un mejor aprovechamiento energético en el proceso, podremos normalmente canalizarlo en sus dos vertientes:

- Aumento de producción, que obtendremos si se mantienen fijos los parámetros de fabricación (composición y finura) del cemento. La evaluación, entonces, tiene lugar estrictamente en términos de ahorro energético, y podremos establecer de forma muy sencilla el umbral de rentabilidad del aditivo empleado, es decir, el aumento de producción mínimo necesario para compensar el coste del producto.
- Aumento de calidad del cemento a igualdad de consumo eléctrico en la molienda. Esto ocurrirá si fijamos el parámetro de alimentación fresca al molino, manteniendo, por consiguiente, el mismo coste en Kwh/Tm. De esta manera, el efecto del aditivo provocaría una disminución del caudal circulante en el circuito, que sería compensado actuando sobre el separador para aumentar el caudal de retorno, y por tanto aumentando la finura del producto terminado.



La primera opción es la más convencional, si bien cabría explorar las posibilidades que ofrece la segunda de obtener ventaja económica si se compensan los incrementos de resistencia obtenidos con un aumento del contenido de adiciones.

En la actualidad, con la abundante oferta de que se dispone, la repercusión habitual de productos con prestaciones equivalentes se sitúa en torno a los 15 – 20 céntimos por tonelada. (ref.3)

Implicaciones ambientales

Dependiendo del tipo de aditivo utilizado se podrán obtener las siguientes mejoras ambientales:

Ahorro energético en molienda, al reducir la tendencia de las partículas a aglomerarse.

Sustituir una cierta cantidad de clínker por adición (en caso de que aún no se hubiera alcanzado el límite establecido por la Norma UNE-EN 197) sin detrimento de las prestaciones del cemento



Ejemplo de aplicación de la medida

Desde su entrada en el mercado español, en la década de los 80, los aditivos de molienda se han ido haciendo un hueco en la industria cementera, hasta nuestros días, en los que los aditivos de molienda están plenamente instaurados como una medida a la par, ambiental y económica.

Referencias

- Contribución de los Aditivos Químicos a la Sostenibilidad en la Tecnología del Hormigón. Joana Roncero, Roberta Magarotto. Jornada Sostenibilidad, Cátedra BMB-UPC, 20 de Mayo de 2008.
- Instrucción para la recepción de Cementos (RC-03). Anexo II.
- Artículo de Ángel Estrada Vega. Sika, S.A. <http://www.concretonline.com/>



CÓDIGO: CEM -19

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

MEDIDA:

APLICABLE A:

Mejorar el comportamiento ambiental de las instalaciones

Aplicación de las mejores técnicas disponibles en fabricación de cemento.

Cementos

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

Mejorar el comportamiento ambiental de las instalaciones, mediante la aplicación progresiva de tecnologías limpias como medio de reducción de la contaminación, y la realización de actuaciones de corrección y restauración.

La Guía de Mejores Técnicas Disponibles (MTD) en España de fabricación de cemento actualmente vigente (ref. 1) propone un conjunto de acciones dirigidas a la disminución del impacto ambiental de la fabricación del cemento (consumo energético, emisiones de NOx, SO2 y partículas).

La próxima revisión de las MTD pretende ampliar estos impactos a las emisiones de COV, metales, HCl, HF, CO, dioxinas y furanos.

Las mejoras contempladas afectan a las diferentes etapas del proceso de fabricación:

- Extracción de materias primas
- Molido, homogenización y almacenaje de la materia prima
- Cocción de la materia prima para la formación del clínker.
- Fabricación del cemento mediante la dosificación de yeso y otras adiciones, molido, homogeneización, almacenaje y distribución final.

Implicaciones técnicas

Las medidas generales que contribuyen a la reducción del impacto ambiental asociado al proceso de fabricación del cemento recogidas en la MTD (ref. 1) se resumen a continuación:

- Optimización del control del proceso con la inclusión de sistemas de control automáticos e informatizados.
- Uso de sistemas gravimétricos de alimentación de combustible sólido.
- Precalentamiento y precalcación.
- Uso de enfriadores de clínker que permitan la recuperación de calor.
- Recuperación del calor de los gases residuales.
- Instalación de sistemas de control de potencia para minimizar el consumo eléctrico.
- Uso de equipos eléctricos de alto rendimiento energético.
- Selección de las materias primas y combustibles.
- Implantación de un sistema de gestión ambiental según ISO 14001 y/o EMAS.

Para las plantas de nueva creación se considera que la mejor técnica disponible para producir el clínker consiste en un horno de proceso seco con precalentamiento multietapa y precalcación.

Existen medidas más concretas dirigidas a la reducción específica de las emisiones NOx, SO2 y de partículas que pueden consultarse en las referencias citadas.

Implicaciones económicas

En general, las medidas propuestas requieren una inversión significativa desde el punto de vista económico, sin embargo, hay que tener en cuenta que también pueden comportar un ahorro económico.

Cada fabricante deberá priorizar una u otra medida en función de su índice de emisiones y de la legislación vigente que las regula



Implicaciones ambientales

Las medidas aplicadas en el proceso de fabricación del cemento están encaminadas a la disminución del consumo energético y de las emisiones de NOx, SO2 y partículas.

La MTD del cemento propone, a parte de las medidas generales, las siguientes medidas concretas:

- Para reducir las emisiones de NOx a niveles de 500-1200 mg de NOx/Nm3 (instalaciones existentes en vía seca) y 500-800 mg de NOx/Nm3 (instalaciones nuevas): quemadores de bajo NOx; combustión por etapas; reducción selectiva no catalítica
- Para reducir las emisiones de SO2 entre 200-400 mg SO2/Nm3 para hornos de vía seca: adición de absorbente
- Para reducir las emisiones de partículas a 30-50 mg/Nm3 (hornos enfriadores) y 10-30 mg/Nm3 (otras instalaciones de desempolvamiento): protección de los sistemas de transporte; cerramiento total o parcial de los almacenamientos; desempolvamiento de los puntos de carga y descarga; filtros electrostáticos y filtros de mangas.



Ejemplo de aplicación de la medida

Las emisiones de CO2 del proceso de fabricación del cemento están fuertemente ligadas a la eficiencia energética del mismo. A lo largo de las últimas décadas, la industria cementera europea ha adoptado una política de mejora continua de la planta, equipamiento y proceso. Por ejemplo, hornos menos eficientes han sido reemplazados por hornos con precalentador y precalcinador más eficientes y los molinos de bolas para la molienda del cemento han sido sustituidos por sistemas de molienda más eficientes. En el año 2000, en torno al 78 % de la producción de cemento en Europa se realizó en hornos de vía seca; otro 16 % se realizó en hornos vía semi-seca o semi-húmeda; y un 6 % de la producción europea se realizó mediante vía húmeda. En España, en el año 2003, un 93 % de la producción se realizó por vía seca, mientras que el 7 % restante se repartió entre las vías húmeda y semiseca en partes casi iguales.

En las últimas dos décadas, la industria europea del cemento ha reducido el consumo de energía para la fabricación de una tonelada de cemento en aproximadamente un 30 %. La reducción de la intensidad energética del cemento se encuentra ya en una fase asintótica.

No será posible obtener en el futuro los mismos niveles de mejora del pasado, puesto que el margen de maniobra ha quedado ya muy reducido. La estrategia de ahorro y eficiencia energética elaborada por el IDAE ha evaluado las actuaciones viables en alrededor del 1 % de reducción hasta el 2012.

Referencias

- Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España de fabricación de cemento. 2004 - Ministerio de Medio Ambiente
- Ciclo Integral Energético. 8º Congreso Nacional del Medio Ambiente. CONAMA 8



CÓDIGO: CER-01

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Valorizar residuo/subproducto en material de cerramiento

MEDIDA: Valorización de cenizas volantes de central térmica de carbón en ladrillos

APLICABLE A: Cerramientos



Descripción de la medida

La producción de energía eléctrica a partir de centrales termoeléctricas que emplean carbón como combustible origina dos tipos de residuos: Las cenizas volantes y las cenizas de hogar o escorias. Las partículas más finas (cenizas volantes) son arrastradas en suspensión por los gases de combustión y se recogen en precipitadores electrostáticos. Constituyen el 80 % del total de cenizas, y corresponden al 30 % de masa de carbón consumida. Es posible la incorporación de las cenizas volantes en la composición del ladrillo, con lo que se logra la valorización del residuo y ahorro de materias primas.

Implicaciones técnicas

Las cenizas volantes secas suelen presentarse como una arena o polvo muy fino, suave al tacto y de un color gris más o menos claro, según la proporción de hierro y carbón sin quemar. Sus características físicas y propiedades dependen de múltiples factores, entre los que cabe destacar: Composición química de los componentes del carbón, grado de pulverización, tipo de caldera, temperatura de combustión y sistema por el cual las cenizas son retiradas de la central.

El tamaño de grano de las cenizas volantes brutas, es decir, sin moler, oscila entre 0,2 y 200 micras de diámetro, llegando en casos excepcionales a valores de hasta 500 micras. La densidad de conjunto o aparente es aproximadamente de 0,89 g/cm³, y el peso específico de las partículas oscila entre 2,0 y 2,9.

La composición química es muy variable. En general poseen los siguientes componentes: En mayor proporción, sílice (SiO₂), alúmina (Al₂O₃), óxidos de hierro (Fe₂O₃), cal (CaO) y carbón; en menor proporción, generalmente menos del 5 % en peso, magnesia (MgO), óxidos de azufre (SO₃), alcalinos (Na₂O y K₂O); en cantidades aún más reducidas, compuestos de titanio, vanadio, manganeso, fósforo, germanio, galio, etc. Según su composición química, y atendiendo a la procedencia del carbón de origen, las cenizas volantes pueden clasificarse en: silicoaluminosas (con contenidos en CaO inferiores al 10 %), sulfocálcicas (con contenidos de CaO por encima del 20 %) y silicocalcareas. Las más importantes en cuanto a las cantidades producidas y aprovechadas son las cenizas silicoaluminosas.

En el Listado Europeo de Residuos (LER) se les asigna el código 10 01 02, estando consideradas como residuo no peligroso.

Cuando se quiera aprovechar estas cenizas deben recogerse a la salida de los filtros a fin de que su contenido en agua sea mínimo. El mayor inconveniente que presenta este material es la variabilidad de sus características. En principio, no es necesario ningún tratamiento previo para su uso en la fabricación de ladrillos, aunque se puede someter a una molienda previa que conduce a un material más homogéneo.

Los ladrillos cara vista, que usualmente se fabrican a partir de una mezcla de arcillas plásticas y arena que actúa como desengrasante, pueden ser fabricados usando cenizas volantes. Generalmente se sustituye parte de la arcilla plástica por las cenizas, aunque también existen estudios sobre la utilización de cenizas volantes como principal materia prima, llegando a proporciones del 90 %.

Principales ventajas del uso de cenizas volantes en la fabricación de ladrillos:

- Requieren menos cantidad de agua de amasado
- La velocidad de secado es mayor
- La cocción es más rápida
- La porosidad es menor
- Se produce un ahorro energético y de materias primas.

Posibles desventajas:

- Menor resistencia (pudiéndose alcanzar resistencias a compresión hasta 20 N/mm² cuando se reemplaza el 50 % de la arcilla)



- Mayor absorción
- Menor resistencia a las heladas
- Pueden producirse eflorescencias
- La calidad del ladrillo decae rápidamente con la temperatura de cocción, por lo que ésta deberá ser controlada muy estrictamente.

Implicaciones económicas

Las cenizas volantes pueden considerarse un material barato, puesto que es el residuo de una actividad industrial que lo genera en cantidades considerables. Según datos de 1999, solo se valorizó un 40 % del residuo producido en España, principalmente en el sector cementero.

El principal coste es el transporte, por lo que en áreas cercanas a los centros de producción parece claramente indicada su producción.

Implicaciones ambientales

Las principales ventajas ambientales son:

- Se lleva a cabo la valorización de un residuo que, según datos de 1999, se destina a vertedero en un 50 %. Adicionalmente, con ello se consigue disminuir el consumo de materias primas naturales
- Ahorro energético al ser tanto el secado como la cocción del ladrillo más rápidas. Con ello se consigue también reducir las emisiones de tales unidades de proceso.



Ejemplo de aplicación de la medida

En la actualidad existen fábricas que producen ladrillos con cenizas volantes a escala industrial, especialmente en Gran Bretaña, Canadá e Italia.

En nuestro país, no existen fábricas que apliquen esta valorización. Si se ha realizado un estudio sobre la viabilidad de la obtención de ladrillos a partir de cenizas volantes procedentes de la Central Térmica de Narcea (Asturias). Según el mismo, se podrían utilizar las cenizas como materia prima única en los ladrillos (con adición de un ligante y lubricante, que podrían ser dextrina blanca y polvos de talco, respectivamente). Con temperaturas de cocción superiores a 1000 °C se obtienen piezas que cumplen las especificaciones requeridas por la Norma Básica de Edificación en cuanto a resistencia a compresión, absorción de agua, succión, contracción, heladidad y eflorescencia, pudiendo alcanzar los valores que aparecen en la siguiente tabla (ref.1 y 2):

PROPIEDADES DE LOS LADRILLOS (92 % de cenizas volantes, temperatura de cocción 1000 °C y presión de conformado 15,6 MPa)	
Resistencia a compresión	19 N/mm2
Absorción	4 %
Succión	0,1 g/cm2
Heladidad	No heladizos
Eflorescencia	Pequeñas eflorescencias
Coloración	Rojiza

Referencias

- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de estudios y experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Centro de publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Medio Ambiente. 2002.
- Obtención de ladrillos cara vista a partir de cenizas volantes de la Central Térmica de Narcea (Asturias). Ayesta, G.; García, M.P.; Blanco, F.; Ayala, J. Materiales de construcción, vol. 49, nº 256, pp 15-28.1999.



CÓDIGO: CER-02

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Valorizar residuo/subproducto en material de cerramiento

MEDIDA: Valorización de escorias de incineradoras de RSU en ladrillos

APLICABLE A: Cerramientos



Descripción de la medida

Los residuos sólidos urbanos, bien frescos o procedentes de procesos previos, se pueden emplear como combustibles en una o varias líneas de incineración. En el horno se efectúa la combustión de los RSU de forma prácticamente completa, reduciéndose por término medio un 90 % el volumen y un 70 % el peso. En la incineración se generan, a su vez, dos tipos de residuos: Cenizas de hogar o escorias (residuos formados por el material total o parcialmente quemado) y cenizas volantes (residuos constituidos por aquellas partículas que son arrastradas por la corriente de gases al exterior de la cámara de combustión).

Es posible la incorporación de las escorias de dicha incineración en la composición del ladrillo, con lo que se logra la valorización del residuo y ahorro de materias primas.

Implicaciones técnicas

La escoria resultante de la incineración de residuos urbanos es un material de tipo granular con partículas en su mayoría inferiores a 1 cm de diámetro, formadas por los materiales no combustibles y/o inertes de los residuos urbanos que salen de la cámara de combustión después de la incineración a temperaturas superiores a 850 °C, tales como trozos de vidrio, cerámica, metales, etc. A la salida del horno se enfrían con agua y se depositan separadamente de las cenizas. Suponen el 85-95 % en peso de los residuos totales del proceso de incineración. Son de color grisáceo, tienen una amplia distribución granulométrica de partículas con un elevado grado de humedad, que confiere cierta adherencia entre ellas, y morfología muy dispar.

PROPIEDADES FÍSICAS DE ESCORIAS DE INCINERADORA DE RESIDUOS URBANOS (ref. 1)		
Granulometría	0-1 mm	18
Porcentaje en peso (%)	1-2 mm	14
	2-4 mm	21
	4-6 mm	15
	6-16 mm	24
Densidad de conjunto (g/cm ³)		1 - 1,1
Absorción de agua (%)		2,36

Los análisis químicos demuestran que los principales componentes de las escorias son sílice, aluminio, hierro y calcio; como componentes secundarios, titanio, magnesio, sodio, potasio o fosfato; en muy pequeña cantidad, bario, estroncio, rubidio y metales pesados como cobre, zinc, plomo, cobalto, níquel o cadmio.

Cuando estos residuos se someten a pruebas de toxicidad, la concentración de metales tóxicos en los lixiviados excede en ocasiones los límites legales. Existen diferentes procedimientos para disminuir la toxicidad de los materiales generados en la incineración, como por ejemplo el lavado previo a su utilización, con el que se consigue eliminar casi totalmente los componentes más lixiviables tales como los cloruros, el cadmio, el zinc y los sulfatos.

El reciclado de estos residuos requiere un procesado bastante elaborado para obtener un material que sea aceptable técnica y medioambientalmente:

1. Enfriado de la escoria en agua inmediatamente después de salir de la incineradora
2. Desferrización por medios magnéticos
3. Cribado con un paso máximo de grano de 20 mm (Bélgica y Holanda) y 60 mm (Francia)



- (tomando como límite, por ejemplo, 2 mm)
- Almacenamiento de la escoria al aire libre durante varios meses (generalmente entre 1 y 3 meses) con el fin de obtener estabilidad volumétrica mediante un proceso de maduración: Se producen reacciones de los sulfatos, del hierro, de hidratación, solidificación, formación de sales, etc. Durante esta etapa al aire libre es necesario tomar precauciones para que el contenido de humedad de la escoria alcance o conserve aproximadamente el nivel del óptimo Proctor.

Proveedores de escorias de incineración de residuos sólidos urbanos: En la CAPV existe una incineradora de RSU en Bilbao (Zabalgarbi), la cantidad de RSU incinerados en septiembre de 2007 era de 228.000 Tn. Existe también un proyecto de incineradora en Donostia.

Implicaciones económicas

Las escorias de incineradoras urbanas pueden considerarse un material barato, puesto que es el residuo de una actividad industrial que lo genera en cantidades considerables y el grado de reciclaje en España es muy bajo.

El principal coste es el transporte, por lo que su uso estará más indicado en áreas cercanas a los centros de producción.

Implicaciones ambientales

La principal ventaja ambiental de la medida es la valorización de un residuo que normalmente se destina a vertedero, y con ello, se consigue también disminuir el consumo de materias primas naturales.

Por otra parte, el material cerámico tiene gran capacidad de inertización de los metales pesados existentes en el residuo.



Ejemplo de aplicación de la medida

Actualmente la utilización de las escorias de incineradoras urbanas se centra en el campo de carreteras o terraplenes, aunque existen estudios a nivel experimental sobre la aplicación de este residuo en la fabricación de ladrillos como sustitutivo de la arena. Estudios de laboratorio han demostrado que si se añaden pequeñas cantidades de cemento (entre un 4 y un 10 %), se mejoran las resistencias tanto a la compresión como a flexión de los ladrillos, llegando a alcanzar una resistencia a compresión de hasta 52 MPa para un contenido de escorias del 40 % y un 10 % de cemento.

Tanto la resistencia a compresión como a flexión se pueden mejorar aumentando la presión de compactación en el proceso de fabricación. Inmediatamente después de su fabricación, la resistencia a compresión alcanza valores comprendidos entre 10 y 17 MPa, por lo que pueden ser distribuidos inmediatamente, reduciendo así los costes de almacenamiento. Este tipo de ladrillos presenta una excelente resistencia a la abrasión, que aumenta al aumentar el contenido en escorias, y una menor absorción de agua.

Referencias

- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de estudios y experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Centro de publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Medio Ambiente. 2002.
- Strength properties of cement-stabilized municipal solid waste incinerator ash masonry bricks. Mujahid, T.; Chang, W.F. ACI Materials Journal, pp 508-517. Septiembre-Octubre 1991.



CÓDIGO: CER-03

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

Valorizar residuo/subproducto en material de cerramiento

MEDIDA:

Valorización de lodos de depuradora en ladrillos

APLICABLE A:

Cerramientos

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

La tecnología más común para el tratamiento de aguas residuales municipales es el proceso de lodos activos, un proceso biológico que genera grandes cantidades de lodos orgánicos. Es posible la incorporación de los lodos de depuradora en la composición del ladrillo, con lo que se logra la valorización del residuo y ahorro de materias primas.

Implicaciones técnicas

La calidad de los lodos no es constante, varía con las características de diseño de cada planta, el tipo de aguas residuales tratadas, la época del año, la climatología, la situación de la planta, etc. Los lodos separados del agua tratada en la última etapa del proceso contienen más del 90 % de agua y son altamente biodegradables. Para facilitar su manejo se someten a procesos de desecación. Se suelen emplear filtros banda, obteniéndose una concentración sólida del 20-25 %. Sus principales características físicas se muestran en la siguiente tabla:

PROPIEDADES FÍSICAS LODOS SECOS (ref.1)

Peso específico	1,64 - 1,72
Humedad (%)	50,0 - 70,0
Densidad (t/m ³)	0,5 - 0,6
Perdida al fuego (%)	52,2 - 60,8
Valor de pH	5,50 - 8,10
Residuo del tamiz 180 µm (%)	4 - 5
Residuo del tamiz 90 µm (%)	98 - 99,6

La composición química de los lodos depende de la naturaleza del agua residual y de los productos químicos usados en el tratamiento de depuración. Por ello puede haber grandes variaciones de unos casos a otros.

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA LODOS SECOS (ref.1)

Ca (como CaO) (%)	11 - 13	Zn (como ZnO) (%)	0,1 - 0,3
Si (como SiO ₂) (%)	1,3 - 2,1	Cu (ppm)	90 - 100
Fe (como Fe ₂ O ₃) (%)	1,7 - 3,2	Pb (ppm)	20 - 30
Mg (como MgO) (%)	0,7 - 0,9	As (ppm)	1 - 2
Na (como Na ₂ O) (%)	0,1 - 0,22	Cd (ppm)	3 - 7
K (como K ₂ O) (%)	0,1 - 0,17	Hg (ppm)	2 - 3
P (como P ₂ O ₅) (%)	0,8 - 1,2		

Existen diversos estudios sobre la valorización de lodos de depuradora en la fabricación de ladrillos. El máximo porcentaje de lodos que se podría mezclar con la arcilla cerámica se sitúa en torno al 40 %, aunque con esa cantidad la adherencia de la mezcla es pobre y la textura superficial del ladrillo irregular. Las proporciones óptimas están entre el 10 y el 20 %.

VARIACIÓN PROPIEDADES DEL LADRILLO (ref.1)

(% de la mezcla de referencia sin lodos)

PROPIEDADES	10 % FANGOS	40 % FANGOS
Peso específico	97 %	83 %
Retracción	Antes de la cocción	105 %
		100 %



	Después de la cocción	102 %	130 %
Perdida al fuego		200 %	400 %
Resistencia a compresión		70 %	43 %

Implicaciones económicas

El Plan Nacional de Lodos de Depuradoras de Aguas Residuales 2001-2006 estableció como principales usos la aplicación al suelo, la valorización energética y el depósito en vertedero, por este orden. Lo cierto es que todavía se destinan a vertedero grandes cantidades de lodos por lo que es posible obtener este residuo a un coste bastante bajo.

El principal coste es el transporte, pero en general las distancias hasta la depuradora de aguas residuales más cercana deben ser relativamente pequeñas debido al gran número de depuradoras existentes.

Implicaciones ambientales

- Se lleva a cabo la valorización de un residuo que sigue destinándose a vertedero en un porcentaje elevado. Adicionalmente, con ello se consigue disminuir el consumo de materias primas naturales.
- Importante ahorro energético durante la cocción cerámica gracias al poder calorífico de los lodos (aproximadamente sobre las 3.400 Kcal/Kg).
- Ahorro en el consumo de agua por aportación de la contenida en los lodos (70 % de humedad promedio)
- El material cerámico permite la inertización de los metales pesados contenidos en los lodos.



Ejemplo de aplicación de la medida

Existe una patente de ladrillos, BIOBRICK® (ref. 1 y 2), que incorpora lodos de depuradora. En Estados Unidos estos ladrillos se comercializan y ya se han llevado a cabo varios proyectos con ellos. Tienen un porcentaje máximo de lodos de 25-30 % y cumplen con todos los requisitos de las normas ASTM. Además de las propiedades técnicas, presentan un buen acabado y su color depende de la composición de los lodos en función de la presencia en alto porcentaje de ciertos componentes (calcio, hierro, aluminio, cloro, sulfatos, etc.). La siguiente tabla refleja las propiedades que este tipo de ladrillo puede alcanzar con un porcentaje de lodos del 30 %:

PROPIEDADES DE BIOBRICK® (ref. 1) (30 % lodos depuradora)	
Resistencia a compresión (MPa)	43
Absorción 24 h (%)	6,1
Densidad aparente (g/cm3)	0,6 - 0,9
Conductividad térmica (w/m²K)	0,23 - 0,36

Referencias

- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de estudios y experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Centro de publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Medio Ambiente. 2002.
- Constructive sludge management: Biobrick. Alleman, J.E.; Berman, N.A. Journal of environmental engineering, vol. 110, nº 2, pp 301-311. Abril, 1984.
- Bricks manufactured from sludge. Tay, J.H. Journal of environmental engineering, vol. 113, nº 2, pp 278-284. Abril, 1987.
- Reusing water treatment plant sludge as secondary raw material in Brick Manufacturing. Feenestra, L.; Ten Wolde, J.G.; Eenstroom, C.M. Waste materials in construction: Putting Theory into Practice, Proceedings of the International Conference on the Environmental and Technical Implications of Construction with Alternative Materials, WASCOM 97. Houthem St. Gerlach, The Netherlands, 4-6 June 1997.
- Reciclaje de residuos industriales. Castells, X.E. Editado por Díaz de Santos, S.A. 2000.
- Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia (www.consorciodeaguas.com)
- Consorcio de Aguas de Gipuzkoa (www.gipuzkoakour.com)
- AMVISA. Aguas Municipales de Vitoria, S.A. (www.amvisa.org)



CÓDIGO: CER-04

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Valorizar residuo/subproducto en material de cerramiento

MEDIDA: Valorización de cenizas de incineración de lodos de depuradora en ladrillos

APLICABLE A: Cerramientos



Descripción de la medida

Valorización de cenizas de incineración de lodos de depuradora en ladrillos.

Una de las vías de eliminación de lodos de depuradora es la incineración. Se trata del sistema más caro pero ofrece la ventaja de reducir el volumen de los fangos entre un 70 y un 90 %. El lodo previamente secado se inyecta y se incinera a una temperatura que puede variar entre los 650 y los 980 °C.

Es posible la incorporación de las cenizas de la incineración de lodos de depuradora en la composición del ladrillo, con lo que se logra la valorización del residuo y ahorro de materias primas.

Implicaciones técnicas

Las cenizas de incineración de lodos de depuradora presentan granulometría continua y una densidad muy baja. Un gran porcentaje son finos menores de 0,075 mm (entre un 40 y un 90 %) y presentan una forma muy irregular.

PROPIEDADES FÍSICAS CENIZAS (ref.1)	
Peso específico	2,44 - 2,96
Humedad (%)	28
Densidad (g/cm ³)	0,90 - 1,10
Porosidad (%)	63,5 - 69,2
Absorción de agua (%)	7,80 - 9,60
Perdida al fuego (%)	3,60 - 5,20
Valor de pH	8,97 - 9,03

A la vista de los estudios realizados en laboratorio por equipos de investigación españoles, las cenizas procedentes de la incineración de lodos de depuradoras se podrían utilizar en la fabricación de ladrillos. La adición óptima de cenizas a la pasta cerámica sería de un 5 %. Con este porcentaje de cenizas, los ladrillos cumplen las normas españolas sobre materiales cerámicos.

Según estos estudios, el principal efecto beneficioso que se produce es el aumento de la porosidad del material, disminuyendo la densidad del mismo, lo que hace pensar en una posible mejora del aislamiento térmico y acústico. A su vez, esta adición produce una disminución de la resistencia y un aumento de la succión y la absorción. Como valores orientativos, se produce una reducción aproximada del 17 % en la resistencia a compresión, un aumento de casi el 60 % en la succión, aumento del 15 % en la absorción y reducción de un 5 % en la densidad aparente.

Otros estudios han obtenido resultados más favorables, pudiendo incorporar a los ladrillos hasta un 50 % de cenizas. En la siguiente tabla se resume la variación de distintas propiedades con la adición de cenizas (ref.1):

	% cenizas					
	0 %		20 %		50 %	
Densidad (g/cm ³)	2,38	100 %	2,46	103 %	2,58	108 %
Perdida al fuego (%)	5,4	100 %	89	89 %	4,6	85 %
Resistencia a compresión (N/mm ²)	87,2	100 %	92	92 %	69,4	78 %
Absorción (%)	0,03		0,11		1,70	



En 2008 se actualizó el inventario de las Estaciones de Depuración de Aguas Residuales Urbanas de la CAPV, se estimaron las cantidades generadas, se identificó la gestión dada a los lodos de depuradora y se analizó la muestra de cada lodo para tener una orientación sobre sus características químicas y microbiológicas. Los resultados se recogieron en el documento "Plan de Gestión de Lodos Orgánicos de la CAPV 2008-2012".

La EDAR e incineradora de Galindo (Bizkaia) produce 10.000 Tn/año de cenizas de los lodos de depuradora producidos en la misma EDAR. (ref.5)

Implicaciones económicas

La incineración de lodos de depuradora no esta todavía muy extendida en España. También es cierto que las aplicaciones de las cenizas, fundamentalmente en el campo de la construcción, se encuentran en la mayoría de los casos en fase experimental, por lo que no es previsible que exista una gran demanda del residuo. Por lo tanto, su coste debe ser bajo.

Otro coste a tener en cuenta (posiblemente el principal) es el transporte, por lo que su uso estará más indicado en áreas cercanas a los centros de producción.

Implicaciones ambientales

Las principales ventajas ambientales son:

- Se lleva a cabo la valorización de un residuo. Adicionalmente, con ello se consigue disminuir el consumo de materias primas naturales.
- El material cerámico permite la inertización de los metales pesados contenidos en las cenizas de incineración de los lodos



Ejemplo de aplicación de la medida

Actualmente la utilización de las cenizas de la incineración de lodos de depuradora en la fabricación de ladrillos se encuentra en fase de investigación de laboratorio.

Referencias

- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de estudios y experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Centro de publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Medio Ambiente. 2002.
- Bricks manufactured from sludge. Tay, J.H. Journal of environmental engineering, vol. 113, nº 2, pp 278-284. Abril, 1987.
- Utilización de las cenizas procedentes de la incineración de lodos de depuradora en la construcción. Monzo, J.; Payá, J.; Borrachero, M.V.; Córcoles, A. Actas del Congreso Nacional de Materiales Compuestos, pp. 559-563. 1995.
- Uso de las cenizas procedentes del desecado de lodos de EDAR de Córdoba. Hidalgo, R.E.; Giráldez, L.V.; Ayuso, J. Ingeniería Civil, nº 114, pp. 111-117.1999.
- Ponencias Jornadas INASMET Tecnalia. Julio 2007. (www.inasmet.es/Modulos/Documentos/Visor.aspx?Fid=447)



CÓDIGO: CER-05

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Materiales que permiten cerramientos de una sola hoja

MEDIDA: Bloque de virutas de madera conglomeradas con cemento

APLICABLE A: Cerramientos



Descripción de la medida

Bloque de virutas de madera conglomeradas con cemento.

Desde hace algunos años la industria de la construcción está introduciendo en el mercado distintos productos con el formato de bloque que permiten la edificación con cerramientos de una sola hoja cumpliendo todas las exigencias de la normativa actual: Aislamiento térmico, aislamiento acústico, resistencia al fuego y elemento estructural. La principal ventaja de la construcción en una sola hoja es la eliminación del aislante y la mejor reciclabilidad del cerramiento debido a su mayor homogeneidad.

El conglomerado de madera y cemento se lleva utilizando con éxito en Europa desde 1945, habiéndose ejecutado más de un millón y medio de viviendas. Permite la valorización de residuo de madera.

Implicaciones técnicas

La información aportada corresponde al sistema de construcción Climablock® (ref. 1), basado en una retícula de pilares de hormigón, construida a partir de un encofrado perdido de bloques de conglomerado madera/cemento.

La materia base del bloque, la viruta de madera, es básicamente residuo de madera procedente de aserradero o de madera vieja reciclada. Es deshumificada mediante silicato cálcico para así conseguir la resistencia al moho y evitar la putrefacción y el ataque de insectos o roedores. Tras este proceso, es conglomerada con cemento, en una proporción aproximada del 10 % y la mezcla obtenida es depositada en moldes, donde se vibra la masa para así conseguir el bloque con las dimensiones y formas deseadas. Estas piezas se pasan por un secadero antes de depositarlas en la zona de curado donde pasan unos 4 ó 5 días. Transcurrido este tiempo las piezas son transportadas hasta una máquina rectificadora donde se realizan los rebajes oportunos, se embalan y se almacenan en un espacio al aire libre, donde transcurre un tiempo de curado aproximado de 5 días antes de ser transportadas hasta el punto de distribución.

Este tratamiento mineralizante, mantiene intactas las propiedades mecánicas de la madera, deteniendo los procesos de deterioro biológico, resistente al fuego, al moho, la putrefacción y al ataque de insectos y roedores.

Una de las características de este material es la migración del vapor del agua consecuencia de su estructura alveolar y que permite la respiración activa de la edificación, evacuando rápidamente la humedad interior hacia el exterior, mejorando la calidad del aire que se respira en los espacios creados con este tipo de bloque.

Un adecuado cálculo en el armado del velo de hormigón, con el que puede rellenarse el bloque concede una gran resistencia al muro construido con este sistema, permitiendo la realización de construcciones sismorresistentes.

La posibilidad de relleno con masa de hormigón que tiene el bloque, proporciona una elevada inercia térmica a los muros, acumulando el calor durante el día y cediéndolo lentamente durante la noche hacia el interior de la vivienda.

Características mecánicas y físicas de los bloques Climablock®:

En la página Web de la empresa pueden consultarse datos técnicos relativos a este material (catálogo y guía técnica, ref. 2 y 3).

- Los elementos constructivos realizados con este producto deberán cumplir con los requisitos establecidos en el CTE – Código Técnico de la Edificación.
- Las dimensiones usuales de los bloques son de 25 cm de altura, 50 o 100 cm de longitud, y espesores de 15, 20,



25, 30 y 36,5 cm. Dependiendo del tipo de bloque se puede insertar entre los alvéolos una plancha de polietileno con o sin grafito y corcho, obteniendo un aislamiento térmico adicional.

- En el muro Climablock la baja conductividad del conglomerado madera cemento (0,11 W/mK), el poliestireno (0,039 W/mK), el poliestireno con grafito (0,030 W/mK) y el corcho (0,037 W/mK), permite alcanzar una elevada capacidad de aislamiento térmico

Implicaciones económicas

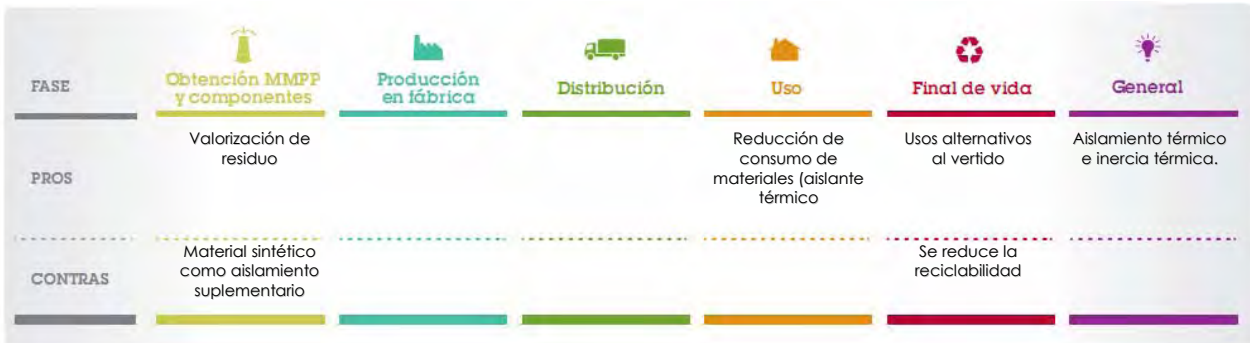
Se indica a continuación el coste orientativo del m2 de material (ref. 4): 17,81 €.

Para evaluar el coste total por m2 debe tenerse en cuenta el ahorro económico asociado a la disminución del espesor/eliminación del material aislante.

Implicaciones ambientales

Las principales ventajas ambientales de este tipo de cerramiento son:

- Se lleva a cabo la valorización de un material que de otro modo sería desechado. Adicionalmente, con ello se consigue disminuir el consumo de recursos naturales.
- Mayor índice de aislamiento térmico (AT) respecto a otros materiales de cerramiento convencionales. Por lo tanto, para cumplir las exigencias de confort se requiere un menor espesor de AT e incluso, dependiendo de la zona climática, puede llegar a no requerirse el uso de aislamiento adicional.
- El material permite la migración del vapor de agua regulando la humedad entre el interior y la atmósfera, evitando condensaciones y mejorando la calidad del aire.
- El material es alcalino (pH 12), lo que impide el crecimiento de hongos o virus en las paredes, previniendo alergias y enfermedades.
- Los residuos generados por este material en la demolición de una construcción construida con dicho bloque, podrán ser reciclables y recuperados en otros tipos de materiales como morteros aislantes.



Ejemplo de aplicación de la medida

Climablock® es una marca comercial de SALDUIE INVERSIONES S.L. empresa dedicada a la ingeniería, construcción y obras públicas.

La gama de bloques Climablock® es amplia y varía dependiendo del aislamiento térmico, acústico y resistencia estructural deseada. Dependiendo del tipo de bloque se puede insertar una lámina adicional de material aislante de poliestireno, poliestireno con grafito o corcho. El sistema está ideado para el levantamiento de muros exteriores e interiores en cualquier tipo de edificación: Viviendas unifamiliares, edificios de viviendas, edificios administrativos, naves industriales.

Referencias

- www.climablock.com
- Catálogo Climablock (www.climablock.com/Descargas-01-Catalogos.htm)
- Guía técnica Climablock (www.climablock.com/doctec/Guía_Técnica.pdf)
- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)



CÓDIGO: CER-06

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Materiales que permiten cerramientos de una sola hoja

MEDIDA: Bloque de construcción a base de cáñamo

APLICABLE A: Cerramientos



Descripción de la medida

Bloque de construcción a base de cáñamo.

Desde hace algunos años la industria de la construcción está introduciendo en el mercado distintos productos con el formato de bloque que permiten la edificación con cerramientos de una sola hoja cumpliendo todas las exigencias de la normativa actual: Aislamiento térmico, aislamiento acústico, resistencia al fuego y elemento estructural. La principal ventaja de la construcción en una sola hoja es la eliminación del aislante y la mejor reciclabilidad del cerramiento debido a su mayor homogeneidad.

España es el mayor productor de cáñamo de Europa. Es una materia prima renovable, no requiere productos fitosanitarios para su cultivo y sirve para enriquecer los suelos en los que crece. La fibra de cáñamo, al estar libre de proteínas nutritivas para los parásitos, no exige tratamientos previos. No le atacan los insectos y roedores.

Es posible elaborar bloque de construcción bioclimático formado por fibras vegetales de cáñamo, cal hidráulica natural y una mezcla de minerales. Además de reunir todas las funciones de un muro estructural como son, entre otras, la resistencia a las cargas y la protección contra incendios, su composición favorece el aislamiento térmico y acústico.

Su materia prima principal, el cáñamo, con una conductividad térmica de 0,048 W/mK, le convierte en un material con gran capacidad aislante.

Implicaciones técnicas

La información aportada corresponde al material de construcción Cannabric® (ref. 1 y 2)

Los componentes del bloque (fibras vegetales de cáñamo, cal hidráulica natural y una mezcla de minerales) se mezclan con agua, elaborando el mortero base. El mortero es dosificado e introducido en una prensa con la que se obtiene el bloque. Éste es secado al aire libre y protegido de la lluvia y del sol durante un tiempo mínimo de 28 días. Se obtiene así un bloque de construcción macizo y denso, de color beige y una textura fibrosa.

La resistencia mecánica del bloque tiene su origen en la formación de hidratos insolubles y se ve incrementada en el transcurso del tiempo por la carbonatación de la cal libre al contacto con la humedad y el gas carbónico del aire. La petrificación de las fibras de cáñamo al interactuar con la cal y los minerales es otro factor importante en el aumento progresivo de la resistencia en el material.

El empleo de la cal hidráulica tiene más funciones: Por un lado protege de la humedad, cerrando sus poros por expansión de superficie, y por otro lado concede a la fibra de cáñamo una defensa ante el ataque de hongos y parásitos vegetales.

Gracias a su composición natural, el bloque permite la transpiración y la difusión al vapor de agua entre el interior y el exterior del edificio, lo que le convierte en un material capaz de compensar y equilibrar la humedad ambiental, evitando así los espacios húmedos y fríos. Así mismo no provoca condensaciones ni en superficie ni en el interior del muro.

Características mecánicas y físicas

En la página web del fabricante pueden consultarse las propiedades mecánicas y físicas del material (ref. 2)

Los elementos constructivos realizados con este producto deberán cumplir con los requisitos establecidos en el CTE – Código Técnico de la Edificación.



El coeficiente de conductividad térmica de Cannabric® es de 0,19 W/m·K (ref.2).

Comparativamente, según la base de datos del programa LIDER (ref. 3), la conductividad térmica del ladrillo cerámico macizo es de 0,85 W/m·K y la del ladrillo cerámico perforado de 0,35 W/m·K)

Implicaciones económicas

Se indica a continuación el coste de material por m2 (producto Cannabric®):

Tamaño (cm)	Coste unidad	Coste palet 195 unidades	Precio por m2 según grueso de muro (cm) (incluye 2 % pérdidas por cortes)		
			30 cm	14,5 cm	10,5 cm
30 x 14,5 x 10,5	0,87 €	157,95 €	46,98 €	23,49 €	17,40 €
			(54 piezas/m2)	(27 piezas/m2)	(20 piezas/m2)

En caso de utilizar este producto como cerramiento exterior, para evaluar el coste total por m2 de fachada debe tenerse en cuenta el ahorro económico asociado a la disminución del espesor/eliminación del material aislante.

Implicaciones ambientales

Como principales mejoras ambientales, destacan las siguientes:

- Uso de materia prima renovable
- Cultivo de la materia prima renovable sin utilización de productos fitosanitarios (insecticidas, pesticidas, fertilizantes, etc.)
- Bajo consumo energético en su transformación
- Nula nocividad/toxicidad en su uso
- Mayor índice de aislamiento térmico (AT) respecto a otros materiales de cerramiento convencionales. Por lo tanto, para cumplir las exigencias de confort se requiere un menor espesor de AT e incluso, dependiendo de la zona climática, puede llegar a no requerirse el uso de aislamiento adicional.
- Permite la transpiración y la difusión al vapor de agua entre el interior y el exterior del edificio
- Material totalmente reciclable (el bloque procedente de una demolición puede ser molido y reutilizado para la producción de Cannabric® o bien morteros aislantes)



Ejemplo de aplicación de la medida

CANNABRIC® elabora bloques de construcción bioclimáticos formados por fibras vegetales de cáñamo, cal hidráulica natural y una mezcla de minerales.

Las piezas son macizas y se fabrican en un tamaño único: 30 x 14,5 x 10,5 [cm]. Su presentación en obra se realiza en palets de 195 unidades, transportados generalmente por camiones de gran tonelaje.

El bloque permite su uso en la ejecución de muros estructurales y de división con espacio exterior para cualquier tipo de edificación como son, entre otros, edificios de viviendas unifamiliares aisladas, edificios públicos y edificios entre medianeras. También puede emplearse en la formación de tabiquerías divisorias en interiores.

Por sus características CANNABRIC® es un material muy recomendado en zonas del sur de Europa donde se alternan temperaturas extremas de calor y frío.

Referencias

- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.cannabric.com
- Programa LIDER v 1.0. Programa del Código Técnico de la Edificación.



CÓDIGO: CER-07

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Materiales que permiten cerramientos de una sola hoja

MEDIDA: Bloques de hormigón celular

APLICABLE A: Cerramientos



Descripción de la medida

Desde hace algunos años la industria de la construcción está introduciendo en el mercado distintos productos con el formato de bloque que permiten la edificación con cerramientos de una sola hoja cumpliendo todas las exigencias de la normativa actual: Aislamiento térmico, aislamiento acústico, resistencia al fuego y elemento estructural. La principal ventaja de la construcción en una sola hoja es la eliminación del aislante y la mejor reciclabilidad del cerramiento debido a su mayor homogeneidad.

El hormigón celular, gracias a su proceso de fabricación, presenta una estructura alveolar, compuesta por millones de microcélulas de aire (70-80 % del volumen del material) distribuidas homogéneamente en el material, que le confiere ligereza y propiedades de aislamiento térmico. Tres veces más ligero que el ladrillo cerámico o el bloque de mortero, el hormigón celular permite la realización de muros de carga capaces de soportar hasta tres o cuatro alturas en edificios de viviendas, haciendo innecesaria la pared de doble hoja con aislamiento en la cámara. Esto permite una construcción más homogénea, ya que el mismo bloque que constituye el muro estructural cumple, a su vez, con las funciones de aislamiento térmico y acústico exigibles a un cerramiento.

Implicaciones técnicas

La arena es el elemento primordial ya que interviene en más del 50% de la composición del hormigón celular curado en autoclave (HCA). El contenido de sílice de la arena está entre un 90 y 95%, no obstante, se procede a un lavado para eliminar la arcilla y otras materias que puedan influir en las características del producto acabado, dejando, finalmente, un contenido de arcilla inferior al 1%.

El molido se efectúa por vía húmeda, almacenando posteriormente la arena molida en unos silos provistos de un sistema de agitación que evita la decantación del producto molido. La finura del molido se controla sistemáticamente, ya que juega un papel muy importante en las reacciones entre la sílice y la cal.

A partir del amasado de una mezcla cuidadosamente dosificada de cal, cemento, arena finamente molida, yeso y agua a la que se incorpora polvo de aluminio al finalizar el mezclado, se obtiene el producto que se vierte en los moldes. Desde este instante, el polvo de aluminio reacciona provocando el desprendimiento de hidrógeno, que forma las células que confieren al material su estructura porosa y que hacen crecer la masa hasta prácticamente doblar su volumen.

Simultáneamente al crecimiento de la masa se producen reacciones de hidratación de los componentes de la mezcla. Las proporciones de los componentes y las condiciones del moldeado se ajustan para obtener, al cabo de cuatro horas aproximadamente, una masa de dureza suficiente para ser desmoldeada y cortada en diferentes formatos en función del tipo de producto que se vaya a fabricar. El producto puede fabricarse armado o no.

Una vez cortado en su formato definitivo, el material es introducido en los autoclaves donde se lleva a cabo la operación del curado, realizada con la ayuda de vapor a una temperatura entre 180 y 190 °C. Los autoclaves utilizados tienen unos 38 metros de longitud y un diámetro de 2,70 m. El proceso, de unas diez horas de duración, permite el curado del producto de doce moldes a una presión media de 12 Kg/cm². Es en el curso del curado en el autoclave cuando se producen las reacciones, fuertemente exotérmicas, que conducen a la formación de tubercoria cristalizada, principal componente del HCA.

Las especificaciones de las piezas para fábrica de albañilería de bloques de hormigón celular curado en autoclave deben responder a las requeridas por el marcado CE (ya que, en aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción 89/106/CEE, este tipo de piezas deben contar con marcado CE conforme a la norma armonizada UNE-EN 771-4).

Los elementos constructivos realizados con este producto deberán cumplir con los requisitos establecidos en el CTE – Código Técnico de la Edificación.

El sistema constructivo, Ytong-Siporex, a base de muros de fábrica portantes de una hoja construida con bloques de hormigón celular curado en autoclave, dispone de un Documento de Adecuación al Uso (DAU 03/012). El DAU es la declaración de la opinión favorable de las prestaciones de un producto o sistema con relación a los usos previstos y a las soluciones constructivas definidas, considerando la normativa vigente (ref. 4).



Características mecánicas y físicas

Los bloques se fabrican con distintos tamaños y densidades. Para consultar más detalles sobre el producto se recomienda la consulta de la página web de Ytong (ref. 3).

Por ejemplo, para el caso de un bloque de densidad de 400 kg/m³, la empresa citada garantiza una conductividad térmica de 0,11 W/m·K; y para un bloque de densidad 550 kg/m³, la conductividad térmica es de 0,16 W/m·K (ref. 4).

Comparativamente, según la base de datos del programa LIDER (ref. 5), la conductividad térmica del ladrillo cerámico macizo es de 0,85 W/m·K y a la del ladrillo cerámico perforado de 0,35 W/m·K

Implicaciones económicas

Se indica a continuación el coste orientativo del m² de material (ref.1): 19,57 €.

En caso de utilizar este producto como cerramiento exterior, para evaluar el coste total por m² de fachada debe tenerse en cuenta el ahorro económico asociado a la disminución del espesor/eliminación del material aislante.

Implicaciones ambientales

Como principales mejoras ambientales, destacan las siguientes:

- Piezas machihembradas, permitiendo el encaje entre ellas. Ahorro de mortero.
- Mayor índice de aislamiento térmico (AT) respecto a otros materiales de cerramiento convencionales. Por lo tanto, para cumplir las exigencias de confort se requiere un menor espesor de AT e incluso, dependiendo de la zona climática, puede llegar a no requerirse el uso de aislamiento adicional. Concretamente, para el caso de España, y atendiendo a la diferente gama de espesores que comercializa la empresa, es posible prescindir de aislamiento térmico.
- Durante el proceso de fabricación, los sobrantes no endurecidos se incorporan al ciclo productivo.
- El fabricante sugiere que el material puro sobrante puede ser reciclado y utilizado en forma de granulado para distintos fines, por ejemplo, arena para gatos, aglutinantes de aceite y como materia prima de producción.



YTONG es la marca de hormigón celular de XELLA BAUSTOFFE GMBH, una de las empresas líderes en el mercado europeo de materiales de construcción y de materias primas. El sistema de construcción YTONG propone una gama de materiales que responde a todas las necesidades de obra de una edificación:

- Muros/paredes exteriores e interiores portantes o no portantes
- Tabiques de distribución
- Piso/suelos
- Tejados.

La superficie total aproximada de muros construidos con bloques Ytong-Siporex procedentes de las plantas de Saint Savin y de Mios durante el año 2003 fue de 13 millones de m², de los cuales 11 millones correspondía a Francia y 2 a España. A modo de ejemplo, citamos la siguientes obras localizadas en la CAPV:

- 72 viviendas apareadas en Plentzia (Vizcaya), Ibaietxe.
- 92 viviendas unifamiliares en la urbanización Biguillano, Murguía (Álava), Eraiki.
- 5 viviendas unifamiliares en Plentzia (Vizcaya), Procufersa.
- 42 viviendas adosadas en Izarra (Álava), Aiurdin.
- 10 viviendas en Orio (Guipúzcoa), Arratola.
- 32 viviendas unifamiliares en Plentzia (Vizcaya), Benedito Olalla Construcciones.

Referencias

- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.eurobloque.com
- www.ytong.es
- Documento de Adecuación al Uso: DAU 03/012 Ytong-Siporex. Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (www.itec.cat)
- Programa LIDER v 1.0. Programa del Código Técnico de la Edificación



CÓDIGO: CER-08

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Materiales que permiten cerramientos de una sola hoja

MEDIDA: Bloque de hormigón ligero a base de arcilla expandida y cemento

APLICABLE A: Cerramientos



Descripción de la medida

Desde hace algunos años la industria de la construcción está introduciendo en el mercado distintos productos con el formato de bloque que permiten la edificación con cerramientos de una sola hoja cumpliendo todas las exigencias de la normativa actual: aislamiento térmico, aislamiento acústico, resistencia al fuego y elemento estructural. La principal ventaja de la construcción en una sola hoja es la eliminación del aislante y la mejor reciclabilidad del cerramiento debido a su mayor homogeneidad.

Es posible fabricar bloques de hormigón ligero a base de arcilla expandida y cemento que tienen las características citadas anteriormente. La arcilla expandida es un material aislante de origen cerámico, con estructura altamente porosa, derivada de la expansión a altas temperaturas. La fina estructura reticular de la arcilla expandida conforma multitud de cámaras microscópicas de aire que le confieren su capacidad como aislante térmico.

Implicaciones técnicas

La información aportada corresponde al material de construcción Arliblock® (ref. 1 y 2).

La arcilla expandida se humedece antes de que entre en contacto con el cemento, ya que así se mejora la capacidad de adherencia y mejora la cohesión de la mezcla. Estos bloques se fabrican mezclando uniformemente los componentes y sometiendo el conjunto a una vibración de alta frecuencia que permite obtener un perfecto acoplamiento entre los componentes de la misma. Una vez vibrada la mezcla, se procede a la compresión mediante la cabeza del molde, que conforma definitivamente la pieza. Posteriormente se somete a un curado con humedad controlada durante 2 ó 3 días.

Las especificaciones de las piezas para fábrica de albañilería de bloques de hormigón, con áridos densos y ligeros, deben responder a las requeridas por el marcado CE (ya que, en aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción 89/106/CEE, este tipo de piezas deben contar con marcado CE conforme a la norma armonizada UNE-EN 771-3).

Los elementos constructivos realizados con este producto deberán cumplir con los requisitos establecidos en el CTE – Código Técnico de la Edificación.

Actualmente existen alrededor de una decena de fabricantes que disponen o están en vías de obtención del Documento de Adecuación al Uso (DAU) para el sistema de obra de fábrica con bloques Arliblock®. El DAU es la declaración de la opinión favorable de las prestaciones de un producto o sistema con relación a los usos previstos y a las soluciones constructivas definidas, considerando la normativa vigente (ref. 3).

Características mecánicas y físicas

En la página Web del grupo de fabricantes de Arliblock® pueden consultarse datos genéricos relativos a este material. No obstante, hay que tener en cuenta que para la aplicación de un producto deben considerarse los datos particulares correspondientes al fabricante que lo suministra.

Por ejemplo, el bloque macizo de 50 x 25 x 20 cm. (largo x ancho x alto) de la empresa citada en la referencia 4, tiene una conductividad térmica de 0,37 W/m·K

Comparativamente, según la base de datos del programa LIDER (ref. 5), la conductividad térmica del ladrillo cerámico macizo es de 0,85 W/m·K y la del ladrillo cerámico perforado de 0,35 W/m·K



Implicaciones económicas

Se indica a continuación el coste orientativo del m2 de material (ref.1): 7,5 €.

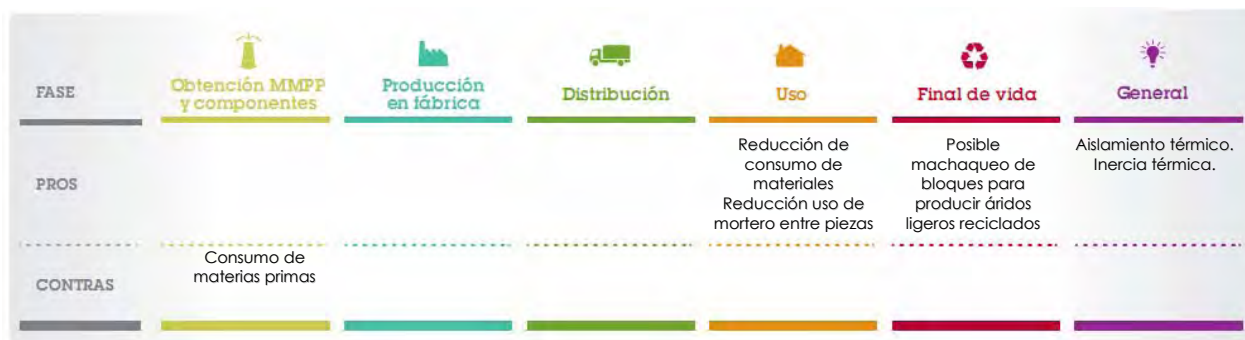
En caso de utilizar este producto como cerramiento exterior, para evaluar el coste total por m2 de fachada debe tenerse en cuenta el ahorro económico asociado a la disminución del espesor/eliminación del material aislante

Implicaciones ambientales

Como principales mejoras ambientales, destacan las siguientes:

Mayor índice de aislamiento térmico (AT) respecto a otros materiales de cerramiento convencionales. Por lo tanto, para cumplir las exigencias de confort se requiere un menor espesor de AT e incluso, dependiendo de la zona climática, puede llegar a no requerirse el uso de aislamiento adicional.

El ahorro de mortero dependerá del tamaño de la pieza y del tipo de junta seleccionada.



Ejemplo de aplicación de la medida

Arliblock® es un producto del grupo multinacional de origen sueco MAXIT. (ref. 2)

Arliblock® es una marca registrada que distingue a los prefabricados ligeros y aislantes fabricados con arcilla expandida ARLITA®, que también es un producto de MAXIT. Actualmente existen en España 18 fabricantes, asociados desde el año 1993, que integran el grupo Arliblock bajo la dirección técnica de MAXIT.

El Arliblock® es un bloque de hormigón ligero fabricado con arcilla expandida y cemento, con propiedades de poco peso, aislamiento acústico y resistencia al fuego, además de unas características térmicas, por su bajo coeficiente de transmisión y por su gran inercia térmica, de las que se obtienen beneficios medioambientales.

Según el formato seleccionado, se pueden utilizar como cerramiento en viviendas o en naves industriales, para construcción de muros de carga de hasta 3 plantas o para medianeras.

En España existen diversos fabricantes de este producto. A modo de ejemplo, la empresa Prefabricados Etxeberria, S.A lo comercializa en la CAPV.

Referencias

- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.arliblock.es
- DAU - Documento de Adecuación al Uso. Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (www.itec.cat)
- DAU 05/035. Prefabricados Etxeberria, S.A.
- Programa LIDER v 1.0. Programa del Código Técnico de la Edificación



CÓDIGO: CER-09

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Materiales que permiten cerramientos de una sola hoja

MEDIDA: Bloque cerámico de arcilla aligerada

APLICABLE A: Cerramientos



Descripción de la medida

Bloque cerámico de arcilla aligerada.

Desde hace algunos años la industria de la construcción está introduciendo en el mercado distintos productos con el formato de bloque que permiten la edificación con cerramientos de una sola hoja cumpliendo todas las exigencias de la normativa actual: Aislamiento térmico, aislamiento acústico, resistencia al fuego y elemento estructural. La principal ventaja de la construcción en una sola hoja es la eliminación del aislante y la mejor reciclabilidad del cerramiento debido a su mayor homogeneidad.

El bloque cerámico de arcilla aligerada presenta unas características singulares, entre las que destacan un buen comportamiento mecánico y un grado de aislamiento térmico y acústico adecuados, que permiten disponer muros de una sola hoja sin necesidad de recurrir a las soluciones de muro multicapa.

Implicaciones técnicas

La información aportada corresponde al material Termoarcilla® (ref. 2). Es una marca registrada, siendo la denominación genérica de este producto: bloque cerámico de arcilla aligerada.

Las materias primas empleadas en la fabricación son: arcilla, agua y componentes granulares (esferas de poliestireno expandido). El proceso de fabricación es similar al de cualquier material cerámico (ladrillos, tejas, bovedillas, etc.) exceptuando la adición de componentes granulares en la masa arcillosa durante el amasado de la misma.

Los materiales cerámicos obtienen su resistencia tras un proceso de cocción, a temperaturas mayores de 850° C. Al alcanzar estas temperaturas tan elevadas, los componentes granulares que se han añadido a la arcilla se volatilizan, dejando en su lugar un hueco, que da al bloque Termoarcilla el aspecto punteado que le caracteriza. Esta multitud de cráteres o huecos, confieren a la pieza una porosidad controlada y uniforme. Esta constitución especial del material cerámico, junto con una geometría de la pieza específicamente estudiada, confieren a este producto características singulares, consiguiendo que muros de una hoja tengan prestaciones equivalentes o superiores en algunos aspectos, a los muros compuestos de varias capas, ya que reúnen en un solo material todo el conjunto de características exigibles.

Las especificaciones de las piezas para fábrica de albañilería de arcilla cocida deben responder a las requeridas por el mercado CE (ya que, en aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción 89/106/CEE, este tipo de piezas deben contar con marcado CE conforme a la norma armonizada UNE-EN 771-1).

Los elementos constructivos realizados con este producto deberán cumplir con los requisitos establecidos en el CTE – Código Técnico de la Edificación.

Actualmente existen alrededor de una veintena de fabricantes que disponen del Documento de Adecuación al Uso (DAU) para el sistema de obra de fábrica con bloques Termoarcilla®. El DAU es la declaración de la opinión favorable de las prestaciones de un producto o sistema con relación a los usos previstos y a las soluciones constructivas definidas, considerando la normativa vigente (ref. 3).

Características mecánicas y físicas

En la página web del Consorcio de Termoarcilla® pueden consultarse datos genéricos relativos a este material. No obstante, hay que tener en cuenta que para la aplicación de un producto deben considerarse los datos particulares correspondientes al fabricante que lo suministra.



La pieza principal de la serie concebida para desarrollar los muros, denominada pieza base, tiene unas medidas modulares de 30 cm de longitud y 19 cm de altura, presentándose con varios espesores (14, 19, 24 ó 29 cm).

A modo de referencia, y según la base de datos del programa LIDER (ref. 4), el bloque cerámico de arcilla aligerada tiene un coeficiente de conductividad térmica de 0,28 W/m·K (la conductividad térmica del ladrillo cerámico macizo es de 0,85 W/m·K y la del ladrillo cerámico perforado de 0,35 W/m·K).

Implicaciones económicas

Se indica a continuación el coste orientativo del m2 de material (ref.2):

Formato	Coste m2 (€)
30 x 14 x 19	7,47
30 x 19 x 19	9,46
30 x 24 x 19	11,79
30 x 29 x 19	15,60

En caso de utilizar este producto como cerramiento exterior, para evaluar el coste total por m2 de fachada debe tenerse en cuenta el ahorro económico asociado a la disminución del espesor/eliminación del material aislante.

Implicaciones ambientales

Como principales mejoras ambientales, destacan las siguientes:

Ahorro de mortero. Piezas machihembradas, permitiendo el encaje entre ellas, sin necesidad de colocar mortero en la junta vertical.

Mayor índice de aislamiento térmico (AT) respecto a otros materiales de cerramiento convencionales. Por lo tanto, para cumplir las exigencias de confort se requiere un menor espesor de AT e incluso, dependiendo de la zona climática, puede llegar a no requerirse el uso de aislamiento adicional.

Con la intención de mejorar el ciclo de vida del producto, el Consorcio Termoarcilla está ensayando la sustitución del material granular de poliestireno por pasta de papel, residuos vegetales, etc.



El CONSORCIO TERMOARCILLA es una asociación que agrupa a los fabricantes españoles de bloque cerámico de arcilla aligerada TERMOARCILLA®, constituida en el año 1988 para promover su implantación en España.

Referencias

- www.ecohabitar.org (Artículos / Bioconstrucción / Ecomateriales: Fichas técnicas y estudios comparativos)
- www.termoarcilla.com
- DAU - Documento de Adecuación al Uso. Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (www.itec.cat)
- Programa LIDER v 1.0. Programa del Código Técnico de la Edificación



CÓDIGO: CER-10

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Materiales que permiten cerramientos de una sola hoja

MEDIDA: Bloque cerámico con relleno interior de corcho granulado

APLICABLE A: Cerramientos



Descripción de la medida

Bloque cerámico con relleno interior de corcho granulado.

Desde hace algunos años la industria de la construcción está introduciendo en el mercado distintos productos con el formato de bloque que permiten la edificación con cerramientos de una sola hoja cumpliendo todas las exigencias de la normativa actual: Aislamiento térmico, aislamiento acústico, resistencia al fuego y elemento estructural. La principal ventaja de la construcción en una sola hoja es la eliminación del aislante y la mejor reciclabilidad del cerramiento debido a su mayor homogeneidad.

Es posible realizar muros de carga con bloques cerámicos, con aislamiento interior de corcho natural, que permiten que la cara interior sirva de acumulador térmico y ahorrar el tabique interior. Esta tecnología ha sido diseñada para que un solo elemento constructivo cumpla de forma optimizada con las distintas funciones requeridas.

Implicaciones técnicas

La información aportada corresponde al material Biobloc® (ref. 1).

El bloque de cerámica está realizado en arcilla y posee un diseño que permite conseguir una alta resistencia a la compresión, incorporando al mismo tiempo una cámara en su interior para poder aumentar la inercia térmica y el aislamiento térmico y acústico del elemento constructivo. Si la cámara se rellena con granulado de corcho, mejoran tanto el aislamiento acústico como térmico del material. A continuación se indican valores relativos al coeficiente de transmisión de calor declarados por el fabricante (ref. 1):

COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CALOR

El coeficiente del bloque según resultados de las pruebas realizadas en el Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Cantabria es 0,75 W/m²·K. Existen dos opciones de colocación:

- OPCION 1 (sin corcho): Cerramiento exterior realizado con bloque biobloc® de 24 cm de espesor, con enfoscado exterior de mortero de cemento de 1.50 cm de espesor y enlucido interior de yeso de 1.50 cm de espesor. El coeficiente de transmisión total en este caso es U = 0,64 W/m²·K

- OPCION 2 (con corcho): Cerramiento exterior realizado con bloque biobloc de 24 cm de espesor, con enfoscado exterior de mortero de cemento de 1.50 cm de espesor, enlucido interior de yeso de 1.50 cm de espesor y relleno de huecos centrales con corcho triturado como aislamiento. El coeficiente de transmisión total en este caso es U = 0,34 W/m²·K

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, SEGÚN NORMA UNE 67.026

Ensayos realizados por el Laboratori General D'Assaigs i investigacions (LGAi) (BARCELONA).

Resistencia media (Rc): 186 kg/cm²

resistencia normalizada según UNE 67.026/94 (Fb) = 229 kg/cm²

Los elementos constructivos realizados con este producto deberán cumplir con los requisitos establecidos en el CTE – Código Técnico de la Edificación.



Implicaciones económicas

No se dispone de datos del coste orientativo del m2 de material acabado, ya que el producto ha dejado de comercializarse.

Implicaciones ambientales

Como principales mejoras ambientales, destacan las siguientes:

Ahoro de mortero. Piezas machihembradas, permitiendo el encaje entre ellas, sin necesidad de colocar mortero en la junta vertical.

Mayor índice de aislamiento térmico (AT) respecto a otros materiales de cerramiento convencionales. Por lo tanto, para cumplir las exigencias de confort se requiere un menor espesor de AT e incluso, dependiendo de la zona climática, puede llegar a no requerirse el uso de aislamiento adicional.

El corcho empleado como aislante es un recurso natural renovable.

FASE	Obtención MMPP y componentes	Producción en fábrica	Distribución	Uso	Final de vida	General
PROS	Uso de recurso renovable (corcho) como aislante			Menor consumo de material aislante Reducción uso de mortero entre piezas	Posible el machaqueo de los bloques para producir áridos ligeros reciclados	Aislamiento térmico Inercia térmica.
CONTRAS	Consumo de materias primas				Dificulta la reciclabilidad	

Ejemplo de aplicación de la medida

Biobloc® es un producto de la empresa BIOLLAR. Es un bloque cerámico de dimensiones 32,5 x 19,5 x 23,5, al que se le puede añadir en la cámara interna corcho triturado natural (Ecosuro Selva-Kork Triturado®, también de BIOLLAR).

En la actualidad este producto ha dejado de comercializarse. No se han identificado otros fabricantes con productos similares.

Referencias

- www.biollar.com



CÓDIGO: CER-11

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Eficiencia energética en la producción del producto

MEDIDA: Mejora energética de los procesos de fabricación de ladrillos

APLICABLE A: Cerramientos



Descripción de la medida

Mejora energética de los procesos de prensado/conformado, secado y cocción en la fabricación de ladrillos. Los mayores impactos del ciclo de vida de los productos cerámicos para la construcción están relacionados con la etapa de producción de los mismos y, dentro de este proceso, las etapas a priori más problemáticas son el secado y la cocción, siendo uno de los principales problemas y de mayor impacto ambiental el debido a las emisiones atmosféricas originadas en los hornos de cocción por la descarga de contaminantes como SO₂, CO₂ y trazas de NO_x y CO.

Las medidas encaminadas a la reducción de consumo energético (y por consiguiente de emisiones asociadas al mismo) y optimización de los procesos contribuyen a reducir la carga ambiental de los productos cerámicos.

Implicaciones técnicas

En el documento "Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012: Subsector de minerales no metálicos" (ref.1) se establecen las siguientes mejoras a introducir en el proceso de fabricación de cerámica estructural:

1. MEJORAS EN HORNOS
 - 1.1. Optimización de la capacidad productiva (parada anual)
 - 1.2. Prehornos alimentados con calderas residuales
 - 1.3. Quemadores de alta velocidad en precalentamiento
2. MEJORAS EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN
 - 2.1. Extrusión con vapor
3. MEJORAS EN SECADEROS
 - 3.1. Mejoras en distribución de calor en secaderos
 - 3.2. Recuperación de calor de gases de horno a secaderos
 - 3.3. Recuperación del calor durante el proceso de enfriado del material
 - 3.4. Sustitución de generadores de fuelóleo / hornillas por venas de aire
4. MEJORAS EN LAS VAGONETAS

La menor densidad del material de fabricación de las vagonetas que introducen el material en el horno contribuye a un menor consumo energético.

Implicaciones económicas

El documento citado (ref.1) incorpora el siguiente análisis económico global de algunas de las medidas propuestas:

Descripción	Ahorro E. Térmica (tep)	Ahorro E. Eléctrica (MWh)	Ahorro E. Final (tep)	Inversión Total (€)	Apoyo público (€)
Extrusión con vapor	11.138	5.569	11.616	3.076.071	0
Mejoras en distribución de calor en secaderos	20.048	0	20.048	21.850.714	6.134.904
Recuperación de calor de gases de horno a	7.425	0	7.425	1.591.071	0
Sustitución de hornillas/generadores por vena de aire	5.074	0	5.074	636.429	0
Prehornos alimentados con calores residuales.	3.094	0	3.094	2.430.804	5.524
Quemadores de alta velocidad en precalentamiento.	11.138	0	11.138	1.750.179	0
Optimización capacidad productiva (parada anual).	19.800	9.900	20.651	12.728.571	0



Implicaciones ambientales

Las medidas encaminadas a la reducción de consumo energético (y por consiguiente de emisiones asociadas al mismo) y optimización de los procesos contribuyen a reducir la carga ambiental de los productos cerámicos.



Ejemplo de aplicación de la medida

La empresa PIERA ECOCERÁMICA ha mejorado su proceso de producción de los ladrillos apostando por la cocción de éstos con biogás. El biogás es un combustible limpio, que disminuye la contaminación ambiental en todo el proceso industrial y cuyo resultado final es un producto ecológico y respetuoso con el medio ambiente.

El biogás que emplea PIERA ECOCERÁMICA proviene del tratamiento de los residuos orgánicos enterrados bajo capas de arcilla en el vertedero de Can Mata, ubicado en Hostalets de Pierola. Éste, es utilizado en las plantas de producción de PIERA ECOCERÁMICA para la fabricación de ladrillos caravista y adoquines cerámicos de la máxima calidad.

Con esta medida, PIERA ECOCERÁMICA evita la emisión a la atmósfera de unas 17.000 Tn/año de CO₂ además de otros gases de efecto invernadero o destructores de la capa de ozono.

Actualmente, el biogás representa el 60% de la energía consumida en las plantas de producción de PIERA ECOCERÁMICA y el objetivo de la compañía es seguir incrementando este porcentaje paulatinamente.

El ladrillo resultante de este proceso tiene las mismas tolerancias dimensionales que otro ladrillo cocido de forma tradicional, no muestra eflorescencias por humedad excesiva y sus propiedades térmicas según la norma UNE-EN 1745 son de 0,69 W/mK (valor declarado) y de 0,74 W/mK (valor de diseño). (ref. 4)

Referencias

- Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012: Subsector de minerales no metálicos. Ministerio de Economía. Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo Industrial y de la Pequeña y Mediana Empresa. Noviembre de 2003.
- Consideraciones sobre el análisis del ciclo de vida y aspectos medioambientales de los productos cerámicos para la construcción. Obis Sánchez, J.; Pérez Lorenzo, A.; Díaz Rubio, R. Asociación para la Investigación y Desarrollo Industrial de los Recursos Naturales (AITEMIN).
- www.pieraecoceramica.es
- Eco Productos en la arquitectura y el diseño. Ed. Ignasi Pérez Arnal. AxE Arquitectura y Entorno. 1ª edición Barcelona 2008.



CÓDIGO: HOR-01

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Disminución de consumo de MMPP naturales

MEDIDA: Valorización de cenizas volantes como adición en el hormigón estructural

APLICABLE A: Hormigón



Descripción de la medida

Valorización de las cenizas volantes como material de adición para el hormigón estructural en sustitución de cemento. Adición recogida en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) (ref.1).

Las cenizas volantes son un subproducto que se recogen por precipitación electrostática o por captación mecánica, de los polvos que acompañan a los gases de la combustión de los quemadores de centrales termoeléctricas alimentadas con carbones pulverizados.

Según el EHE-08, para utilizar cenizas volantes como adición al hormigón, deberá emplearse un cemento tipo CEM I. Además el hormigón deberá presentar un nivel de garantía conforme a lo indicado en el artículo 81º de esa Instrucción (Niveles de garantía y distintivos de calidad).

En hormigón pretensado podrá emplearse adición de cenizas volantes cuya cantidad no podrá exceder del 20% del peso de cemento.

En aplicaciones concretas de hormigón de alta resistencia, fabricado con cemento tipo CEM I, se permite la adición simultánea de cenizas volantes y humo de sílice, siempre que el porcentaje de humo de sílice no sea superior al 10% y que el porcentaje total de adiciones (cenizas volantes y humo de sílice) no sea superior al 20%, en ambos casos respecto al peso de cemento.. En este caso la ceniza volante sólo se contempla a efecto de mejorar la compacidad y reología del hormigón, sin que se contabilice como parte del conglomerante mediante su coeficiente de eficacia K.

En elementos no pretensados en estructuras de edificación, la cantidad máxima de cenizas volantes adicionadas no excederá del 35% del peso de cemento

Implicaciones técnicas

Las cenizas volantes no podrán contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras. Además deberán cumplir las siguientes especificaciones de acuerdo con la UNE-EN 450-1:2006. Cenizas volantes para hormigón. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad (ref.2):

- Anhídrido sulfúrico (SO₃), según la UNE EN 196-2 ≤ 3,0%
- Cloruros (Cl⁻), según UNE-EN 196-2 ≤ 0,10%
- Óxido de calcio libre, según la UNE EN 451-1 ≤ 1%
- Pérdida al fuego, según la UNE EN 196-2 ≤ 5,0% (categoría A de la norma UNE-EN 450-1)
- Finura, según la UNE EN 451-2
- Cantidad retenida por el tamiz 45 µm ≤ 40%
- Índice de actividad, según la UNE-EN 196-1 a los 28 días ≥ 75% a los 90 días ≥ 85%
- Expansión por el método de las agujas, según la UNE EN 196-3 < 10 mm

La especificación relativa a la expansión sólo debe tenerse en cuenta si el contenido en óxido de calcio libre supera el 1% sin sobrepasar el 2,5%.

Los resultados de los análisis y de los ensayos previos estarán a disposición de la Dirección Facultativa.

En cuanto al suministro y almacenamiento, las cenizas volantes serán suministradas a granel y se emplearán equipos similares a los utilizados para el cemento, debiéndose almacenar en recipientes y silos impermeables que los protejan de la humedad y de la contaminación, los cuales estarán perfectamente identificados para evitar posibles errores de dosificación.



En el año 1999 se generaron 6.654.000 t de cenizas volantes en las 19 centrales térmicas existentes en España, de las que el 84,3% se valorizaron, principalmente en la industria cementera (ref.3). El mayor número de centrales se concentran en las provincias de Asturias y León, habiendo una en la CAPV situada en Pasaia (Guipúzcoa).

Implicaciones económicas

Las ventajas económicas derivan del ahorro por la sustitución parcial del cemento por un subproducto industrial, representa un mejor aprovechamiento de los recursos, que contribuye positivamente a la conservación del medio ambiente y evitar la deposición de estos materiales aprovechables para este sector.

Las cenizas volantes pueden considerarse un material barato, puesto que es el residuo de una actividad industrial que lo genera en cantidades considerables. Su costo principal es el transporte, por lo que en las áreas cercanas a los centros de producción parece claramente indicada su utilización.

Implicaciones ambientales

La utilización de cenizas en la fabricación de hormigones representa, además de evitar su depósito en vertederos, un valor añadido ambiental porque preserva el consumo de recursos naturales o materias primas por la sustitución parcial de cemento, produce un ahorro energético y un ahorro de producción de emisiones de gases de efecto invernadero, en particular el CO2. Así, la utilización de una tonelada de cenizas representa, en términos medios, en la producción de hormigones, una serie de efectos ambientales positivos, que se pueden cuantificar en (ref.3):

- Reducción del consumo de cemento en cerca de 0,8 t.
- Reducción del consumo de energía en 3.000 MJ, obtenida de combustibles fósiles.
- Reducción del consumo de 1,2 t de materias primas de origen natural.
- Reducción de emisiones debido al menor consumo de combustibles fósiles.
- Reducción de consumo de agua debido a que las cenizas volantes contribuyen a la densificación de la masa y, como consecuencia, se reduce la cantidad de agua que precisa.



Ejemplo de aplicación de la medida

Una de las primeras aplicaciones estructurales de los hormigones con alto contenido en cenizas fue la construcción de un tanque de petróleo en la central de Didcot (Inglaterra), en el año 1982, con una base circular de hormigón fuertemente armado y un muro perimetral de 4-5 m de altura.

En la Torre Picasso de Madrid, de 171 m de altura, se empleó hormigón bombeado con adición de cenizas volantes; la dosificación de las cenizas fue variando en función de la altura.

Referencias

- Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08). REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural.
- UNE-EN 450-1:2006. Cenizas volantes para hormigón. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad
- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA, 2002.
- Reciclaje de residuos industriales: Aplicación a la fabricación de materiales para la construcción Autor Xavier Elías Castells Publicado por Ediciones Díaz de Santos, 2000



CÓDIGO: HOR-02

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Disminución de consumo de MMPP

MEDIDA: Valorización del humo de sílice como adición en el hormigón estructural

APLICABLE A: Hormigón



Descripción de la medida

Valorización del humo de sílice como material de adición para el hormigón estructural en sustitución de cemento. Adición recogida en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) (ref.1). La sustitución de cemento por humo de sílice en la dosificación de hormigón permite elaborar hormigones con menos material cementante total, dado que la eficacia cementante del humo de sílice está en 2.

El humo de sílice es un material puzolánico de alta reactividad y es un subproducto de la producción de metal silíceo o ferrosilíceo. Se recolecta de la chimenea de gases de los hornos de arco eléctrico. El humo de sílice es un polvo extremadamente fino, con partículas alrededor de 100 veces más pequeñas que un grano promedio de cemento.

Para utilizar humo de sílice como adición al hormigón deberá emplearse un cemento tipo CEM I. En hormigón pretensado podrá emplearse adición de humo de sílice cuyo porcentaje no podrá exceder del 10% del peso del cemento. En aplicaciones concretas de hormigón de alta resistencia, fabricado con cemento tipo CEM I, se permite la adición simultánea de cenizas volantes y humo de sílice, siempre que el porcentaje de humo de sílice no sea superior al 10% y que el porcentaje total de adiciones (cenizas volantes y humo de sílice) no sea superior al 20%, en ambos casos respecto al peso de cemento. En elementos no pretensados en estructuras de edificación, la cantidad máxima de humo de sílice adicionado no excederá del 10% del peso de cemento.

Implicaciones técnicas

El humo de sílice no podrá contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras. Además, deberá cumplir las siguientes especificaciones:

- Óxido de silicio (SiO₂), según la UNE EN 196-2 $\geq 85\%$
- Cloruros (Cl⁻) según la UNE 80217 $< 0,10\%$
- Pérdida al fuego, según la UNE EN 196-2 $< 5\%$
- Índice de actividad, según la UNE-EN 13263-1 $> 100\%$

En cuanto al suministro y almacenamiento, el humo de sílice será suministrado a granel y se emplearán equipos similares a los utilizados para el cemento, debiéndose almacenar en recipientes y silos impermeables que los protejan de la humedad y de la contaminación, los cuales estarán perfectamente identificados para evitar posibles errores de dosificación.

Actualmente en España existe una única planta de silicio metal que produce humo de sílice, situada en A Coruña. Su producción en 1999 fue de 15.000 t de humo de sílice, de los cuales un 67% se destinaron a valorización en otros procesos industriales (ref.2).

Implicaciones económicas

Su inconveniente principal es que encarece notablemente el precio del hormigón, por lo que tiende a utilizarse la menor cantidad posible, y en muchos casos, por ese motivo, se reserva su uso solo cuando se desea lograr hormigones con una resistencia superior a los 100 Mpa.



Implicaciones ambientales

La utilización del humo de sílice en la fabricación de hormigones representa, además de evitar su depósito en vertederos, un valor añadido ambiental porque preserva el consumo de recursos naturales o materias primas por la sustitución parcial de cemento, produce un ahorro energético y un ahorro de producción de emisiones de gases de efecto invernadero, en particular el CO2.



Ejemplo de aplicación de la medida

En España se ha utilizado humo de sílice principalmente como adición al hormigón de alta resistencia (HAR). En los años 70 se llevaron a cabo las primeras realizaciones en traviesas prefabricadas; en los años 80 se alcanzó, en alguna aplicación singular, una resistencia a compresión de 100 N/mm2.

Obras realizadas con este material: Pasarela peatonal de Monjuïc (1992), Puente sobre el río Guadalete (1995), Puente sobre el río Miño (1995) y Conjunto Residencial Natura Playa (1996), entre otros.

Referencias

- Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08). REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural.
- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.



CÓDIGO: HOR -03

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Disminución de consumo de MMPP naturales

MEDIDA: Valorización de escorias de alto horno como áridos del hormigón

APLICABLE A: Hormigón



Descripción de la medida

Valorización de escorias siderúrgicas como áridos para el hormigón, evitando la necesidad de extraer y utilizar áridos de origen natural. Valoración contemplada en la Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08) para hormigón estructural y no estructural (ref. 1).

Las escorias de alto horno proceden de la fabricación del hierro. El tipo de enfriamiento al que se somete la escoria condiciona su composición mineralógica (ref. 2):

- La escoria granulada se obtiene por enfriamiento rápido por agua, por aire comprimido o por agua y aire y el resultado es un material vítreo.
- La escoria expandida se obtiene por enfriamiento rápido mediante la aplicación de una cantidad controlada a agua, aire y vapor. El resultado es un material ligero.
- La escoria enfriada al aire se obtiene por enfriamiento a temperatura ambiente sin que de lugar una cristalización total, resultando una mezcla de componentes cristalinos y vítreos

Implicaciones técnicas

Cualquier árido utilizado para la fabricación hormigón debe cumplir las especificaciones de la UNE-EN 12620 (ref. 3). Para las escorias siderúrgicas, destacamos las limitaciones siguientes:

El contenido en sulfatos solubles en ácido, expresados en SO₃ de los áridos grueso y fino no podrá exceder de 1% en masa de las escorias de alto horno enfriadas por aire.

Los compuestos totales de azufre no podrán exceder del 2% en masa del peso total de la muestra, en el caso de escorias de alto horno enfriadas por aire.

A continuación se anotan algunos de los requisitos que establece la EHE-08, que además de las escorias siderúrgicas enfriadas por aire, también contempla cualquier otro tipo de árido cuya evidencia de buen comportamiento esté demostrada por la práctica y se justifique debidamente

Según esta instrucción, las escorias siderúrgicas enfriadas por aire utilizadas como áridos deberán permanecer estables (es decir, sin silicatos inestables ni compuestos ferrosos inestables) y contener una proporción muy baja de sulfuros oxidables, por ejemplo

- a) Frente a la transformación del silicato bicálcico inestable que entre en su composición, determinada según el ensayo descrito en el apartado 19.1 de UNE-EN 1744-1.
- b) Frente a la hidrólisis de los sulfuros de hierro y de manganeso que entren en su composición, determinada según el ensayo descrito en el apartado 19.2 de UNE-EN 1744-1.

En general, además de las normas mencionadas, el uso de escorias granuladas molidas de alto horno para su uso en hormigones, morteros y pastas esta regulado por: UNE-EN 197-4, UNE-EN 15167 (ref. 4 y 5)

PROVEEDORES

Los únicos hornos altos existentes en España se encuentran en Gijón. El volumen total de escorias generadas en 1999 se estima en 1.225.000 tn, de las cuales 500.00 t fueron granuladas y el resto cristalizadas (ref. 6). A modo de ejemplo, Atlántica de Granelles y Moliendas, SA suministra escorias de alto horno molidas.



Implicaciones económicas

Existen diversos factores que influyen sobre el coste de las escorias (tasas de vertido, transporte desde el lugar de generación a la planta hormigonera, cantidad suministrada, etc.), por tanto, las implicaciones económicas dependerán de cada situación particular o de acuerdos sectoriales entre las plantas hormigoneras y las empresas siderúrgicas que dispongan de este residuo / subproducto.

Implicaciones ambientales

Desde el punto de vista medioambiental, se ha estudiado la posibilidad de contaminación producida por las aguas de escorrentía que atraviesen acopios o capas granulares de escoria. Los resultados obtenidos arrojan un resultado favorable para el material, pues únicamente se ha observado una ligera alcalinización de las aguas fácilmente neutralizada por la acción del CO₂ del aire y la acidez de las lluvias.

El consumo de energía en el procesado de la escoria para su utilización en el hormigón es bastante elevado, ya que es un material que debe molerse muy finamente.

En cuanto a los beneficios ambientales, estos derivan de:

- La disminución parcial o total del volumen de residuos existentes en las escombreras, liberando el terreno ocupado por los acopios para otros usos.
- La valorización de residuos mediante el empleo en la construcción contribuye a la conservación de los recursos naturales.
- Ahorro energético y reducción de las emisiones a la atmósfera generadas en el proceso de fabricación del cemento.
- Disminución de las materias primas utilizadas en el cemento.



Ejemplo de aplicación de la medida

La empresa Atlántica Graneles y Moliendas, participada por –Cementos Rezola, de Financiera y Minera SA y Cementos Lemona, SA, del Grupo Portland Valderrivas–, se constituyó con el objetivo de importar la escoria de alto horno en bruto y molerla a las finuras utilizadas en la industria cementera (ref. 7 y 8).

En el período 2003 – 2004 Lemona Industrial, S.A. valorizó 36.030 toneladas de escorias de alto horno (ref. 9).

Referencias

- Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08). REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural.
- Hormigones con escorias de horno eléctrico como árido: propiedades, durabilidad y comportamiento ambiental. Tesis doctoral de Luciana Amaral de Lima. Dirigida por Enric Vázquez i Ramonich. Barcelona. Noviembre de 1999
- UNE-EN 12620. Áridos para hormigón
- UNE-EN 197-4:2005. Cemento. Parte 4. Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos de escorias de horno alto de baja resistencia
- UNE-EN 15167. Escorias granuladas molidas de horno alto para su uso en hormigones, morteros y pastas.
- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.
- www.oficemen.es (Eventos. Noticia de 10/05/07: La consejera vasca de Industria inaugura la planta de Atlántica de Graneles y Moliendas)
- Silo Multicell de gran capacidad para escoria molida en el puerto de Zierbana (Vizcaya). José Luis Güimil Ferreiro. Cemento hormigón, ISSN 0008-8919, Nº. 905, 2007, pags. 54-59
- www.ihobe.net. (casos prácticos de excelencia ambiental)



CÓDIGO: HOR -04

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Disminución de consumo de MMPP naturales

MEDIDA: Valorización de escombros de hormigón como áridos del hormigón

APLICABLE A: Hormigón



Descripción de la medida

La EHE-08 contempla el uso de áridos reciclados como uno de los factores que contribuyen a incrementar el índice de sostenibilidad de las estructuras de hormigón

Según el Anejo 15 de la EHE-08 (Recomendaciones para la utilización de hormigones reciclados) (ref. 1), se define como hormigón reciclado (HR), el hormigón fabricado con árido grueso reciclado procedente del machaqueo de residuos de hormigón.

Para su aplicación en hormigón estructural, ese Anejo recomienda limitar el contenido de árido grueso reciclado al 20% en peso sobre el contenido total de árido grueso. Con esta limitación, las propiedades finales del hormigón reciclado apenas se ven afectadas en relación a las que presenta un hormigón convencional, siendo necesaria, para porcentajes superiores, la realización de estudios específicos y experimentación complementaria en cada aplicación.

El árido reciclado puede emplearse tanto para hormigón en masa como hormigón armado de resistencia característica no superior a 40 N/mm², quedando excluido su empleo en hormigón pretensado.

Para su aplicación en hormigón no estructural se admite la substitución del 100% del árido natural por árido reciclado, siempre y cuando cumplan con las especificaciones establecidas en la norma que los regula (ref.1).

Es importante destacar que desde el año 2007 los fabricantes de productos prefabricados de hormigón que incorporan árido reciclado de residuos de construcción y demolición, pueden obtener una etiqueta ecológica tipo I. Se trata del distintivo de Distintivo de Garantía de Calidad Ambiental que otorga la Generalitat de Cataluña (ref. 2).

Implicaciones técnicas

Los tipos de cemento utilizados en la fabricación de hormigones con áridos reciclados serán los mismos que se emplean en un hormigón convencional para las mismas aplicaciones. La combinación de árido grueso natural y reciclado ha de satisfacer las especificaciones recogidas en el Artículo 28º de la Instrucción EHE-08.

Estos áridos deberán cumplir con los requisitos de tamaño, granulometría, así como con los requisitos físico mecánicos, químicos, cantidades de agua, etc. indicados en el Anejo 15 de la EHE-08.

Los métodos de dosificación habituales para los hormigones convencionales son válidos para los hormigones reciclados con un porcentaje de árido reciclado no superior al 20%. En cualquier caso, se recomienda realizar ensayos previos para ajustar la dosificación.

El amasado del hormigón con áridos reciclados en estado seco puede requerir más tiempo que el de un hormigón convencional, lo que permite la humectación de los áridos con objeto de evitar que la absorción de agua por parte del árido reciclado afecte a la consistencia del hormigón.

Como criterio general, es necesario limitar los contaminantes que puedan influir en los aspectos siguientes (Ref. 3):

- fraguado del cemento
- corrosión de armaduras (cloruros)
- hinchamiento por absorción humedad (p.e. madera)
- formación de etringita (yeso)
- reacción alcali-árido (vidrios PYREX)
- descensos de resistencia (mezcla asfáltica)

Es importante señalar que la mayor parte de los áridos procedentes del reciclado de residuos de construcción se comercializa para su posterior reutilización en obras de construcción (carreteras, etc.) y, por tanto, deben de cumplir con Directiva 89/106/CEE de Productos de la Construcción y disponer del marcado CE correspondiente. En este sentido, atendiendo a prácticas ya consolidadas, se considera factible el establecimiento de acuerdos con el proveedor para que el producto suministrado cumpla con los requisitos requeridos por parte de la empresa interesada en su recepción (por ejemplo, relativos al contenido de improprios, granulometría, etc.).



Implicaciones económicas

La viabilidad de que la propia planta fabricante de hormigón invierta en operaciones de valorización de residuos de construcción y demolición deberá de analizarse para cada caso particular ya que depende de diferentes factores: la obtención del código de gestor de residuos, las tarifas de los vertederos cercanos, el volumen de material a tratar, la capacidad de acopio por parte de la empresa cementera, la cantidad de impropios que contiene el residuo y que afecta directamente al coste del pretratamiento, etc.

La inversión en maquinaria no es un factor significativo debido a que puede aprovecharse la misma maquinaria que se emplea para tratar el árido natural.

Por otro lado, la utilización de material procedente de plantas de valorización de residuos de la construcción como sustituto de materia prima natural dependerá del precio de mercado de este material. Aunque actualmente todavía no resulta competitivo, factores como la disponibilidad de material natural, el stock o acuerdos sectoriales, podrían llegar a alterar esta situación.

A continuación se anotan, a modo de referencia, de venta de árido reciclado correspondientes al año 2007 de las plantas valorizadoras existentes en la CAPV, cuyo mercado principal suele ser la obra civil:

BTB: Árido 0/40 procedente de Hormigón (4,5 €/Tm); Árido procedente de escombros heterogéneo (1,00 €/Tm)

Volvas: (0,8 – 1,3 €/Tm); Gardelegui: 0/40mm (3,15 €/Tm); 40/60mm (4,41 €/Tm)

Implicaciones ambientales

Los principales beneficios ambientales que se producen son:

Disminución del volumen de escombros que se depositan en vertederos.

Reducción de explotaciones necesarias para suministrar la materia prima original, con el consiguiente beneficio en cuanto a impacto ambiental y de protección de los recursos naturales.

Como aspectos negativos indicar la posible necesidad de un mayor consumo de agua para compensar la mayor absorción del árido reciclado y, debido a la menor calidad de los áridos reciclados, se necesitará un contenido mayor de cemento.



Ejemplo de aplicación de la medida

El nuevo puente sobre el cauce del Túria de Manises a Paterna (Valencia), obra con fecha de finalización prevista para noviembre de 2008, está siendo construido utilizando materiales reciclados de la anterior infraestructura.

Pasarela Marina Seca. Recinto del Forum de las Culturas en Barcelona.

Debido a los numerosos estudios que analizan la viabilidad de esta medida, se recomienda consultar las publicaciones llevadas a cabo por el RILEM – International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures (ref. 6).

Referencias

- Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08). REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural.
- Resolución MAH/1398/2007, de 3 de mayo, por la que se establecen los criterios ambientales para el otorgamiento del distintivo de garantía de calidad ambiental en los productos prefabricados de hormigón con material reciclado. Departamento de Medio Ambiente y Vivienda de la Generalitat de Cataluña. DOGC Núm. 4884.
- El uso de materiales reciclados. Aspectos legales y técnicos. Enric Vázquez. Catedrático de la UPC. Jornada sobre materiales y productos reciclados en la construcción. Barcelona 30 de Enero de 2006.
- Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) 2008-2015. Versión Preliminar. Ministerio de Medio Ambiente.
- Guía interpretativa de la Norma UNE-EN ISO 14001:2004 para empresas constructoras. AENOR
- www.rilem.net
- Sostenibilidad e innovación en la nueva Instrucción de Hormigón Estructural. Antonio Marí Catedrático de la UPC Coordinador General de la Revisión de la Instrucción EHE. Jornada sobre sostenibilidad en la tecnología del hormigón. Barcelona, 20 de Mayo de 2008
- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.



CÓDIGO: HOR -05

TIPO: Específica **ESTRATEGIA:** Disminución de consumo de MMPP naturales
MEDIDA: Valorización de escombros de mampostería como áridos del hormigón
APLICABLE A: Hormigón

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

Dada la reducida densidad del escombros triturado, estaría en la condición de árido ligero, por lo que puede ser de aplicación para la obtención de hormigones ligeros sin finos. El hormigón no ligero fabricado con ladrillo triturado suficientemente denso, se puede utilizar en la construcción de estructuras de hormigón en masa y hormigón armado prefabricado, elementos para tejado, bloques de hormigón o tejas de hormigón para tejados. La resistencia de este tipo de hormigón reciclado disminuye considerablemente en relación con el hormigón normal.

En este caso se deberá cumplir lo indicado en el Anejo nº 16 de la Instrucción EHE-08 ("Recomendaciones para la utilización de hormigón ligero") (ref. 1) y en particular, lo establecido en UNE-EN 13055-1 (ref. 2)

La EHE-08 contempla el uso de áridos reciclados en la propia planta de fabricación del hormigón como uno de los factores que contribuyen a incrementar el índice de sostenibilidad de las estructuras de hormigón

Es importante destacar que desde el año 2007 los fabricantes de productos prefabricados de hormigón que incorporan árido reciclado de residuos de construcción y demolición, pueden obtener una etiqueta ecológica tipo I. Se trata del distintivo de Distintivo de Garantía de Calidad Ambiental que otorga la Generalitat de Cataluña (ref. 3).

Implicaciones técnicas

Se debe limitar el contenido de cloruros en función del tipo de hormigón a los siguientes valores (ref. 4)

Fracción	Máximo contenido de cloruros en % de peso del árido seco		
	Hormigón en masa	Hormigón armado	Hormigón pretensado
Fracción 0/4	1,0	0,1	0,015
Resto de fracciones	1,0	0,05	0,007

Es importante el control de la calidad para evitar reducir la cantidad del hormigón fabricado, que, de acuerdo con las experiencias prácticas, ha tenido su origen en la presencia de impurezas, en la utilización de un árido que originó segregación y en la falta de agua para hidratar el cemento.

Es importante señalar que la mayor parte de los áridos procedentes del reciclado de residuos de construcción se comercializa para su posterior reutilización en obras de construcción (carreteras, etc.) y, por tanto, deben de cumplir con Directiva 89/106/CEE de Productos de la Construcción y disponer del marcado CE correspondiente. En este sentido, atendiendo a prácticas ya consolidadas, se considera factible el establecimiento de acuerdos con el proveedor para que el producto suministrado cumpla con los requisitos requeridos por parte de la empresa interesada en su recepción (por ejemplo, relativos al contenido de impropios, granulometría, etc.).

Implicaciones económicas

La viabilidad de que la propia planta fabricante de hormigón invierta en operaciones de valorización de residuos de construcción y demolición deberá de analizarse para cada caso particular ya que depende de diferentes factores: la obtención del código de gestor de residuos, las tarifas de los vertederos cercanos, el volumen de material a tratar, la capacidad de acopio por parte de la empresa cementera, la cantidad de impropios que contiene el residuo y que afecta directamente al coste del pretratamiento, etc.

La inversión en maquinaria no es un factor significativo debido a que puede aprovecharse la misma maquinaria que se emplea para tratar el árido natural.

Por otro lado, la utilización de material procedente de plantas de valorización de residuos de la construcción como sustituto de materia prima natural dependerá del precio de mercado de este material. Aunque actualmente todavía no resulta competitivo, factores como la disponibilidad de material natural, el stock o



acuerdos sectoriales, podrían llegar a alterar esta situación.

A continuación se anotan, a modo de referencia, de venta de árido reciclado correspondientes al año 2007 de las plantas valorizadoras existentes en la CAPV, cuyo mercado principal suele ser la obra civil:

BTB: Árido 0/40 procedente de Hormigón (4,5 €/Tm); Árido procedente de escombro heterogéneo (1,00 €/Tm)

Volvas: (0,8 – 1,3 €/Tm); Gardelegui: 0/40mm (3,15 €/Tm); 40/60mm (4,41 €/Tm)

Implicaciones ambientales

Los principales beneficios ambientales que se producen son:

- Disminución del volumen de escombros que se depositan en vertederos.
- Reducción de explotaciones necesarias para suministrar la materia prima original, con el consiguiente beneficio en cuanto a impacto ambiental y de protección de los recursos naturales.

Como aspectos negativos indicar la posible necesidad de un mayor consumo de agua para compensar la mayor absorción del árido reciclado y, debido a la menor calidad de los áridos reciclados, se necesitará un contenido mayor de cemento.



Ejemplo de aplicación de la medida

La experiencia práctica en la utilización de hormigón reciclado con escombros de albañilería es escasa, aunque se han llevado a cabo algunos proyectos en los Países Bajos, Alemania y Reino Unido. En España la única experiencia significativa fue la construcción de la Ciudad Olímpica de Barcelona, donde se utilizó árido mixto reciclado (mezcla de hormigón y cerámica). Las construcciones situadas en esta zona fueron demolidas (alcanzando una cantidad aproximada de escombros de 1,5 millones de toneladas). Para ello se utilizaron procedimientos selectivos de demolición, realizados in situ una primera eliminación de impurezas. Sólo se trataron minerales inertes, como hormigón, piedra, cerámicas y ladrillos, procedentes de la demolición de estructuras, cerramientos y cimentaciones. Otros minerales mezclados o aquellos que contenían impurezas, como madera, plásticos o acero, se rechazaron. Los materiales reciclados se utilizaron para construir las calles y carreteras de la Ciudad Olímpica y estructuras de escollera en la línea litoral.

Referencias

- Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08). REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural
- UNE-EN 13055. Áridos ligeros para hormigón, mortero e inyectado
- Resolución MAH/1398/2007, de 3 de mayo, por la que se establecen los criterios ambientales para el otorgamiento del distintivo de garantía de calidad ambiental en los productos prefabricados de hormigón con material reciclado. Departamento de Medio Ambiente y Vivienda de la Generalitat de Cataluña. DOGC Núm. 4884.
- "Recycled aggregates and recycled aggregate concrete" Recycling of Demolished Concrete and Masonry, RILEM Report 6. Edited by Hasen, T.C Publisher by E&FN Spon, 2-6 Boundary Row, London SE. First edition, 1992.
- "Specifications for concrete with recycled aggregates", Materials and structures, N°27, p.557-559. RILEM 1994
- Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) 2008-2015. Versión Preliminar. Ministerio de Medio Ambiente
- Guía interpretativa de la Norma UNE-EN ISO 14001:2004 para empresas constructoras. AENOR
- "Concrete produced using crushed bricks as aggregate". P. B. Cahim. Portugal SB07. Sustainable construction, materials and practices. Bragança, Luis; [et. al].Amsterdam: IOS Press, 2007. ISBN 978-1-58603-785-7
- "Valorización de cascote cerámico como sustituto de materias primas para tejas de hormigón". F. Marín; M. I. Sánchez; J. Rivera; M. Frías. I Jornadas de investigación en construcción. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid: AIMET, 2005
- "Residuos de construcción y demolición. Caracterización del material obtenido de hormigón y cerámica". B. Blandon; R. Huete. I Jornadas de investigación en construcción. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid: AIMET, 2005
- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002



CÓDIGO: HOR -06

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Disminución de consumo de MMPP

MEDIDA: Utilización de agua reciclada

APLICABLE A: Hormigón



Descripción de la medida

Reutilización de aguas recicladas procedentes del lavado de cubas en la propia central de hormigonado, evitando de esta manera incrementar el consumo de agua y favoreciendo la disminución aguas residuales con restos de hormigón al facilitar su reintroducción en el ciclo productivo. Según la técnica utilizada en el tratamiento de la mezcla agua-cemento, el % de recuperación, así como la utilizada del agua obtenida, será diferente.

La instalación está formada básicamente por un separador de gravas y arenas (para su posterior reutilización) y por una balsa de decantación que mantiene en suspensión las partículas residuales mediante un agitador. Con una bomba sumergida se bombea el agua reciclada hacia la planta de fabricación de hormigón o hacia la zona de lavado de las cubas de los camiones cisterna, desde donde se inicia de nuevo el circuito de recuperación

Implicaciones técnicas

La EHE-08 (ref. 1) contempla el uso de agua reciclada en la propia planta de fabricación del hormigón como uno de los factores que contribuyen a incrementar el índice de sostenibilidad de las estructuras de hormigón. Según la Instrucción Española del Hormigón Estructural EHE-08, se permite el empleo de aguas recicladas procedentes del lavado de cubas en la propia central de hormigonado, siempre y cuando cumplan las especificaciones definidas en el artículo 27°. Además se deberá cumplir que el valor de densidad del agua reciclada no supere el valor 1,3 g/cm³ y que la densidad del agua total no supere el calor de 1,1 g/cm³.

Según el Artículo 31 de la Instrucción EHE-08, la cantidad total de finos en el hormigón, resultante de sumar el contenido de partículas del árido grueso y del árido fino que pasan por el tamiz UNE 0,063 y la componente caliza, en su caso, del cemento, deberá ser inferior a 185 kg/m³, en el caso de emplearse agua reciclada.

En el caso de centrales de obra para la fabricación de hormigón, el agua procedente del lavado de sus instalaciones o de los elementos de transporte del hormigón, se verterá sobre zonas específicas, impermeables y adecuadamente señalizadas. Las aguas así almacenadas podrán reutilizarse como agua de amasado para la fabricación del hormigón, siempre que se cumplan los requisitos establecidos al efecto en el Artículo 27° de la Instrucción EHE-08.

No se debe reutilizar agua de lavado que pueda contener aditivos.

Existen diversos métodos mediante los cuales se puede obtener un agua reciclada apta para su reutilización en la central de hormigonado (sedimentación en balsas recuperadoras, utilización de filtros, etc.), siendo el más efectivo el tratamiento de las aguas en una balsa de recuperación con agitadores.

Implicaciones económicas

Para el caso concreto de la planta de Hormigones Alsina, S.L. (ref.3) el balance económico es el siguiente



	Proceso antiguo (balsa de decantación)		Proceso nuevo	
Mantenimiento y limpieza	7,8	millares €/año	3,7	millares €/año
Agua	2,1	millares €/año	0,5	millares €/año
Energía eléctrica	0,9	millares €/año	1,9	millares €/año
MMPP	8,0	millares €/año	0,0	millares €/año
Tratamiento del hormigón retornado	2,2	millares €/año	0,0	millares €/año
Tratamiento de lodos	0,6	millares €/año	0,0	millares €/año
Coste total	21,6	millares €/año	6,1	millares €/año

Teniendo en cuenta que la inversión total realizada ha sido de 81,1 millares € y que el ahorro ha supuesto 15,5 millares €/año, el retorno de la inversión se estima en 5,2 años

Implicaciones ambientales

Las principales ventajas ambientales que se obtienen con esta medida son:

Reducir considerablemente o incluso evitar la generación de este residuo, cuyo destino final sería el vertedero. Menor consumo de un bien cada vez más escaso como es el agua (pudiéndose reducir en ocasiones hasta el 70%). Evitar el problema de vertido del agua, ya que las exigencias legales obligan a que los vertidos a cauces públicos (bien sean cursos pluviales o redes de saneamiento) no contengan componentes tóxicos ni orgánicos y limita también el contenido de materias en suspensión.



Ejemplo de aplicación de la medida

En la actualidad existen muchos países que llevan a cabo el reciclado de este tipo de residuos. Entre ellos se encuentra Japón, donde aproximadamente el 52% de las plantas de hormigón utilizan satisfactoriamente el agua reciclada y el 17% el agua fangosa (sin tratamiento de decantación).(Ref. 2)

Hormigones ALSINA, S.L. incorpora un sistema de reciclaje en origen en la planta de Camplllog. Gerona
Hormigones FORPLASA (Formigonera de la Plana, S.A.) incorpora un sistema de reciclaje en origen en la planta de Vic. Barcelona

Referencias

- Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08). REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural.
- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002
- Producció + neta. Ejemplos de actuaciones de prevención de la contaminación. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient. Fichas nº 54 y 60.



CÓDIGO: HOR -07

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Disminución de consumo de MMPP naturales

MEDIDA: Recuperación de residuos de la fabricación de hormigón preparado

APLICABLE A: Hormigón



Descripción de la medida

Recuperación de residuos procedentes de la fabricación de hormigón preparado para su reintroducción en el proceso productivo del hormigón, reduciendo el consumo de materias primas.

Los posibles residuos sólidos que se generan en la planta de hormigón son:

- Excedentes de hormigón, constituidos por el hormigón fresco (en estado plástico) que sobra o es rechazado después de su distribución y es mandado nuevamente a la planta.
- Residuos procedentes del lavado de hormigoneras y bombas de hormigón. Se estima una media de 72 litros en cada operación de lavado, lo que aproximadamente supone el 0,5% anual de la producción de hormigón de una planta.
- Hormigón en estado plástico procedente del ensayo de consistencia.
- Hormigón endurecido en forma de probetas de control de calidad.
- Residuos procedentes de la limpieza de las ruedas de los camiones.

La EHE-08 contempla el uso de áridos reciclados en la propia planta de fabricación del hormigón como uno de los factores que contribuyen a incrementar el índice de sostenibilidad de las estructuras de hormigón

Implicaciones técnicas

Para el reciclado del hormigón en estado plástico se plantean dos tratamientos posibles (ref.2):

Químico. Se puede emplear ciertos aditivos que deben controlar o detener el fraguado del hormigón, manteniendo el producto en estado de suspensión durante horas, toda la noche o incluso durante varios días. Estos aditivos están compuestos principalmente por polímeros modificados. La utilización de aditivos permite recuperar los excedentes de hormigón y evitar así su vertido inmediato, reutilizándolo para fabricar nuevo hormigón. El principal inconveniente es la necesidad de incorporar nuevos aditivos que aceleren o activen nuevamente el fraguado.

Mecánico. La recuperación de los materiales se hace diluyendo en agua el hormigón y separando los sólidos (áridos) del líquido (disolución agua-cemento y finos) mediante sistemas separadores. La posibilidad del tratamiento mecánico de los residuos de hormigón está hoy perfectamente resuelta y cumple con los requisitos medioambientales al realizar un reciclaje al 100%.

Los equipos de reciclado mecánico están compuestos por una tolva de recepción que permite la descarga de varias hormigoneras a la vez; para facilitar el proceso se proyecta sobre ellos agua mediante una serie de chorros a presión. El reciclado de este tipo de residuo comprende dos etapas: la separación de los áridos gruesos y las partículas más finas, y tratamiento de la mezcla agua-cemento. (véase la ficha HOR-06 para consultar más detalles)

Implicaciones económicas

La valorización de esos residuos tiene un gran impacto económico positivo ya que la cantidad total de estos residuos se puede estimar entre un 2% y un 4% de la producción total de una planta de hormigón preparado, implicándole un sobrecoste de la producción, tanto por el valor de los áridos que se desechan como por el costo de su traslado hasta los vertederos autorizados, cada vez más escasos.



Por el contrario, la empresa debe realizar una serie de inversiones en las instalaciones para poder ser capaz de reintroducir este material nuevamente en el proceso productivo.

Implicaciones ambientales

Las principales ventajas ambientales que se obtienen con esta medida son:

Reducir considerablemente o incluso evitar la generación de este residuo, cuyo destino final sería el vertedero. Reutilización de los residuos en el proceso productivo, lo que comporta un descenso en el consumo de materias primas naturales.

Para evaluar el beneficio ambiental que representa el uso de aditivos químicos se recomienda la realización de un balance ambiental que contemple las ventajas/inconvenientes de incorporar este tipo de productos respecto al ahorro de materias primas



Ejemplo de aplicación de la medida

En 2001 el número de plantas de hormigón preparado con sistemas de reciclaje era de al menos 83 (6 de ellas en la CAPV) de las 1400 plantas existentes.

Actualmente las industrias que distribuyen equipos para la instalación de plantas de elaboración de hormigón, ya ofrecen equipos que permiten el máximo aprovechamiento de las materias primas utilizadas.

Referencias

- Actuaciones ambientales en el hormigón preparado. Juan Eugenio Cañadas Bouzas. JORNADA SOBRE SOSTENIBILIDAD EN LA TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN. Barcelona, 20 de mayo de 2008
- ANEFHOP. "Manual de protección del medio ambiente para la industria del hormigón preparado" Noviembre, 1995



CÓDIGO: HOR -08

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Optimización del proceso productivo

MEDIDA: Utilización de aditivos químicos

APLICABLE A: Hormigón



Descripción de la medida

A los efectos de Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08) (ref.1), se entiende por aditivos aquellas sustancias o productos que, incorporados al hormigón antes del amasado (o durante el mismo o en el transcurso de un amasado suplementario) en una proporción no superior al 5% del peso del cemento, producen la modificación deseada, en estado fresco o endurecido, de alguna de sus características, de sus propiedades habituales o de su comportamiento.

TIPO DE ADITIVOS	FUNCIÓN PRINCIPAL
Reductores de agua / Plastificantes	Disminuir el contenido de agua de un hormigón para su misma trabajabilidad o aumentar la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua
Reductores de agua de alta actividad/ Superplastificantes	Disminuir significativamente el contenido de agua de un hormigón sin modificar la trabajabilidad o aumentar significativamente la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua
Modificadores de fraguado/ Aceleradores, retardadores	Modifican el tiempo de fraguado de un hormigón
Inclusotes de aire	Producir en el hormigón un volumen controlado de finas burbujas de aire, uniformemente repartidas, para mejorar su comportamiento frente a las heladas.
Multifuncionales	Modificar más de una de las funciones principales definidas con anterioridad.

Implicaciones técnicas

Los aditivos de cualquiera de los cinco tipos descritos anteriormente deberán cumplir la UNE EN 934-2 2002 "Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado".

En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico, ni en general, productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras. En los elementos pretensados mediante armaduras ancladas exclusivamente por adherencia, no podrán utilizarse aditivos que tengan carácter de aireantes.

Para más información acerca de la normativa aplicable a los aditivos del cemento, visitar www.anfah.org (ref.2).

Implicaciones económicas

En algunos casos la utilización de aditivos químicos puede hacer aumentar el coste de la tonelada de hormigón. El mayor costo del hormigón deberá contraponerse con los costes de los diferentes materiales, la disminución del coste de la mano de obra, la rapidez de colocación, los encofrados, armaduras y equipos de colocación y la excelente terminación superficial que evita las reparaciones posteriores.



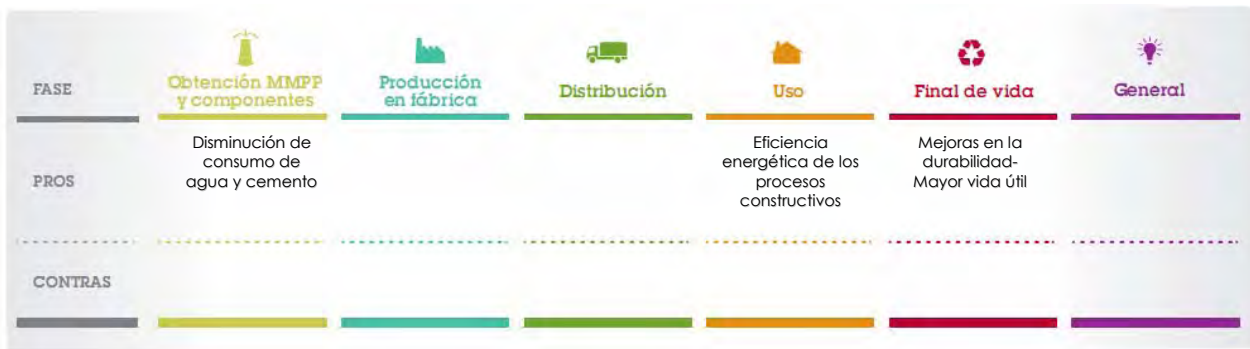
Implicaciones ambientales

Los aditivos, como productos químicos, no son productos peligrosos, excepto algún acelerador que pudiera resultar algo tóxico. Pero una vez fraguados junto con el hormigón no presentan ninguna toxicidad y con una buena gestión no debería aparecer ningún problema ecológico. Se recomienda por tanto consultar las fichas de seguridad de estos productos para valorar la aplicación de esta medida, pues en ellas el fabricante incluye los protocolos a cumplir durante la manipulación dichos productos.

Debido a las materias primas utilizadas para producir los aditivos (lignosulfatos, polinaftalenos..., productos orgánicos) podemos decir que estos no son tóxicos, son fácil o medianamente biodegradables y muy solubles en agua. A causa de su fuerte coloración y por la demanda de oxígeno al biodegradarse, no deben verterse a la red o cursos de agua.

Los aditivos químicos contribuyen de forma notable al desarrollo sostenible del sector de la construcción proporcionando soluciones tecnológicas que permiten:

- Eficiencia energética de los procesos constructivos
- Aumento de la productividad
- Mejoras en la durabilidad
- Robustez de los materiales
- Disminución del consumo de agua (plastificantes y superplastificantes)
- Disminución de consumo de agua y cemento (superplastificantes) obteniendo la misma resistencia y durabilidad.



Ejemplo de aplicación de la medida

Miembros asociados a ANFAH, Asociación Nacional de Fabricantes de Aditivos para Hormigón y Mortero:

BASF CONSTRUCTION CHEMICALS ESPAÑA, S.A.

Basters, 15
08184 Palau-solità i Plegamans (Barcelona)
<http://www.basf-cc.es>

CHRYSO ADITIVOS
Camino Yuncillos S/N
45520 Villaluenga de la Sagra (TOLEDO)
<http://www.chryso-online.com>

Copsa, Sistemas y Productos para la Construcción
C/ Plata, 8, Nave 20-A - Polígono Industrial Campo Nuevo
28863 - COBENA (Madrid)
ffno.: 91 620 87 32 - fax: 91 620 70 07
<http://www.copsa.com>

GRACE, S.A.
Riera Fonollar, 12
08830 Sant Boi de Llobregat (Barcelona)
<http://www.es.graceconstruction.com>

SIKA, S.A.
Ctra. Fuencarral, 72
Polig. Industrial Alcobendas
28108 Alcobendas (Madrid)
<http://www.sika.es>



Referencias

- Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08). REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural
- www.anfah.org
- Cementos especiales. Efecto de aditivos. Marta Palacios Arévalo. Informes de la Construcción, Vol. 59, 505, 83-87, enero-marzo 2007. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja-CSIC
- Contribución de los Aditivos Químicos a la Sostenibilidad en la Tecnología del Hormigón. Joana Roncero, Roberta Magarotto. Jornada Sostenibilidad, Cátedra BMB-UPC, 20 de Mayo de 2008



CÓDIGO: INST-01

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

MEDIDA:

APLICABLE A:

Minimización del impacto ambiental de los materiales utilizados

Evitar el uso de retardantes de llama halogenados

Instalaciones / Plástico

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

Los retardantes de llama halogenados son compuestos químicos sintetizados principalmente a partir de bromados y clorados. Las dos principales aplicaciones son: el sector eléctrico / electrónico (80%) para carcasas de electrodomésticos, circuitos impresos, espumas termoplásticas, aislamiento de cables eléctricos y el sector textil del mueble (20%) para tratamientos del textil para protección al fuego de las espumas interiores.

Algunos de estos compuestos químicos son nocivos para la salud y el medio ambiente (Polibromobifenilos y Polibromodifenil éteres, PBB y PBDE respectivamente) y otros son sospechosos de serlo (Tetrabromobisfenol A, TBBA). En este sentido, cabe destacar dos problemáticas distintas. Por un lado, la utilización de productos con retardantes halogenados (por ejemplo electrodomésticos) se ha relacionado con concentraciones significativas de compuestos bromados y clorados en el polvo en suspensión (principalmente PBDEs). Por otro lado, los retardantes de llama pueden formar dioxinas y furanos al arder en condiciones incontroladas (en vertederos).

La directiva 2002/95/CE de Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas y electrónicos, (RoHS del inglés "Restriction of Hazardous Substances"), fue adoptada en febrero de 2003 por la Unión Europea. La directiva RoHS entró en vigor el 1 de julio de 2006. Restringe el uso de seis materiales peligrosos en la fabricación de varios tipos de equipos eléctricos y electrónicos, entre ellos PBB y PBDE. Está muy relacionada con la directiva de Residuos de Equipos Eléctricos y Electrónicos (WEEE por sus siglas en inglés).

La sustitución de retardantes de llama halogenados puede realizarse a 3 niveles:

- Sustitución del retardante de llama, sin cambiar el polímero de base.
- Sustitución del polímero de base o de la mezcla por otro polímero de base compatible con los retardantes de llama no halogenados.
- Modificación del diseño del producto, de manera que no sea necesaria la aplicación de retardantes de llama halogenados

Implicaciones técnicas

A continuación se anotan varios retardantes halogenados utilizados en plásticos y sus materiales alternativos (ref.7):

Material	Retardante de llama habitual	Aplicación	Retardante de llama no halogenado
HIPS	PBDE	Carcasa de productos electrónicos Cableados eléctricos	Compuestos orgánicos fosforados: TTP, RDP, BAPP, BDP Utilización de otras mezclas: HIPS + PPO (óxido polifenólico)
PE	PBDE	Cableados eléctricos	Retardantes de llama fosforados Hidróxido de magnesio
PBT / PET	halogenados	Enchufes, conmutadores	Utilización de otras mezclas de polímeros
Polipropileno	halogenados	Láminas para tejados	Polifosfato de amonio
Espuma PU	PBDE	Aislamientos. Mobiliario.	Polifosfato de amonio Fósforo rojo Melamina Fibras autoextinguibles
ABS	TBBA	Carcasa de productos electrónicos	Utilización de otras mezclas de polímeros ABS + PC PC + fosfato ester
Resina epoxi	PBDE	Circuitos impresos Componentes electrónicos Estratificados técnicos	Nitrógeno reactivo, compuestos fosforados Polifosfato de amonio Trihidróxido de aluminio
Resina fenólica	halogenados	Circuitos impresos Estratificados técnicos	Compuestos nitrogenados y fosforados Trijidróxido de aluminio
Poliéster insaturado	halogenados	Estratificados técnicos Piezas plásticas	Polifosfato de amonio Trijidróxido de aluminio



Dificultad para encontrar retardantes de llama no halogenados para algunos plásticos, como el PBT, el PET y el ABS. En estos casos se propone un cambio de la base polimérica, tal como se indica en la tabla anterior.

Implicaciones económicas

Uno de los principales motivos para la utilización de retardantes de llama halogenados es su coste. En este sentido, la utilización de aditivos alternativos supondrá con toda probabilidad un sobrecoste en el producto final.

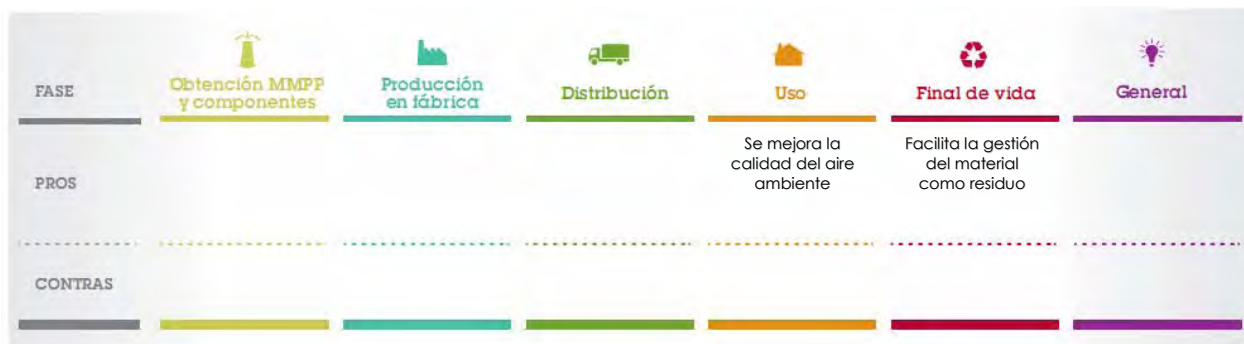
No obstante, este sobrecoste podría ser asumible en función del producto final. A título de ejemplo, en el caso de televisores, la sustitución del HIPS con decabDE puede implicar un sobrecoste de un 1.5%-2.5%.

Implicaciones ambientales

La OCU (Organización de Consumidores y Usuarios) y el resto de asociaciones integrantes del grupo Euroconsumers han realizado estudios de polvo doméstico para comprobar la exposición ambiental a los retardantes de llama halogenados, comprobándose que tienen una gran capacidad de acumulación, lo que puede llevar a que se alcancen niveles susceptibles de producir efectos adversos en la salud humana.

Con esta medida se minimiza el impacto ambiental:

- No se forman dioxinas y furanos al arder en condiciones incontroladas, mejorando su gestión final.
- Se evitan concentraciones significativas de compuestos bromados y clorados en el polvo en suspensión (principalmente PBDEs) durante su uso.



Ejemplo de aplicación de la medida

Cable eléctrico de la gama ECO-FLEX, de la empresa Nichigoh Communication Electric Wire, está diseñado cumpliendo con la directiva europea sobre equipos eléctricos y electrónicos (WEEE) y de restricción de sustancias peligrosas (RoH's). La realización de un análisis de ciclo de vida, a permitido a Nichigoh Communication Electric Wire realizar una declaración ambiental de producto de este cable, siguiendo el standard sueco EPD. No contiene retardantes de llama bromados.

Referencias

- Directiva 2002/95/CE de Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos
- www.productosostenible.net/
- www.nichigoh.co.jp
- www.cela.ca/newsevents/detail.shtml?x=3092
- Brominated Flame Retardants in Dust on Computers: the case for safer chemicals and better computer design. June 2004. (www.cleanproduction.org/library/bfr_report_pages1-43.pdf)
- Report on Alternatives to the Flame Retardant DecabDE: Evaluation of Toxicity, Availability, Affordability, and Fire Safety Issues. A Report to the Governor and the General Assembly. Illinois Environmental Protection Agency. March 2007. (www.epa.state.il.us/reports/decabde-study/decabde-alternatives.pdf)
- GREEN CHEMISTRY AND THE PRODUCER: FLAME RETARDANTS. MRes in Clean Chemical Technology 2004-2005. Supervised by Louise Summerton and Prof. James Clark. Researched by Rachel Cahill (www.rsc.org/chemsoc/gcn/pdf/Flameretardants.pdf)



CÓDIGO: MET-01

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Minimización del consumo de recursos de extracción minera

MEDIDA: Reciclado del Zinc presente en el acero galvanizado y residuos de acerías

APLICABLE A: Metal - Acero



Descripción de la medida

Reciclado del Zinc presente en el acero galvanizado y residuos de acerías

Más de 6.5 millones de toneladas métricas de piezas de zinc, óxidos y polvos se consumen cada año en el mundo occidental, de los cuales 2 millones provienen del zinc reciclado. En los Estados Unidos, el departamento de minas estima que con un adecuado apoyo a la recuperación de este material, el zinc reciclado representaría el 40% de consumo.

Al usar el zinc para el revestimiento del acero, proceso denominado galvanización, se forman tres residuos o productos secundarios: las aleaciones de zinc-hierro denominadas "matas", las cenizas de zinc y las espumas de zinc. Todos estos residuos contienen proporciones valiosas de zinc, y son reciclados por empresas especializadas para obtener zinc metálico, que vuelve a ser utilizado en el proceso de galvanización, o compuestos químicos de zinc, lo que explica porqué más de medio millón de toneladas de estos residuos se procesan anualmente en el continente Europeo.

Los desechos del moldeo de zinc bajo presión, residuos y escoria de los minerales de la fundición se recuperan y se retornan a la producción o se venden para la reutilización.

Gracias a estos procedimientos, se evita la contaminación que supone el vertido de polvo de acería y, además, se mantiene una fuente inagotable de obtención de partículas y de metales frente a la extracción minera, prolongando consecuentemente el ritmo de agotamiento de los recursos del planeta, y facilitando que la industria siderúrgica tenga un futuro más sostenible.

Implicaciones técnicas

Las empresas productoras deben establecer procedimientos adecuados para la recogida de residuos en su proceso y asegurar un correcto almacenamiento, de acuerdo al cumplimiento de la legislación vigente sobre gestión de residuos peligrosos.

El reciclado del Zn del polvo de horno eléctrico es una tecnología que está más allá de las soluciones más tradicionales basadas en la inertización y deposición en vertedero. No se trata sólo de reciclar el Zn, sino que se asegura así el reciclado integral de la chapa de acero galvanizado cuando al final de su ciclo de vida se convierte en chatarra. Esta chatarra produce nuevo acero en los hornos eléctricos.

Implicaciones económicas

El zinc reciclado ofrece beneficios económicos porque elimina la necesidad de gestionar el material como residuo y permite valorizarlo económicamente como materia prima para otro proceso.

Implicaciones ambientales

El zinc reciclado ofrece beneficios tanto ambientales como económicos porque reduce volúmenes de material que termina en campos abiertos, supone un ahorro de energía, reduciendo así la necesidad de minar y de fundir, y disminuye las consecuencias para el medio ambiente en la tierra, en el agua, y en la conservación del mineral del zinc.



Ejemplo de aplicación de la medida

Befesa Zinc Aser, perteneciente al grupo ABENGOA, centra su actividad en la recuperación y el reciclaje de residuos de acero y de galvanización. En su planta de Erandio se recicla el polvo generado en las acerías de horno de arco eléctrico, recuperando, posteriormente, el zinc y el plomo que contienen. Para ello, se sigue un proceso pirometalúrgico, conocido como "Proceso Waelz", y uno hidrometalúrgico, o "Proceso Double Leaching Waelz Oxide", ambos considerados como "Mejor Tecnología Disponible", tal y como recoge el "Documento de Referencia para las Mejores Tecnologías Disponibles para la Metalurgia No Férrica", elaborado a instancias de la Comisión Europea.

Para ello, la compañía Aser y la sociedad Oñeder, participada por los fabricantes de acero del País Vasco, han alcanzado un acuerdo de colaboración para el tratamiento de los polvos de acería que genera esta industria. El acuerdo incluye un coste fijo por tonelada de polvo para la siderúrgica que lo produce. Esta tasa es la misma para todos los aceristas, independientemente del porcentaje de zinc que contengan sus residuos. Aser, por su parte se compromete a realizar las modificaciones necesarias en sus instalaciones para poder acoger polvos con porcentaje de zinc diversos y conseguir un residuo óptimo para su tratamiento en el horno.

Los dos socios se han comprometido a investigar los nuevos procesos de valorización de polvos de acería, mediante métodos que generen la menor cantidad posible de residuos y la mayor recuperación de metales contenidos.
(ref.1)

Referencias

- Placa de Honor 2001 concedida a ABENGOA. Fernando García Carcedo. Revista de la Asociación Española de Científicos. Nº4. 2002.
- Zinc. Reciclado por siempre. LATIZA. Fuente: IZA www.latiza.com/pdfs/zinc_reciclado.pdf
- www.befesa.es



CÓDIGO: MET-02

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Minimización del impacto ambiental del procesado del acero

MEDIDA: Utilizar métodos de recubrimiento de acero con menor impacto ambiental

APLICABLE A: Metal - Acero



Descripción de la medida

La galvanización en caliente es uno de los sistemas más eficaces de protección del hierro y el acero frente a la corrosión que experimentan estos materiales cuando se exponen a la atmósfera, las aguas y los suelos. Consiste en la formación de un recubrimiento de zinc sobre las piezas y productos de hierro o acero mediante inmersión de los mismos en un baño de zinc fundido a 450°C.

Otra de las soluciones posibles para evitar la corrosión es el pintado con pinturas especiales, como pinturas al aceite, alquídicas, fenólicas, vinílicas y ricas en zinc. La pintura anticorrosiva es una base o primera capa de imprimación de pintura que se ha de dar a una superficie, aplicándose directamente a las piezas o estructuras de acero. Para ello puede usarse un proceso de inmersión o de aspersion, (dependiendo del funcionamiento de la planta de trabajo y de la geometría de la estructura). Secundariamente, las pinturas también pueden proporcionar una superficie que ofrezca las condiciones propicias para ser pintada con otros acabados, esmaltes y lustres coloridos

	GALVANIZADO EN CALIENTE	PINTURA
MANEJO ESPECIAL	NO	SI
RETOQUE EN CAMPO APLICACIÓN	NO	SI
INDUSTRIAL	INDUSTRIAL	INDUSTRIAL / CAMPO O AMBAS
APLICACIÓN SENSIBLE AL CLIMA	NO	SI
RANGO DE TEMPERATURAS	24 a 200 grados Celsius	<95 grados Celsius
PROTECCIÓN	Catódica + Barrera	Barrera
ESPESOR	100 micras	VARIABLE
ADHERENCIA	3600 PSI	300-600 PSI
DUREZA	179 a 250 DPN	VARIABLE
VIDA	75 años	12-15 años

Fuente: AGA, Hot Dip Galvanized Steel vs. Saint (ref.1)

Implicaciones técnicas

Información obtenida de la Asociación Española de Galvanización (ATEG), ref.2:

La reacción de galvanización solamente se produce si las superficies de los materiales están químicamente limpias, por lo que éstos deben someterse previamente a un proceso de preparación superficial. Durante la inmersión en el zinc fundido, se produce una reacción de difusión entre el zinc y el acero, que tiene como resultado la formación de diferentes capas de aleaciones zinc-hierro. Al extraer los materiales del baño de zinc, estas capas de aleación quedan cubiertas por una capa externa de zinc puro. El resultado es un recubrimiento de zinc unido metalúrgicamente al acero base mediante diferentes capas de aleaciones zinc-hierro.

La aplicación de la galvanización en caliente supone realizar una serie de etapas para las que son necesarias unas instalaciones adecuadas.



Implicaciones económicas

El acabado galvanizado en caliente del acero tiene un impacto de costos inicial, pero no se necesitarán más tratamientos durante la vida útil de la estructura. Otros recubrimientos tienen también un costo inicial pero si se quiere mantener sus propiedades a través del tiempo requerirán inversiones puntuales. La evaluación de esos costos puntuales futuros más el inicial arroja que el método de galvanización es el más económico de los acabados superficiales contra la corrosión.

Implicaciones ambientales

El proceso de galvanización necesita de elevados aportes energéticos y genera emisiones contaminantes.

Se debería realizar un balance/análisis ambiental cuantitativo para valorar si el proceso de galvanizado presenta un impacto ambiental inferior al uso de pinturas, debido a que, gracias a su lenta velocidad de corrosión consigue alargar su vida útil y no necesita mantenimiento.



Ejemplo de aplicación de la medida

Un estudio del Departamento de Sistemas de Tecnología Medioambiental del Instituto de Tecnologías de Protección del Medio Ambiente de la Universidad Técnica de Berlín, recoge una comparación entre un revestimiento de pintura (según EN ISO 12944) y la galvanización en caliente (según EN ISO 1461), basándose en la evaluación del ciclo de vida de ambos sistemas de protección.

El estudio se basa en una estructura de acero para un edificio de aparcamientos, con una relación superficie/peso de 20 m²/t, para una vida en servicio de 60 años. Se asumió que la estructura estaba expuesta al ambiente exterior, con un nivel de corrosión medio (categoría de corrosividad C3 según la norma ISO 9223).

El sistema de galvanización en caliente muestra un impacto medioambiental muy inferior que el sistema de pintura para el caso de estructuras de acero con una larga vida en servicio. Larga duración de la protección y estar libre de mantenimiento, las bien conocidas ventajas de la galvanización en caliente, son la base de los beneficios medioambientales de este proceso.

Referencias

- El galvanizado en caliente. Icotecnica, C.A. http://www.avgal.net/pdfs/PAGC_rev1.pdf
- Asociación Técnica Española de Galvanización (ATEG) <http://www.ateg.es>
- Artículo sobre los aspectos ambientales de la galvanización. Asociación Técnica Española de Galvanización (ATEG) [http://www.hdg-online.net/index.php?id=3699&tx_hdgcategories_pi1\[parent\]=41](http://www.hdg-online.net/index.php?id=3699&tx_hdgcategories_pi1[parent]=41)
- Libro Blanco para la minimización de residuos y emisiones. Galvanizado en caliente. IHOBE



CÓDIGO: MET-03

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Minimización del impacto ambiental del proceso de fabricación del acero

MEDIDA: Disminuir las emisiones de CO2 durante la fabricación de acero

APLICABLE A: Metal - Acero



Descripción de la medida

La Plataforma Tecnológica Europea del Acero (ESTEP) ha anunciado sus planes de iniciar la fase siguiente de su programa de investigación ULCOS II ("Fabricación de acero ultrabaja en CO2") (ref.1).

El objetivo de ULCOS es desarrollar tecnologías nuevas que permitan reducir de manera drástica las emisiones de dióxido de carbono (CO2) de la industria del acero. Esta iniciativa reúne a cincuenta socios, entre ellos fabricantes de acero, laboratorios de investigación, universidades y otras entidades implicadas en la cadena de suministro del acero.

Durante la primera fase del proyecto los socios hicieron un cribado de una amplia gama de tecnologías y fuentes de energía que podrían ayudar a la industria a alcanzar su objetivo de reducir a largo plazo las emisiones en un factor de dos o más. A finales de 2006 se habían seleccionado cuatro tecnologías para someterlas a un estudio aún más detallado: el reciclado de gas de alto horno con tecnologías de captura y almacenamiento de carbono (CCS); reducción de la fundición de mineral de hierro con CCS; prerreducción de gas natural con CCS y electrólisis directa de mineral de hierro. Estas cuatro tecnologías serán objeto de una evaluación por lo que respecta a su rendimiento tecnológico, procesal, económico y ambiental.

Mediante el programa ULCOS II se establecerán iniciativas piloto a gran escala industrial para dar con las tecnologías más prometedoras. La primera tecnología en ser probada será la tecnología de reciclado de gas de alto horno (TGR-BF) con CCS. Los costes de este proyecto son altos: 300 millones de euros. De él surgirá una tecnología de captura, transporte y almacenamiento de carbono diseñada específicamente para el sector del acero que permitirá por primera vez la fabricación de acero sin emisiones de CO2. Durante este proyecto, ESTEP colaborará estrechamente con la plataforma tecnológica europea sobre emisiones cero, que también está investigando las tecnologías de CCS. En los últimos cuarenta años la industria del acero ha reducido sus emisiones en un 50% (ref.1), en gran medida mediante mejoras de la eficiencia energética. Cada vez resulta más complicado lograr nuevos ahorros energéticos con las tecnologías basadas en el carbono; para que este sector siga reduciendo sus niveles de emisiones se necesitan tecnologías absolutamente nuevas.

Además de dar luz verde al proyecto ULCOS II, el Comité de Dirección de ESTEP se ha comprometido a respaldar una serie de iniciativas ambientales que abarcan procesos optimizados de producción de energía, el uso sostenible de recursos, las repercusiones sociales del desarrollo de materiales nuevos, los sistemas de fabricación inteligente y los edificios eficientes en cuanto a la energía.

En España se encuentra la Plataforma Tecnológica Española del Acero, PLATEA (ref.2)

Implicaciones técnicas

De este estudio se conseguirán tecnologías capaces de reducir las emisiones de CO2. La primera de ellas, el reciclado de gas de alto horno con tecnologías de captura y almacenamiento de carbono implicará una inversión en las empresas, aunque algunas ya disponen de equipos de recirculación de gases para aumentar la eficacia energética del proceso y evitar la contaminación atmosférica.

Estas tecnologías se encuentran actualmente en fase de estudio.

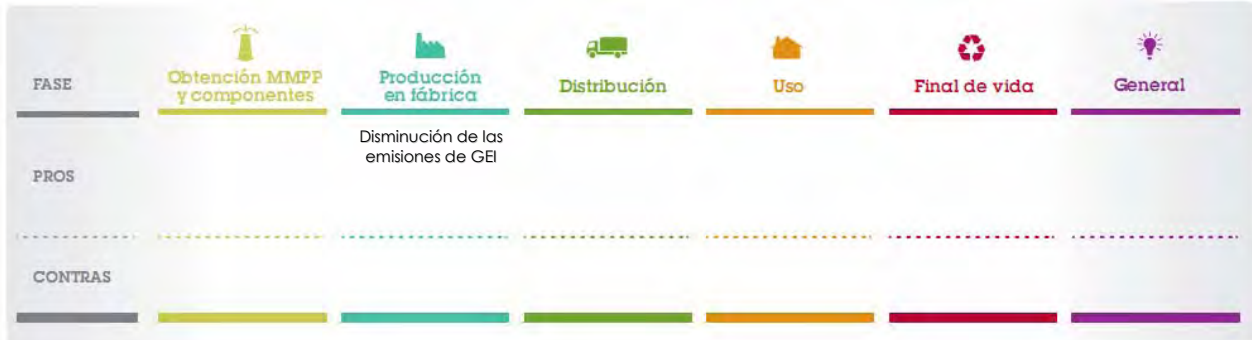
Implicaciones económicas

Los costes de este proyecto son altos, 300 millones de euros. Pero no se tienen datos de los costes reales de estas nuevas tecnologías que se implantarán en las empresas.



Implicaciones ambientales

Con este proyecto se pretende contribuir a la disminución de la emisión de gases efecto invernadero y por tanto se contribuir a la lucha contra el cambio climático



Ejemplo de aplicación de la medida

En una primera fase (2004-2009), se está procediendo a la evaluación de las alternativas técnicas que pudieran resultar más viables, con objeto de seleccionar un par de tecnologías con las que abordar la siguiente etapa. Durante la segunda fase (2009-2015) se construirán una o dos plantas pilotos industriales, dejando la tecnología preparada hasta que se produzcan otras mejoras técnicas, como pudiera ser la Economía del Hidrógeno, en vez de la actual Economía del Carbono. Estas plantas pilotos servirán para solventar los problemas técnicos.

Finalmente se procedería a la creación de una planta industrial completamente funcional. El esfuerzo deberá ser asumido dentro de las iniciativas tecnológicas conjuntas que se enmarcan dentro del artículo 171 del tratado.

Referencias

- <http://www.ulcos.org/>
- <http://www.aceroplatea.es/>



CÓDIGO: MET-04

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Minimización del impacto ambiental de los procesos aplicados al acero

MEDIDA: Recubrimientos - Nanotecnología

APLICABLE A: Metal - Acero



Descripción de la medida

Los tratamientos de superficie son tecnologías para tratar superficies metálicas limpias antes de pintura, que mediante el uso de productos químicos y procesos físicos, mejoran la adhesión de la pintura y le otorgan propiedades anticorrosivas.

Una de las técnicas que se están estudiando para el recubrimiento de superficies, substituyendo los procesos de fosfatado, es el revestimiento nanocerámico, que supone un avance ecológico. Con esta técnica se pretende: Desarrollar un pre-tratamiento para todos los metales, que genere partículas pequeñas (Nano) para cubrir todos los espacios (con diámetro inferior a 100nm), libre de metales como níquel, manganeso, zinc y cromo, libre de fosfatos, capaz de operar a temperatura ambiente, con buena resistencia a la corrosión, y compatibilidad con los esquemas de pintura.

Así, las propiedades del recubrimiento nanocerámico son: recubrimiento de base flúor zirconio, adecuado para tratar acero común, zincados y aluminio, exento de metales pesados y compuestos orgánicos, menor producción de lodos, no requiere pasivado posterior, aplicable a temperatura ambiente y bajo tiempo de tratamiento (30 s.).

Implicaciones técnicas

La aplicación de los recubrimientos nanocerámicos a las superficies metálicas se produce en un proceso de varias etapas

Las etapas principales de un proceso de fosfatado son: limpieza, activación (prelavado con un activador, que contiene productos estabilizantes), fosfatado y lavado / pasivación. Todos estos procesos se pueden aplicar por inmersión o aspersión.

Las etapas recomendadas para aplicar un recubrimiento nanocerámico son: limpieza/ enjuagado (limpieza con agua de baja conductividad / aplicación del recubrimiento nanocerámico mediante inmersión o aspersión / Limpieza / post tratamiento con "Parcolene Seal" / Enjuagado con agua no ionizada o de baja conductividad / secado. (ref.1)

De modo que la aplicación de los recubrimientos nanocerámicos es compatible con la mayoría de las instalaciones actuales utilizadas para los procesos de fosfatado con algunas adaptaciones.

Implicaciones económicas

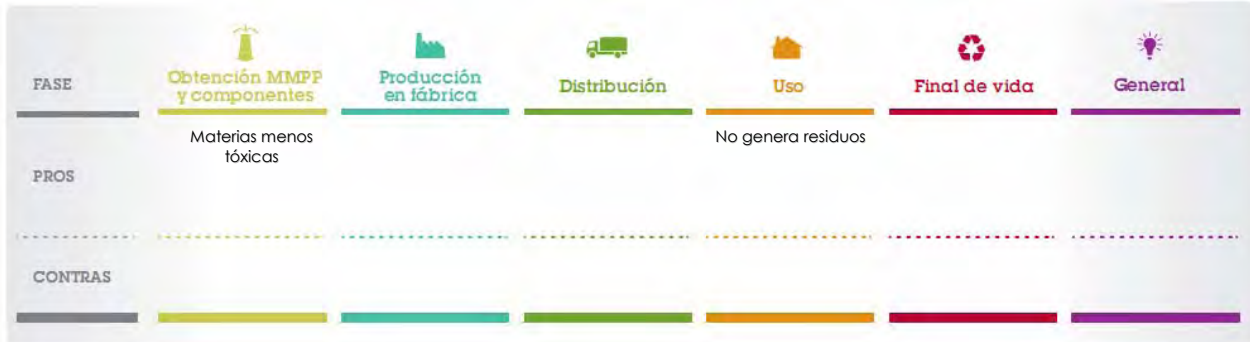
La nanotecnología de Bonderite NT-1, un ejemplo de recubrimiento nanocerámico, brinda los siguientes beneficios económicos al proceso de pre-tratamiento (ref.2):

- Temperatura ambiente en el proceso (no requiere calentar- reducción de energía).
- Bajo tiempo de contacto (menor a 15 s.- rapidez).
- No requiere proceso adicional de sello.
- No requiere de acondicionamiento.
- No hay tratamiento de residuos.
- Bajo coste de montaje al reducir pasos del proceso tradicional de pre-tratamiento.



Implicaciones ambientales

Las ventajas ambientales del recubrimiento nanocerámico es que se obtiene un recubrimiento libres de fosfatos y metales pesados, no genera DBO/DQO, implica una menor manipulación de sustancias y no forma lodos, no necesitándose desincrustación.



Ejemplo de aplicación de la medida

La empresa Henkel innova con nuevas propuestas de tecnología basada en la nanotecnología, para ofrecer a la industria en el pre-tratamiento de superficies metálicas grandes beneficios económicos y ante todo ventajas medioambientales.

La tecnología para el pre-tratamiento de superficies metálicas limpias antes de pintura es disponible por Henkel bajo la marca Bonderite® NT-1 que otorga un recubrimiento "nanocerámico" que favorece una mayor protección contra la corrosión y adhesión de pintura. Este producto es un pre-tratamiento reactivo formulado específicamente para uso sobre superficies de acero, zinc y aluminio, libre de metales pesados, fosfatos y compuestos orgánicos. (ref.2)

El recubrimiento Rinano, de la empresa Rittal, es un recubrimiento nanocerámico con partículas de 10-6mm de espesor. Se ha comprobado que cuando se realiza este recubrimiento en chapa de acero en lugar del fosfatado previo a la imprimación, se consiguen, después de un ensayo en atmósfera salina, unas propiedades anticorrosión que pueden llegar a ser un 50% mejores. Esto es debido a que se reducen las tensiones superficiales ente moléculas, que son las que, por oxidación, provocan que tengamos corrosión en muchos materiales. (ref.3)

Referencias

- Technical Process Bulletin Bonderite® NT-1 de Henkel
<http://www.henkel.com.co>
- <http://www.rittal.es>
- "Avances Ecológicos en procesos de Pre-tratamiento en las Industrias Automotriz y Metalúrgica" Guillermo Valencia. Buenos Aires – Julio 5, 2007.
- Nanoceramic-based Conversion Coating. Patrick Droniou, manager, Henkel KGaA, Duesseldorf Germany and William E. Fristad, Technical Director and Jeng-Li Liang, Research Scientist, Henkel Corp., Madison Heights, Mich.



CÓDIGO: MET-05

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Disminución de consumo de MMPP

MEDIDA: Reducir el tamaño del producto

APLICABLE A: Metal - Acero



Descripción de la medida

Reducción de cantidad de acero utilizado, disminuyendo el tamaño del producto.

Como se puede apreciar en el perfil ambiental de una tubería de acero inoxidable mostrado en la Figura 2.2 del Capítulo 2 de la presente guía y en el perfil ambiental de una cabina sanitaria de acero inoxidable mostrado en la Figura 5.51 del Capítulo 5, debido a la cantidad de acero utilizado y al relativamente pequeño consumo energético utilizado en los procesos de fabricación de estos productos, el aspecto con mayor impacto ambiental es el consumo de acero inoxidable.

La reducción de tamaño se debe contemplar como una opción para disminuir el impacto ambiental del producto, así como una medida de disminución de costes por ahorro de materia prima.

Implicaciones técnicas

Para acometer un estudio de la reducción del tamaño de un producto de acero, con el fin de disminuir el consumo de esta materia prima, se deberán tener en cuenta diversas limitaciones, como por ejemplo:

Normativa de aplicación. Para una serie de productos las dimensiones vienen limitadas por una normativa específica.

Requerimientos técnicos. El nuevo diseño debe cumplir con los requisitos técnicos de su producto.

No siempre se puede realizar esta reducción de tamaño. Hay ocasiones en las que el cliente exige unas dimensiones determinadas.

Implicaciones económicas

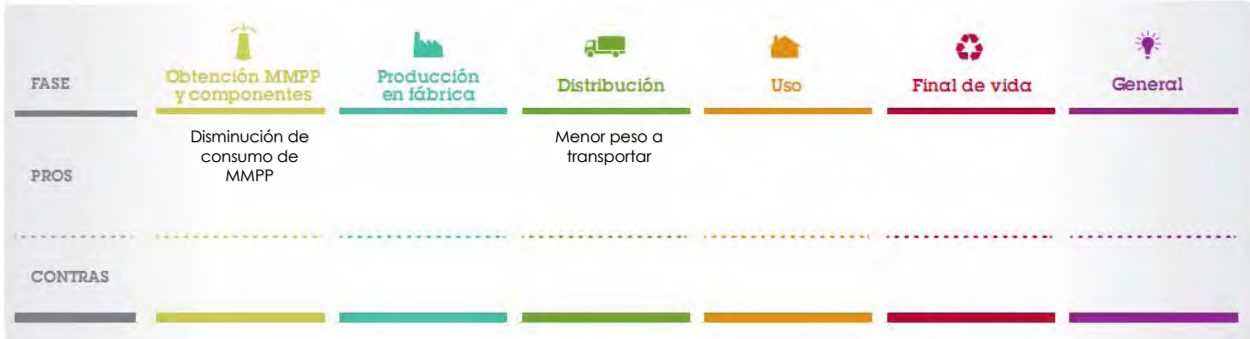
Con la aplicación de esta medida se puede conseguir un ahorro económico proporcional a la reducción de consumo de acero inoxidable. En algunos casos esta reducción de tamaño también repercute en la cantidad de otras materias primas. Este es el caso del ejemplo de esta medida, estudiado en el capítulo 5 de esta guía, en el que una disminución en el tamaño del producto (una cabina sanitaria) disminuye la cantidad de acero inoxidable así como la cantidad de material de relleno necesario.

Al disminuir la cantidad de material utilizado en la fabricación de un producto, se disminuye también su peso, lo cual puede repercutir positivamente en el coste del transporte.



Implicaciones ambientales

Los beneficios ambientales de esta medida derivan de la disminución de consumo de materias primas (principalmente acero inoxidable) y de la necesidad de transportar un menor peso.



Ejemplo de aplicación de la medida

En el marco de la presente Guía de Ecodiseño de Materiales de la Construcción, se llevó a cabo el estudio de la reducción de las dimensiones de una cabina sanitaria de acero inoxidable fabricada por proiek::HABITAT & EQUIPMENT (Figuras A y B). Con la aplicación de esta medida se consigue un ahorro del 15% de acero inoxidable y una reducción proporcional del volumen de material de relleno necesario, lo que se traduce en importantes beneficios ambientales. (Ver Capítulo 5.6.- Aplicación de la Guía en un caso práctico de la empresa PROIEK :: Habitat & Equipment, S. A, ref.1)

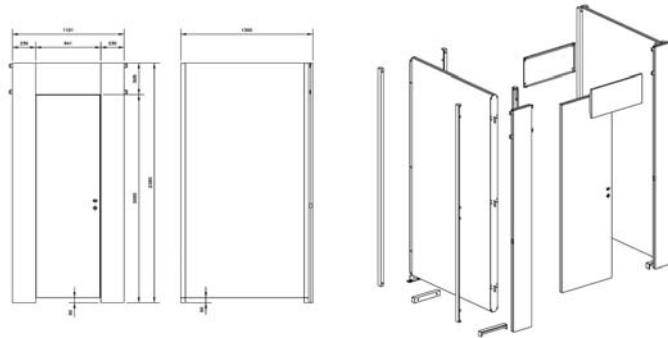


Figura A. Diseño inicial

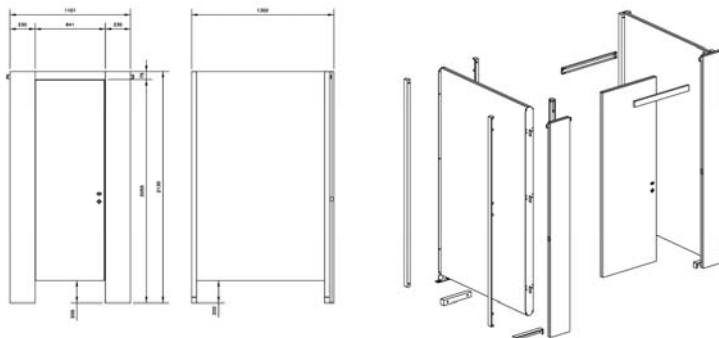


Figura B. Diseño final

Referencias

- Capítulo 5.6.- Aplicación de la Guía en un caso práctico de la empresa PROIEK :: Habitat & Equipment, S. A



CÓDIGO: MOR-01

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Minimización del mantenimiento

MEDIDA: Adición de aditivos antibacterianos en el mortero

APLICABLE A: Morteros - Hormigones



Descripción de la medida

Adición de aditivos antibacterianos en el mortero

Consiste en la adición de aditivos específicos, que dificulten la creación de hongos y bacterias a lo largo de la vida del mortero, durante la producción del mortero.

Este tipo de mortero presenta una actividad antibacteriana, cuya característica principal es inhibir el crecimiento de bacterias y hongos, así como los malos olores que pueden producirse en los edificios y en cualquier tipo de instalación, ya esté destinada para uso público, sanitario o para la actividad ganadera, entre otras muchas posibilidades.

Con esta composición, estos productos se perfilan como una alternativa al hormigón y mortero tradicional en los que, pese a que puede limpiarse su cobertura, no se impide que por debajo de ella proliferen microorganismos como bacterias y hongos y, por lo tanto, se produzcan infecciones y malos olores.

Otra de las ventajas de estos productos es que se mantienen en perfectas condiciones durante toda la vida útil del hormigón y mortero. No precisan ningún servicio de mantenimiento especial, únicamente se debe acometer en la instalación la limpieza habitual.

Implicaciones técnicas

Durante la producción del mortero se deben añadir aditivos específicos que le doten de actividad antibacteriana. No requieren un cambio en la maquinaria de producción. Un ejemplo de este tipo de aditivos es:

Sika®Fiber Microbac: Fibra de polipropileno en forma de multifilamentos para refuerzo secundario del concreto y antibacteriano. Está elaborada con polipropileno 100% virgen y contiene un agente antibacteriano que forma parte integral de la fibra, cuya finalidad es alterar la función metabólica de los microorganismos impidiendo su crecimiento y reproducción. El uso principal de Sika Fiber Microbac actuar como refuerzo secundario en concretos y morteros, así como reducir los agrietamientos por contracción plástica en estado fresco y por temperatura en estado endurecido. Además protege al concreto contra el ataque de hongos, microbios, bacterias y levaduras. Los aditivos utilizados deberán cumplir las exigencias normativas establecidas para este tipo de productos. En cualquier caso, para la fabricación de morteros de albañilería se deben tener en cuenta los criterios especificados en las normas UNE-EN 998-1:2003 y UNE-EN 998-1:2003/AC: 2006. (ref. 3 y 4).

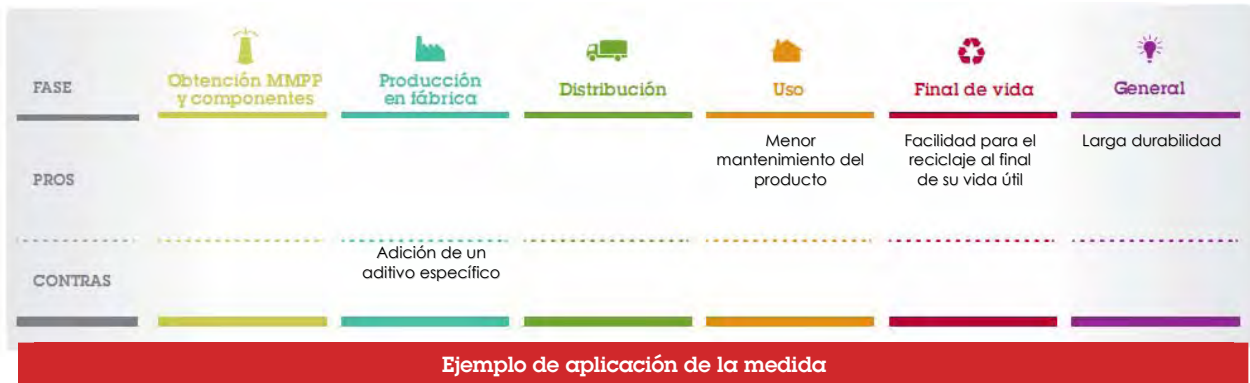
Implicaciones económicas

Los aditivos utilizados elevan, aunque sea mínimamente, el coste del mortero. El precio de la tonelada de mezcla se incrementa en función del precio del aditivo antibacteriano que se añada al mortero.

Implicaciones ambientales

El beneficio ambiental obtenido con esta medida afecta la etapa de uso del producto. Este producto requiere un menor mantenimiento durante su uso y su vida útil es más larga.

Se inhibe el crecimiento de bacterias y hongos, evitando así que se produzcan infecciones y malos olores.



Mortero antibacteriano de Cemex 'Ibersec Proyec antibacteriano'

Mortero para revocos exteriores y enlucidos interiores (Norma UNE-EN998-1), que tiene como característica destacable que está especialmente formulado para inhibir el crecimiento de hongos y bacterias. Es un mortero ideal para su aplicación en centros de producción agrícolas y ganaderos, industrias agroalimentarias, zonas de almacenamiento de productos agrícolas, instalaciones deportivas y sanitarias, etc., también que puede considerarse de uso universal.

El objetivo de este tipo de mortero es mejorar las condiciones higiénicas y de conservación de las instalaciones al reducir el riesgo de contaminación por bacterias y hongos y la emisión de malos olores.

Referencias

- www.sika.es/
- www.cemex.es/
- UNE-EN 998-1:2003. Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 1: Morteros para revoco y enlucido
- UNE-EN 998-1:2003/AC: 2006. Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 1: Morteros para revoco y enlucido.



CÓDIGO: MOR-02

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Disminución del consumo de MMPP de origen natural

MEDIDA: Sustitución de cemento por sulfato cálcico residual para morteros

APLICABLE A: Morteros



Descripción de la medida

Sustitución del cemento por sulfato cálcico residual (residuo/subproducto) para la elaboración de morteros autonivelantes para el recrecido de suelos de interior.

Los productos de sulfato cálcico utilizados en la construcción son los comúnmente conocidos como yeso natural o anhidrita natural. Este sulfato calcio también es obtenido como residuo/subproducto en distintos procesos industriales, tratándose entonces de sulfato cálcico residual. Según el proceso que lo genere, éste recibe distintos nombres (ref.3):

Desulfoyeso, también conocido como FGD (Flue gas desulphurization gypsum), procede de la desulfurización de los gases de combustión, normalmente de las centrales térmicas. Éstas utilizan combustibles fósiles (carbones, fuel), que poseen azufre en su composición, y que al realizar la combustión desprenden además del CO₂ y H₂O, el SO₂. Este último gas puede provocar efectos devastadores en la forma de lluvia ácida (H₂SO₄). Y, por tanto, es necesario su eliminación a través de procesos de desulfuración, lavado de los gases de combustión con soluciones de cal y/o hidróxido cálcico, realizando su transformación a bisulfato cálcico con una posterior oxidación con aire a sulfato cálcico. Con 1 Tn de azufre se obtienen 5,4 Tn de yeso. España produce anualmente unos 0,8 Mt, el 6% de la producción europea.

Fosfoyeso: subproducto de los procesos de obtención de diferentes ácidos minerales como el ácido fosfórico, a partir del tratamiento de la roca fosfática con ácido sulfúrico. A partir de 1 Tn de roca fosfática y 1 Tn de ácido sulfúrico se obtiene 1,7 Tn de FOSFOYESO y 0.4-0.5 Tn de ácido fosfórico. Actualmente se extraen 130 Mt de fosfoyeso, de las cuales sólo son aprovechables un 4 % por razones económicas y por cuestiones de impurezas.

Fluoro-anhidrita: yeso sintético procedente de la obtención del ácido fluorhídrico, al tratar la fluorita con el ácido sulfúrico. A partir de 1 Tn de fluorita tratada con 1,25 Tn de ácido sulfúrico se obtienen 0,5 Tn de ácido fluorhídrico y 1,7 Tn de anhidrita. En el mundo se producen entre 2-3 Mt por este proceso, siendo parcialmente utilizadas.

Actualmente se produce anualmente más yeso sintético que el que se extrae de fuentes naturales. Esta medida propone la elaboración de morteros autonivelantes utilizando como materia prima este sulfato cálcico residual, específicamente la fluoro-anhidrita en lugar del cemento.

Implicaciones técnicas

La fabricación de un mortero con fluoro-anhidrita en lugar de cemento puede necesitar algunos aditivos. En el caso del ecomortero fabricado por la empresa Anhivel requiere los siguientes componentes: anhidrita micronizada, agua, arena y aditivos fluidificantes. Las proporciones no son facilitadas por los fabricantes actuales. Para el ecomortero de Anhivel se ha desarrollado un sistema de aplicación vía húmeda, directamente a obra, que no necesita disponer de silos.

Proveedores:
Industrias dedicadas a la obtención de ácido fluorhídrico que se quieran desprender de su fluoro-anhidrita residual. La única industria de producción de Flúor en España es Derivados del Flúor, empresa situada en Cantabria que centra su actividad en la química inorgánica del flúor, ha desarrollado un proyecto de I+D con la colaboración del centro tecnológico Gaiker, la Universidad de Cantabria, el Instituto Torroja y la Administración a través de la Sociedad para el Desarrollo Regional de Cantabria (SODERCAN) y del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) para la valorización de la fluoro-anhidrita, subproducto resultante de su actividad. Su producción anual de este material es de aproximadamente 200.000 Tn.



Implicaciones económicas

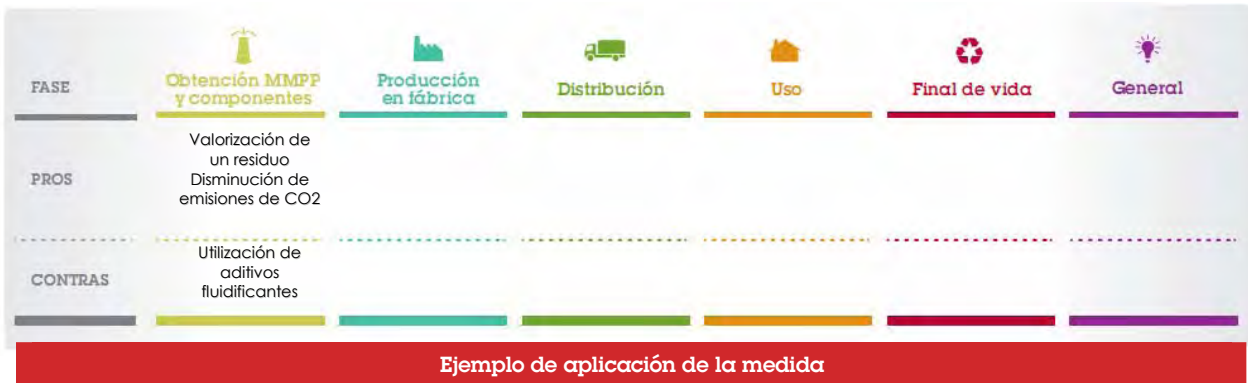
La utilización de estos subproductos requiere de unas inversiones adicionales para acondicionar la materia prima que viene en forma de suspensión o pasta y en consecuencia de mayores costes de explotación, por llevar una humedad adicional y un tamaño de partícula que dificultan la calcinación. Todo ello hace que, en algunos casos, se tenga que recurrir a subvenciones estatales para poder ser competitivos frente a la abundante materia prima natural. (ref 3)

Implicaciones ambientales

El aprovechamiento del yeso sintético producido como subproducto de otros procesos es una ventaja desde el punto de vista medioambiental en dos sentidos:

- Se reutilizan los subproductos de otra industria evitando que sean residuos que vayan a vertedero. De modo que, indirectamente se disminuye la cantidad de residuos generados.
- Y también se disminuye la agresión al medio ambiente debido a la no extracción de recursos naturales vírgenes.

La sustitución de cemento por fluoro-anhidrita contribuye al desarrollo sostenible y a la defensa del medio ambiente al evitar el coste medioambiental derivado de la fabricación (emisiones, consumo energético), transporte y uso del cemento en el sector de la construcción. Según la empresa Anhivel, cada tonelada de anhidrita valorizada en sustitución de una tonelada de cemento evita la emisión de aproximadamente una tonelada de CO2 a la atmósfera y el consumo de 1,5 Tn. de recursos naturales limitados. Esta medida también constituye la valorización de un subproducto, evitando su gestión como residuo.



La empresa Anhivel Soluciones Anhidrita desarrolla, fabrica y aplica el "ecomortero Anhivel" 100% autonivelante. A diferencia de los morteros cementosos, Anhivel emplea la anhidrita, un yeso anhidro, como ligante en lugar de cemento. La elaboración del ecomortero se realiza combinando la anhidrita con unos áridos seleccionados y una serie de aditivos fluidificantes, sin emitir CO2 ni consumir recursos naturales adicionales en el proceso de fabricación del aglomerante.

Características técnicas de Anhivel

- Densidad: 2.100 kg/m³ (UNE EN 1015-6).
- Conductividad térmica: 1,2 W/m·K.
- Resistencia compresión 28 días > 20 N/mm² (UNE EN 13454-2).
- Coeficiente de dilatación térmica: 0,012 mm/m·K.
- Reacción al fuego: A1FL (96/603/CE).
- Espesores mínimos: 25 a 30 mm.

La fluoro-anhidrita proviene de la empresa Derivados del Flúor, quién genera este residuo / subproducto.

El ecomortero se caracteriza por unas extraordinarias cualidades técnicas y térmicas. A diferencia del cemento, su particular forma de cristalización genera un producto con alta resistencia mecánica y de mínima retracción, con lo que disminuye el riesgo de fisuración. La posibilidad de ser aplicado con un espesor de capa de tan solo 25 a 30 mm, facilita la transmisión térmica, reduciendo así el consumo energético de los suelos radiantes.

La empresa Cementos Rezola de FYM de la CAPV utiliza anhidrita química para la fabricación del cemento.

Referencias

- Derivados del Flúor, S.A. www.ddfluor.com/
- Anhivel Soluciones Anhidrita <http://www.anhivel.com/>
- El YESO como materia prima. Vicente Gomis Yagües. Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Alicante. (<http://iq.ua.es/Yeso/>)



CÓDIGO: MOR-03

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Disminución del consumo de MMPP de origen natural

MEDIDA: Fabricación de morteros con árido reciclado (RCDs)

APLICABLE A: Morteros



Descripción de la medida

Valorización de residuos de construcción y demolición, como arena para la formulación del mortero, que permite la sustitución parcial de materias primas naturales.

Se han realizado estudios en los que se han utilizado en la elaboración de morteros áridos reciclados procedentes de la construcción (Álvarez Cabrera, et al., 1997), obteniendo unos resultados realmente satisfactorios y demostrando que presentan un comportamiento similar a los morteros fabricados con áridos obtenidos industrialmente en cualquier cantera.

Implicaciones técnicas

Los morteros obtenidos presentan una resistencia a compresión algo menor que los morteros con árido natural. En lo referente a la absorción capilar y la adherencia presentan valores muy similares.

Considerando que los finos procedentes del hormigón machacado contienen cierta cantidad de hidróxido de calcio, al mezclarlos con agua y materiales puzolánicos como cenizas volantes, humo de sílice o escorias de alto horno a temperatura ambiente adquieren propiedades hidráulicas y forman unos productos con una alta resistencia a compresión.

Es importante señalar que la mayor parte de los áridos procedentes del reciclado de residuos de construcción se comercializa para su posterior reutilización en obras de construcción (carreteras, etc.) y, por tanto, deben de cumplir con Directiva 89/106/CEE de Productos de la Construcción y disponer del marcado CE correspondiente. En este sentido, atendiendo a prácticas ya consolidadas, se considera factible el establecimiento de acuerdos con el proveedor para que el producto suministrado cumpla con los requisitos requeridos por parte de la empresa interesada en su recepción (por ejemplo, relativos al contenido de impropios).

Se deben tener en cuenta los criterios especificados en la norma UNE-EN 13139:2003 y en la UNE-EN 13055:1=2003. (ref. 8 y 9)

Implicaciones económicas

La viabilidad de que la propia empresa productora de mortero de cemento invierta en operaciones de valorización de residuos de construcción y demolición deberá de analizarse para cada caso particular ya que depende de diferentes factores: la obtención del código de gestor, las tarifas de los vertederos cercanos, el volumen de material a tratar, la capacidad de acopio por parte de la empresa cementera, la cantidad de impropios que contiene el residuo y que afecta directamente al coste del pretratamiento (eliminación del material que no puede introducirse en el horno), etc. La inversión en maquinaria no es un factor significativo debido a que puede aprovecharse la misma maquinaria que se emplea para tratar el árido natural.

Por otro lado, la utilización de material procedente de plantas de valorización de residuos de la construcción como sustituto de materia prima natural dependerá del precio de mercado de este material. Aunque actualmente todavía no resulta competitivo, factores como la disponibilidad de material natural, el stock o acuerdos sectoriales, podrían llegar a alterar esta situación.

A continuación se anotan, a modo de referencia, los precios de venta de árido reciclado correspondientes al año 2007 de las plantas valorizadoras existentes en la CAPV, cuyo mercado principal suele ser la obra civil:

BTB: Árido 0/40 procedente de Hormigón (4,5 €/Tm); Árido procedente de escombros heterogéneos (1,00 €/Tm); Volvas: (0,8 – 1,3 €/Tm); Gardelegui: 0/40mm (3,15 €/Tm); 40/60mm (4,41 €/Tm)

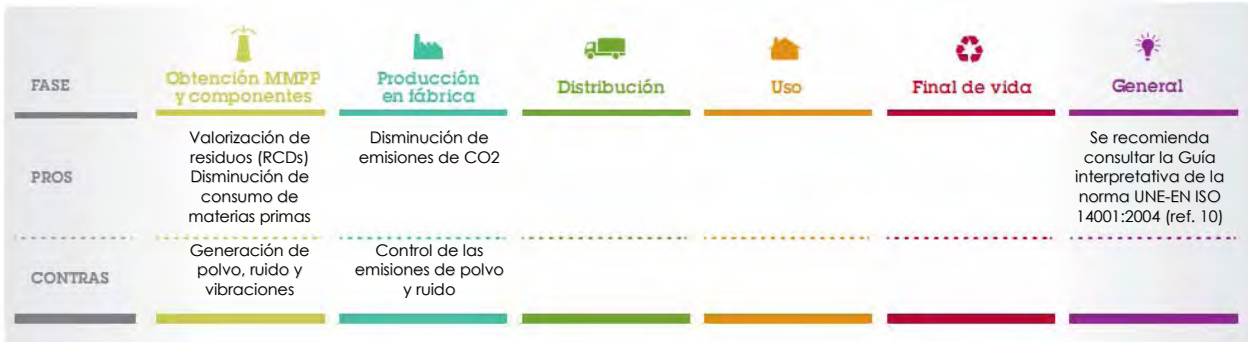


Implicaciones ambientales

Los beneficios ambientales que se derivan de esta medida son:

- Valorización de residuo RCDs, disminuyendo el volumen de escombros que se depositan en vertederos.
- Reducción del número de explotaciones necesarias para suministrar la materia prima original, con el consiguiente beneficio en cuanto al impacto ambiental y de protección de los recursos naturales.

Como aspectos ambientales negativos derivados de esta medida se pueden nombrar la generación de polvo, ruido y vibraciones producidos en las operaciones de tamizado y machaqueo en las plantas de procesado de áridos, aspectos que se han de tener en cuenta a la hora de ubicar las plantas de reciclaje y ser minimizados mediante las mejores técnicas disponibles. Con una buena gestión de estos residuos, los beneficios ambientales de esta medida son ampliamente superiores a los aspectos negativos.



Ejemplo de aplicación de la medida

Estudios y proyectos:

Hay numerosos estudios que revelan la idoneidad de la reutilización de residuos de construcción y demolición (ver ref. 2, 3, 4, 5 y 6).

Proyecto TATO 14 (2004):

Este proyecto fue una colaboración entre TECREC (proporcionaba los áridos reciclados), la empresa CEMEX España, el Laboratorio Oficial de Ensayo de Materiales de Construcción LOEMCO y el Ministerio de Medio Ambiente.

Es la primera experiencia en España de puesta en obra de áridos reciclados en el 100% de la estructura de un edificio.

Proyecto que incluye la utilización de áridos reciclados para la fabricación de hormigones y morteros.

Edificio de dos plantas y sótano, con voladizo, y superficie de 300m² por planta. Combinación de elementos estructurales.

Empresas que fabrican mortero con árido reciclado:

ECOCEM dispone de instalaciones para la gestión de residuos para la valorización tanto material como energética en hornos cementeros y es fruto de la unión de ECOCAT con los fabricantes de cemento Lafarge Cementos y Financiera y Minera.

Financiera y Minera, S.A dispone de autorización del Gobierno Vasco para admitir en la planta cementera de Añorga residuos de construcción y demolición codificados según la Lista Europea de Residuos con los códigos LER 170107 y LER 170504, para su utilización como sustituto parcial de materia prima. Las condiciones de admisión limitan el contenido de cloro a un porcentaje inferior al 1% y a una cantidad de metales pesados volátiles (Cd, Hg, Tl) inferior a 100 PPM.

Lemona Industrial, S.A también recupera residuos de construcción y demolición (ref. 7).

Referencias

- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.
- "Utilización de áridos reciclados en la fabricación de morteros de albañilería" C. Mariano Sanabria Zapata, José Luis Parra y Alfaro. Canteras y explotaciones, ISSN 0008-5677, Nº 452, 2004
- ÁRIDOS RECICLADOS PARA HORMIGONES Y MORTEROS. CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA Y QUÍMICA. AUTORES Calvo Pérez, Benjamín1; Parra y Alfaro, José-Luis1, 2; Astudillo Matilla, Beatriz2; Sanabria Zapata, C. Mariano2, Carretón Moreno, Rosa 1
- Hincapie, A.M., Aguja, E.A. (2003). Agregado reciclado para morteros. Universidad Eafit, Vol. 39, No. 132, 76-89. Universidad Eafit. Medellín, Colombia.
- Alvarez Cabrera, J.L., Urrutia, R., Andres y Lecusay, D. (1997). Morteros de albañilería con escombros de demolición. Materiales de construcción, 41(246), 43-51.
- "Residuos de construcción y demolición. Caracterización del material obtenido de hormigón y cerámica". B. Blandon; R. Huete. I Jornadas de investigación en construcción. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid: AIMET, 2005.
- UNE-EN 13139:2003. Áridos para morteros
- UNE-EN 13055:1=2003. Áridos ligeros. Parte 1: Áridos ligeros para hormigón, mortero e inyectado.
- Guía interpretativa de la norma UNE-EN ISO 14001:2004



CÓDIGO: MOR-04

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Disminución de consumo de cemento

MEDIDA: Sustitución de cemento por breas de petróleo o de alquitrán de carbón

APLICABLE A: Morteros de cemento



Descripción de la medida

Incorporación de breas de petróleo o de alquitrán de carbón, subproducto de la industria de carbón o de petróleo, en la formulación de morteros de cemento, disminuyendo el consumo de cemento.

La breas natural es un subproducto de elevado peso molecular resultante de la destilación del petróleo o del alquitrán de carbón. Es sólida a temperatura ambiente y está constituida por una mezcla compleja de muchos hidrocarburos de las siguientes clases: hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) (alquil sustituidos, con el grupo ciclopentadieno, parcialmente hidrogenados, heterosustituidos, con grupos carbonilo, etc.), oligoarilos y ologoarilmetanos, compuestos policíclicos heteroaromáticos (benzólogos de pirrol, furano, tiofeno y piridina). Las breas presentan un amplio intervalo de ablandamiento en vez de una temperatura definida de fusión. Cuando se enfría el fundido las breas solidifican sin cristalización.

Implicaciones técnicas

Las breas de petróleo y de alquitrán no han sido nunca usadas como refuerzo de morteros de cemento Pórtland, contrariamente a las fibras de carbón, de forma comercial. Pero, teniendo en cuenta su bajo coste en comparación con las fibras de carbón, existen diversos equipos de investigación que han considerado interesante realizar estudios con el objetivo de analizar el uso de estos residuos/subproductos como refuerzo de morteros a pesar de sus a priori peores propiedades mecánicas.

El estudio de la referencia 1 caracteriza a nivel mecánico la adición o sustitución de dos tipologías de breas de petróleo y dos tipologías de breas de alquitrán en morteros de cemento.

Los morteros fabricados con sustitución parcial de cemento por breas presentan mejor comportamiento mecánico que los fabricados con adición de breas.

El estudio observa que un mortero con porcentajes de sustitución de cemento por breas de alquitrán de carbón de hulla A (BACA) de un 0,5%, 1% y 3%:

- conforme aumenta el porcentaje de sustitución, se produce: adelanto en el inicio y final del fraguado, ligero aumento del tiempo de trabajabilidad de la pasta y la leve disminución de la trabajabilidad del mortero debido a la mayor absorción de agua.
- las sustituciones realizadas no modifican significativamente su resistencia a flexión respecto un patrón. La sustitución de un 0,5% mejora el comportamiento de flexión, el 1% casi no varía i a partir de un 3% de sustitución se muestran peores características de flexión.
- sustituciones de un 0,5% o un 1% mejoran el comportamiento a compresión del patrón.

Conclusión, con sustituciones de cemento por breas BACA hasta el 3% de sustitución se cumplen con las prescripciones mecánicas exigidas por la norma UNE-EN 197 -1.

Con sustituciones por breas de petróleo, porcentajes de sustitución de hasta el 1% no modifican significativamente las características mecánicas con respecto al mortero patrón. Porcentajes superiores al 3% presentan pérdidas significativas de características resistentes.

Proveedores:

Se recomienda contactar con industrias de carbón o petróleo cercanas a la fábrica de mortero de cemento que se quieran desprender de este subproducto (breas).



Implicaciones económicas

Los factores económicos a considerar para poder valorar la viabilidad de esta medida son:

El coste del transporte del cemento se mantiene aunque se necesite menor cantidad de cemento.

El coste del transporte de las breas de petróleo o de alquitrán de carbón desde el proveedor (industria que lo genere) a la fábrica de mortero de cemento. Se debe contactar con un proveedor cercano para disminuir costes de transporte.

El coste de las breas de petróleo y de alquitrán de carbón es menor que el de otros materiales sustitutivos del cemento, como las fibras de carbón.

Implicaciones ambientales

Mediante la valorización de subproductos de la industria del carbón y del petróleo como conglomerante en morteros, sustituyendo parcialmente al cemento, se evita la gestión como residuo de estos materiales y, a su vez, al ser fabricados con menos cemento, cuyo proceso productivo es un gran generador de CO₂, serán más sostenibles.



Ejemplo de aplicación de la medida

Estudios llevados a cabo por personal de la Universidad de Alicante han revelado a nivel de laboratorio que la sustitución de cemento por breas de alquitrán de carbón en porcentaje de hasta el 3% en peso, en morteros con una relación arena/conglomerante igual a 3, permite obtener morteros que cumplen con las prescripciones mecánicas exigidas por la norma UNE-EN 197-1.

Del mismo modo, la sustitución de cemento por breas de petróleo en porcentaje de un 1% en peso también permite obtener morteros que cumplen dichas prescripciones.

Referencias

- "Caracterización mecánica de morteros de cemento Pórtland con breas de petróleo y de alquitrán de carbón" - J. S. Alcaide, E. G. Alcocel, E. Vilaplana, D. Cazorla y P. Garcés. Mater. Construcc., Vol. 57, 287, 53-62, julio-septiembre 2007. ISSN: 0465-2746.
- Norma UNE-EN 197-1: "Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de cementos comunes."



CÓDIGO: MOR-05

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Disminución de consumo de cemento

MEDIDA: Morteros de cemento con cenizas volantes y de lodos de depuradora

APLICABLE A: Morteros de cemento



Descripción de la medida

Valorización de las cenizas de combustión de lodos de depuradora y cenizas volantes de centrales térmicas de carbón como materia prima para la formulación del mortero, que, debido a su composición permite la sustitución parcial del cemento.

Las cenizas de lodos de depuradora son un subproducto de la combustión de los lodos deshidratados en una incineradora. Estas cenizas están formadas principalmente por óxidos de silicio, de calcio y de hierro. Las composiciones pueden variar notablemente, así como el rango de tamaños y propiedades de las cenizas, dependiendo en gran medida del tipo de sistema de incineración y los aditivos químicos introducidos en el proceso de tratamiento de las aguas residuales.

Las cenizas volantes son los residuos sólidos que se obtienen por precipitación electrostática o por captación mecánica de los polvos que acompañan a los gases de combustión de los quemadores de centrales termoeléctricas alimentadas por carbones pulverizados

Investigaciones recientes muestran que las concentraciones de metales pesados no son excesivas y no presentan problemas de lixiviación.

Implicaciones técnicas

Según algunos estudios experimentales sobre la adición de cenizas de lodos de depuradoras en morteros, se indica el posible carácter puzolánico de las mismas, ya que al mezclarse con el Ca(OH)_2 endurecen en pocos días. Durante los primeros días se observa una reducción tanto de la resistencia a compresión como a flexión del mortero, aunque a partir del sexto día esta tendencia cambia, pudiéndose llegar a alcanzar un incremento del 15% en la resistencia a compresión y hasta un 5% en la resistencia a flexión a los 28 días para una sustitución del 15% del cemento por cenizas. Como parte negativa hay que constatar una reducción de la trabajabilidad que puede ser compensada con la adición de superplastificantes.

Otros estudios han demostrado el buen comportamiento de los morteros que incorporan cenizas volantes procedentes de centrales térmicas de carbón y cenizas de lodos de depuradoras. Las cenizas volantes producen un doble efecto beneficioso:

- Mejoran la fluidez del mortero, facilitando así su trabajabilidad y, por tanto, su puesta en obra.
- Producen un aumento de la resistencia a tiempos largos, debido al carácter puzolánico de las cenizas volantes.

Se ha comprobado que la utilización en morteros de cenizas volantes y cenizas de lodos de depuradora en una relación 1:1 iguala o mejora la resistencia a compresión respecto a morteros que contienen el mismo porcentaje sólo de cenizas volantes. Se obtiene una resistencia máxima con la adición del 15% de cenizas volantes y el 15% de cenizas de lodos.

Proveedores:

Se dispone de incineradoras de lodos de depuradora en Córdoba (Andalucía), Zaragoza (Aragón), Pinedo (Valencia) y Galindo (País Vasco). La capacidad total de incineración de estas plantas es del orden de 200.000 toneladas/año de lodos deshidratados, 10.000 de las cuales corresponden a la depuradora Galindo.

En el año 1999 se generaron 6.654.000 t de cenizas volantes en las 19 centrales térmicas existentes en España. El mayor número de centrales se concentran en las provincias de Asturias y León, habiendo una en la CAPV situada en Pasaia (Guipúzcoa).



Implicaciones económicas

Los factores económicos a tener en cuenta a la hora de aplicar esta medida son:

- Coste de cemento
- Coste de cenizas volantes y cenizas de lodos de depuradora
- Coste de transporte

Las cenizas volantes pueden considerarse un material barato, puesto que es el residuo de una actividad industrial que lo genera en cantidades considerables. Su costo principal es el transporte, por lo que en las áreas cercanas a los centros de producción parece claramente indicada su utilización.

Implicaciones ambientales

Los beneficios ambientales derivados de la aplicación de esta medida son, por una parte, la valorización de residuos como materias primas en la formulación de los morteros, evitando la gestión de estos como residuos, y por otro, la sustitución parcial (hasta un 15%) del consumo de cemento, con el consiguiente ahorro en materias primas de origen natural y las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, en especial CO₂.



Ejemplo de aplicación de la medida

Existen numerosos estudios que describen la aplicación de las cenizas volantes y las cenizas de lodos de depuradora en la fabricación de morteros.

La empresa Cementos Kola (Córdoba) está colaborando con la universidad de Córdoba y el Instituto Eduardo Torroja investigando sobre la utilización de residuos /subproductos (escorias de alto horno, humo sílice y cenizas volantes) industriales procedentes de plantas de cogeneración de biomasa en el diseño de morteros con base cemento. Ver ref.7. La empresa Cementos Kola todavía no comercializa morteros de cemento que incorporen estos residuos /subproductos.

Cementos Rezola y Lemona Industrial, S.A. (ambas ubicadas en la CAPV) valorizan cenizas volantes procedentes de centrales térmicas y cenizas de lodos de depuradora en su producción de cemento.

Referencias

- Catálogo de residuos utilizables en la construcción. Centro de publicaciones Secretaría General Técnica MMA. 2002.
- "Use of sewage sludge ash (SSA)-cement admixtures in mortars". Monzó, J.; Payá, J.; Borrachero, M.V.; Córcoles, A.. Cement and concrete research, vol. 26, nº9, pp 1389-1398. 1996.
- "Study of cement-based mortars containing spanish ground sewage sludge ash" Monzó, J.; Payá, J.; Borrachero, M.V.; Bellver, A.; Peris-Mora, E. Waste materials in construction: Putting Theory into practice, proceedings of the Internacional Conference on the Environmental and Technical implications of construction with alternative materials, WASCOM 97. Houthem St. Gelach, The Netherlands, 4-6 June 1997.
- "Morteros de cementos compuestos a base de cenizas volantes de central termoeléctrica de carbón (CV) y cenizas procedentes de la incineración de lodos de depuradora (CLD)" Monzó, J.; Borrachero, M.V.; Payá, J.; Girbés, I. Actas del III Congreso Nacional de Materiales Compuestos, pp. 477-483. Benalmádena. 1999.
- "Efecto de la adición de ceniza de lodo de depuradora (CLD) en las propiedades mecánicas y niveles de corrosión de las armaduras embebidas en morteros de cemento Portland". E. G.º Alcocel, P. Garcés, J. J. Martínez, J. Payá, L. G.º Andión. Materiales de Construcción. Vol. 56, 282, 31-43. abril-junio 2006 (ISSN: 0465-2746).
- "Potenciality of sewage sludge ash as mineral additive in cement mortar and hig performance concrete". C.M.A. Fontes, M. C. Barbosa, R.D. Toledo Filho, J.P. Gonçalves. International RILEM Conference on the Use of Recycled Materials in Buildings and Structures. Vázquez, Enric; [et. al]. Bagneux: RILEM Publications s.a.r.l., 2004. ISBN 2-912143-54-3.
- "Utilización de residuos procedentes de plantas de cogeneración de biomasa en el diseño de morteros con base cemento." Ballester, P; Hidalgo, A; Mármol, I; Morales, J y Sánchez, L.



CÓDIGO: PNAT-01

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Minimización del mantenimiento

MEDIDA: Piedra natural con propiedades antibacterianas

APLICABLE A: Piedra natural



Descripción de la medida

Esta medida propone el tratamiento antibacteriano de la piedra natural mediante aditivo que inhibe el crecimiento de microbios y mohos, garantizando la máxima higiene en lugares como laboratorios, hospitales, cocinas o baños.

Este tratamiento, ampliamente probado en hospitales y laboratorios, a nivel domestico inhibe el crecimiento de bacterias potencialmente dañinas, como son la salmonella, la e-coli y la listeria, que pueden contaminar los alimentos.

Implicaciones técnicas

La protección antibacteriana no se trata de un tratamiento superficial, se incorpora durante el proceso de fabricación lo que hace que esté presente, por ejemplo, en cada partícula de cuarzo de una encimera, incluidos los cantos y filos. Los ingredientes activos se distribuyen homogéneamente por todo el grueso de la encimera, asegurando de este modo que incluso zonas difíciles de alcanzar como esquinas estén protegidas.

Dado que la protección antibacteriana se incorpora ya desde el proceso de fabricación, no se elimina con el uso continuado de su encimera.

Microban es una empresa internacional especializada en protección antimicrobios incorporada, y en creación de soluciones antihongos y antibacterias eficaces a largo plazo para su aplicación a productos médicos, industriales y de consumo en todo el mundo. (ref 2)

Implicaciones económicas

El coste de producción aumentará debido al coste del aditivo.



Implicaciones ambientales

Con este tratamiento se consigue:

- · Inhibir el crecimiento de bacterias como la Salmonela, Listeria, E-coli, Estafilococo, Aspergillus, IVRE...
- · Se consigue proteger el producto al 100% al no tratarse de un tratamiento superficial del producto.
- · No altera ninguna de las propiedades físico mecánicas de la piedra.
- · En simulaciones a 30 años se mantienen el 100% de las propiedades antibacteriológicas.



Ejemplo de aplicación de la medida

Silestone, del Grupo Cosentino, es una superficie compuesta de cuarzo de primera calidad, una resina, y un aditivo de propiedades antibacterianas (Microban).

Está compuesto en un 94% por cuarzo, lo que le proporciona una gran resistencia a las encimeras, a la vez que un excelente acabado superficial. El principio activo antibacteriano Microban es incorporado en las primeras fases del proceso de fabricación, por lo que está presente en toda la superficie del material, es decir, no es un tratamiento superficial. Este aditivo no altera las propiedades físico-mecánicas de la encimera y posee una efectividad superior a 30 años. Silestone es una superficie no porosa y altamente resistente a las manchas de café, vino, zumo de limón, aceite de oliva, vinagre, maquillaje y muchos otros productos de uso diario; además, es altamente resistente al rayado. Su gran resistencia al impacto se consigue gracias al cuarzo (que le proporciona dureza), a la resina de poliéster (elasticidad) y al sistema de vibrocompresión utilizado en su fabricación. . (ref.1)

Referencias

- www.silestone.com
- www.microban.com



CÓDIGO: PNAT-02

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Mejorar el comportamiento ambiental de las instalaciones

MEDIDA: Sustitución de maquinaria por otra más energéticamente eficiente

APLICABLE A: Piedra natural



Descripción de la medida

Sustitución de maquinaria antigua por maquinaria con una eficiencia energética superior.

Como se puede apreciar en el perfil ambiental de una losa de granito mostrado en la Figura 2.52 del Capítulo 2 de la presente guía y en el perfil ambiental de una baldosa exfoliada de pizarra mostrado en la Figura 5.41 del Capítulo 5, el aspecto ambiental con mayor impacto es el consumo de electricidad.

La sustitución de maquinaria por otra con una eficiencia energética superior se debe contemplar como una opción para disminuir el impacto ambiental del producto, así como, a la larga, una medida económicamente positiva, debido al ahorro de electricidad.

Implicaciones técnicas

Esta medida no tiene ninguna implicación técnica reseñable.

Implicaciones económicas

En general, la medida propuesta requiere una inversión significativa desde el punto de vista económico. Sin embargo, hay que tener en cuenta que, a la larga, pueden comportar un ahorro económico por la disminución del coste energético. O lo que es lo mismo, un mayor beneficio, generado por una mayor producción para un mismo gasto energético.

Implicaciones ambientales

Con esta medida se aumenta la eficiencia energética del proceso productivo de la piedra natural, consiguiendo una considerable disminución en el consumo de energía e, indirectamente, una disminución en las emisiones de CO2 y otros contaminantes a la atmósfera.





Ejemplo de aplicación de la medida

En el marco de la presente Guía de Ecodiseño de Materiales de la Construcción, se llevó a cabo el estudio en Pizarrerías Mendizabal, S.A. del beneficio ambiental obtenido al cambiar la maquinaria cortabloques por otra con una eficiencia energética mucho mayor y el cambio de la antigua línea eléctrica por una nueva, disminuyendo así las pérdidas causadas por la utilización de secciones de tubo inadecuadas.

Con la aplicación de esta medida se consigue un ahorro de aproximadamente 40.000 kWh al año. (Ver Capítulo 5.5.- Aplicación de la Guía en un caso práctico de la empresa Pizarrerías Mendizabal, S. A. ref.1).

Referencias

- Capítulo 5.5.- Aplicación de la Guía en un caso práctico de la empresa Pizarrerías Mendizabal, S. A



CÓDIGO: PNAT-03

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Minimización del impacto de los residuos en la industria del mármol

MEDIDA: Valorización de lodos de corte de mármol en suelos contaminados

APLICABLE A: Piedra natural



Descripción de la medida

Valorización de residuos industriales lodos de corte de mármol en el tratamiento de suelos contaminados.

Los lodos procedentes del corte del mármol tienen un importante valor como inmovilizador de metales pesados, tal y como ha quedado demostrado en el estudio denominado "Reutilización de los lodos para el tratamiento de suelos contaminados con un índice elevado de metales pesados", que el Centro Tecnológico del Mármol y la Piedra (CTM) ha desarrollado con la Universidad de Murcia.

Implicaciones técnicas

Estudios han revelado características de los materiales procedentes de la industria extractiva del mármol (fracción < 2 mm) mezclados con agua (lodos) que las hacen idóneas para este tratamiento:

- Elevada capacidad de neutralización de aguas ácidas
- Pequeño tamaño de partícula. Reactividad superior a la de un carbonato natural
- Material que favorece la retención (precipitación) de los metales pesados

La técnica consiste en evitar la dispersión de la contaminación, inmovilizando los metales pesados del suelo contaminado con la aplicación in situ de los lodos de mármol.

Implicaciones económicas

La aplicación de esta metodología de tratamiento in situ de los suelos mediante un tratamiento con lodos de corte de mármol, reportaría al propietario de suelo un ahorro en concepto de transporte de parte de las tierras a vertedero, así como el coste asociado a las tasas de vertido (en la CAPV las tasas de admisión varían desde 20 euros, en vertederos de no peligrosos, hasta 100 euros en vertederos de residuos peligrosos).

Se trata de una metodología económica, por sus bajos costes y porque requiere pocos medios materiales para su implementación.

Se debe considerar el coste del transporte de los lodos de mármol hacia el área de aplicación de este residuo. De modo que, se debe tener en cuenta que la zona de suelos contaminados que aprovechará los lodos de mármol se encuentre lo más próxima posible a la industria que genera el residuo para que salga rentable esta valorización.



Implicaciones ambientales

Con la aplicación de esta metodología se consigue, por una parte, valorizar un subproducto, evitando su gestión como residuo, reduciendo su impacto ambiental y visual de las escombreras. Por otra parte, se consigue inertizar los suelos tratados, reduciendo la dispersión de los contaminantes, evitando que estos lleguen a la cadena trófica.

Respecto al transporte, no es necesario el traslado de los suelos contaminados hacia vertederos especializados, al tratarse de un método de tratamiento in situ, pero se realiza un transporte de los lodos de mármol hacia la zona contaminada. Este debe procurarse que sea mínimo.



Ejemplo de aplicación de la medida

Investigadores del grupo Gestión, Aprovechamiento y Recuperación de Suelos y Aguas de la Universidad Politécnica de Cartagena han conseguido un método para reducir en gran medida la contaminación por metales pesados de zonas de la Sierra Minera (Murcia). Se trata de un sistema basado en la aplicación de residuos (purines, lodos de depuradora y lodo de corte de las canteras de mármol).

Todos esos residuos han sido aplicados en parcelas experimentales para reducir con éxito la toxicidad del suelo ocasionada por la presencia de metales pesados procedentes de la actividad minera. De hecho, se ha logrado que crezcan plantas silvestres, lo que reducirá los procesos erosivos que trasladan una gran cantidad de residuos a los cursos de agua y a los suelos próximos.

Estos resultados son fruto de dos proyectos de investigación, financiados por el Plan Nacional PETRI y PROFIT del Ministerio de Educación y Ciencia, encaminados a la recuperación de estos suelos degradados. (ref.1)

Referencias

- "Utilización de lodos de la industria del mármol como estabilizantes de metales pesados en suelos contaminados". Jorge Marimón Santos Grupo de Investigación de Contaminación de Suelos Universidad de Murcia. Facultad de Química Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología.



CÓDIGO: PNAT-04

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Minimización del impacto de los residuos en la industria del mármol

MEDIDA: Valorización de lodos de corte de mármol en industria papelera

APLICABLE A: Piedra natural



Descripción de la medida

Utilización de de los residuos generados en el proceso de corte y elaboración del mármol en la industria papelera.

El mármol es una roca metamórfica carbonatada compuesta predominantemente de calcita. La industria del papel es un mercado importante para los residuos de mármol ya que este es un punto de referencia para el carbonato de calcio. Es utilizado como carga y como cobertura o revestimiento, si bien la mayor demanda es para carga, ya que puede ser utilizado hasta en un 25% en peso en plantas que utilizan condiciones básicas o neutras de fabricación del papel, ya que su adición en condiciones ácidas produciría reacciones violentas. (ref.1)

Implicaciones técnicas

Información obtenida de la ref.1.

Los residuos de mármol son relativamente fáciles de moler a polvo fino no tóxico, químicamente inerte y generalmente de color blanco. Estas propiedades aseguran que los polvos de caliza sean extensivamente usados como cargas o pigmentos en la industria del papel.

Las especificaciones para las calizas pulverizadas usadas típicamente como carga en papel, plásticos y pintura requieren una distribución estrechamente controlada del tamaño de las partículas y valores altos de brillantez, junto con buenas propiedades reológicas y baja absorción de aceite. Los valores típicos de brillantez para las cargas para papel son de 80 a 82%, los valores para revestimientos de papel están típicamente entre el rango de 85 a 93% (ISO estándar)

Las calizas pulverizadas son normalmente clasificadas de acuerdo al rango de tamaño de sus partículas:

- Cargas finas (generalmente como valor medio): tamaño máximo de las partículas 50 micrones, 50% menos de 2 micrones, usadas para carga de papel, entre otros usos.
- Pigmentos y cargas muy finas (generalmente como valor alto): tamaño máximo de las partículas 10 micrones, 90% menos de 2 micrones, usadas en revestimientos de papel, entre otros usos.

Un problema importante es el del color de los residuos, pues la carga sirve también de colorante. Esto exige uniformidad en el color y, por tanto, en los materiales aserrados en la planta o alternativamente una clasificación de residuos según colores.

Para revestimientos minerales del papel se necesita una película formada a partir de una suspensión con 80-90% de pigmentos minerales finos (<2 µm) y 10-20% adhesivos, siendo los requisitos:

Baja necesidad de adhesivo, elevado grado de blancura, bajo peso específico, elevado índice de refracción, buena clasificación, elevado brillo, bajo tiempo de secado.

Implicaciones económicas

Para la industria del mármol, el estudio de viabilidad económica comporta confrontar los gastos de inversión (filtro de banda a Presión, cinta transportadora, equipo de molienda, secadores, etc.), con los beneficios de la venta de este subproducto y el ahorro de la gestión de estos sólidos en escombreras.

En cuanto a la industria papelera, la utilización de estos residuos para carga no sólo posee ventajas técnicas sino que también ayudan a bajar el costo de producción del papel, dado que los pigmentos para carga y cobertura de papel son generalmente menos costosos que las fibras. En el caso del papel no cubierto libre de madera, el



costo de la fibra por unidad de peso es cinco veces más que el costo del pigmento. Aún en papel libre de madera de doble cobertura, donde los ligantes incrementan los costos, la relación es al menos de 3 a 1.

Implicaciones ambientales

Las ventajas ambientales obtenidas con esta medida son, por una parte la valorización de un residuo cuya gestión tradicional es la escombrera, y por otro, la disminución de consumo de materias primas de origen natural en la industria del papel. Dentro de este último beneficio cabe destacar que, gracias a la composición química de estos residuos (mayoritariamente carbonato de calcio) se reduce de manera considerable la cantidad de agua utilizada en el prensado y acelera el secado de la pasta de papel lo que conlleva a un ahorro significativo de energía, es por eso que los carbonatos de calcio están empezando a sustituir al caolín tanto como carga como en cobertura, y donde pueden lograr una significativa penetración en ambos mercados.



Ejemplo de aplicación de la medida

Proyecto LIFE entre Andalucía y Cataluña, prueba piloto sobre esta medida (ref.2)

En la zona del término municipal de Albox y municipios colindantes, en la provincia de Almería, se caracteriza por su tradición en la extracción y manipulación del mármol blanco. Tanto los residuos sólidos generados como los lodos dan lugar a una problemática específica de importante repercusión ambiental. Entre el 1 de enero de 1997 y el 1 de enero de 1999 se aprobó a la empresa Reverté Carbonatos de Calcio (ref 3) un proyecto LIFE para analizar una solución a este problema.

La empresa Reverté dispone de la tecnología suficiente como fabricante de carbonato cálcico, para llevar a cabo el desarrollo y explotación de la planta de demostración, capaz de absorber la producción de estos residuos. En la nueva unidad, mediante molturación por vía seca, se procesan los residuos sólidos, obteniéndose carbonatos de gran blancura, baja granulometría y alta calidad aplicables a múltiples sectores. El proyecto consistió en el desarrollo de una unidad piloto de recuperación de los residuos generados por la industria extractora/manipuladora de mármol, los cuales pueden clasificarse fácilmente por su estado, es decir, los sólidos producidos en la extracción de mármol en canteras y por la manipulación (corte) en los talleres y, por otro lado, los lodos compuestos por una emulsión de agua y mármol, procedentes de los talleres de corte y pulido. Con la planta de demostración desarrollada se eliminó de forma radical la concentración de los residuos, dándoles un valor añadido considerable, y consiguiendo además una sustancial mejora del medio ambiente.

Resultados

El proyecto, en su parte asignada a LIFE (sección de trituración), constituye una experiencia innovadora en Europa LIFE 97 /ENV/E/ 000225, para el aprovechamiento de los residuos (sólidos y líquidos) del mármol, transformándolos en carbonato cálcico, cuya demanda es importante.

El desarrollo de una planta piloto apta para la recuperación de los residuos generados por la industria del mármol, permite alcanzar importantes ventajas medioambientales.

Algunas de las empresas mineras que suministran carbonato cálcico a la industria de papelera en España son:

- S.A. REVERTÉ España y REVERTÉ MINERAL PRODUCKTE GMBH filial Alemana.
- Los productos de la empresa CLARIANACAL son distribuidos en España por CAMPI & JOVÉ S.A.
- PROVENÇALE S.A
- MINERAS SANTO ANGEL

Referencias

- "Estudio para tratar de identificar posibles aplicaciones industriales para los residuos generados en el proceso de corte y elaboración de piedra natural, en concreto del mármol, analizando su viabilidad técnica y económica" Santos Ruiz, Jaime. Tesis doctoral. 2004
- Proyecto LIFE 97/ ENV/E/ 000225. Desarrollo e implantación de una unidad piloto para la recuperación de residuos sólidos y lodos de la industria del mármol.
- www.reverteminerals.com



CÓDIGO: PNAT-05

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Minimización del impacto de los residuos en la industria del mármol

MEDIDA: Valorización de lodos de corte de mármol en la industria del plástico

APLICABLE A: Piedra natural



Descripción de la medida

Utilización de los residuos generados en el proceso de corte y elaboración del mármol (lodos de mármol) en la industria del plástico.

El mármol es una roca metamórfica carbonatada compuesta predominantemente de calcita. Los plásticos, y en particular el PVC, representan un importante mercado para el carbonato de calcio. Los residuos de corte y elaboración del mármol pueden ser utilizados como carga en la producción de PVC y poliéster, mejorando la rigidez y la densidad del plástico y reduciendo el costo de producción.

El Carbonato de Calcio Molido es por lejos la carga mineral más importante en plástico en el mercado consumiendo aproximadamente unas 90000 toneladas al año en España. (ref.1)

Implicaciones técnicas

Las especificaciones para las calizas pulverizadas usadas típicamente como carga en plásticos requieren una distribución estrechamente controlada del tamaño de las partículas y valores altos de brillantez, junto con buenas propiedades reológicas y baja absorción de aceite. Los valores típicos de brillantez para las cargas para plásticos, al igual que para la industria papelera, son de 80 a 82%.

Las calizas pulverizadas son normalmente clasificadas de acuerdo al rango de tamaño de sus partículas:

- Cargas finas (generalmente como valor medio): tamaño máximo de las partículas 50 micrones, 50% menos de 2 micrones, usadas para carga de plástico, entre otros usos.
- Pigmentos y cargas muy finas (generalmente como valor alto): tamaño máximo de las partículas 10 micrones, 90% menos de 2 micrones, usadas en plásticos, entre otros usos.

Cargas de Carbonato de Calcio en algunos plásticos

Plástico	Carga (%)
PVC flexible	17 – 38
PVC plastisols	17 – 50
PVC rígido para caños de agua potable	1 – 5
Otros PVC	30
PVC para baldosas o mosaicos	44 – 80
Poliéster termoplástico – SMC	67
Poliéster termoplástico – BMC	70
Poliéster termoplástico Marino	63 – 67
Polipropileno	30 - 40

Implicaciones económicas

Para la industria del mármol, el estudio de viabilidad económica comporta confrontar los gastos de inversión (filtro de banda a Presión, cinta transportadora, equipo de molienda, secadores, etc.), con los beneficios de la venta de este subproducto y el ahorro de la gestión de estos sólidos en escombreras.

En cuanto a la industria del plástico, estos minerales son incorporados a los plásticos o como extensores inertes de



bajo costo o como reforzadores. El costo de la materia prima, sin embargo, no es el único determinante para la economía de las cargas de los plásticos. Costos adicionales de procesamiento se realizan con las cargas tales como el costo del tratamiento químico, el costo de los dispersantes y otros aditivos, y las medidas de control de calidad, típicamente agregan entre 10 y 35 céntimos de € por kilogramos al costo del compuesto.

Implicaciones ambientales

Las ventajas ambientales obtenidas con esta medida son, por una parte la valorización de un residuo cuya gestión tradicional es la escombrera, y por otro, la disminución de consumo de materias primas de origen natural en la industria del plástico. Dependiendo del tipo de plástico y de su uso se podrá añadir más o menos cantidad de este residuo, obteniéndose en cada caso una mejora ambiental diferente.



Ejemplo de aplicación de la medida

Se conoce la existencia de estudios sobre la valorización de los residuos de la industria del mármol, entre ellos la tesis doctoral citada en la ref 1 y el proyecto LIFE descrito en la ficha de la medida PNAT-004 (ref.2).

Algunas de las empresas mineras que suministran carbonato cálcico a la industria del plástico en España son:

- S.A. REVERTÉ España y REVERTÉ MINERAL PRODUCKTE GMBH filial Alemana.
- Los productos de la empresa CLARIANACAL son distribuidos en España por CAMPI & JOVÉ S.A.
- PROVENÇALE S.A
- MINERAS SANTO ANGEL

Referencias

- "Estudio para tratar de identificar posibles aplicaciones industriales para los residuos generados en el proceso de corte y elaboración de piedra natural, en concreto del mármol, analizando su viabilidad técnica y económica" Santos Ruiz, Jaime. Tesis doctoral. 2004
- Proyecto LIFE 97/ ENV/E/ 000225. Desarrollo e implantación de una unidad piloto para la recuperación de residuos sólidos y lodos de la industria del mármol.
- www.reverteminerals.com



CÓDIGO: PNAT-06

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

MEDIDA:

APLICABLE A:

Minimización del impacto de los residuos de la industria del granito

Uso de serrín de granito para sellado e impermeabilización de vertederos

Piedra natural

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

Los serrines de granito, residuos producidos durante las tareas de corte y pulido de la piedra, son un material de composición granítica, tamaño de grano fino, con baja plasticidad y sin tendencia a la expansividad.

La mineralogía de los serrines está constituida mayoritariamente por cuarzo, microclina, plagioclasa, biotita, moscovita y clorita así como otros minerales secundarios, formados durante el secado y carbonatación de los serrines (calcita) o bien como producto de la oxidación de la granalla y virutas de fleje (green rust). En el proceso de corte, el agua para la refrigeración de los flejes y para la resuspensión de la granalla y finos es basicada mediante la incorporación de hidrato de cal. Por ello, su carácter es marcadamente alcalino.

Los valores de permeabilidad obtenidos permiten establecer que, una vez efectuada una adecuada compactación, los serrines de granito son idóneos para la función de capas de protección y sellado o recubrimiento de vertederos, de acuerdo con lo establecido por el RD 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

Implicaciones técnicas

El RD 1481/2001, del 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero (Ministerio de Medio Ambiente, 2001) establece los criterios requeridos para las barreras de impermeabilización para vertederos de residuos en cuanto a condiciones de permeabilidad y espesor. El citado Real Decreto no especifica la naturaleza de los materiales a emplear en las capas de sellado para vertederos. Tan solo hace referencia a su naturaleza mineral y a las características hidrodinámicas y de espesor que deben reunir. Por tanto, los serrines de granito son, a priori, materiales utilizables con este fin.

Los valores de permeabilidad obtenidos por Barrientos et al (2004, ref 2) en la caracterización del serrín de granito compactado (10⁻⁷ a 10⁻⁹ m/s) permiten establecer la idoneidad de los serrines de granito como material para impermeabilización y sellado, de acuerdo con el RD 1481/2001. De acuerdo con lo establecido ahí y los valores de permeabilidad calculados se puede establecer que los serrines de corte de granito, una vez efectuada una adecuada compactación, cumplirían con los requisitos exigidos para las capas de protección y sellado o recubrimiento de de vertederos.

Actualmente esta metodología está en fase de estudio.

Implicaciones económicas

Los factores económicos a considerar para la aplicación de esta medida son:

- El coste del transporte de los serrines de granito desde el lugar de producción hasta el vertedero a impermeabilizar que los vaya a utilizar.
- De no aplicarse esta medida, existiría también el coste del transporte de estos serrines de granito al vertedero elegido para su gestión final.

De modo que la aplicación de esta medida no prevé grandes costes adicionales.

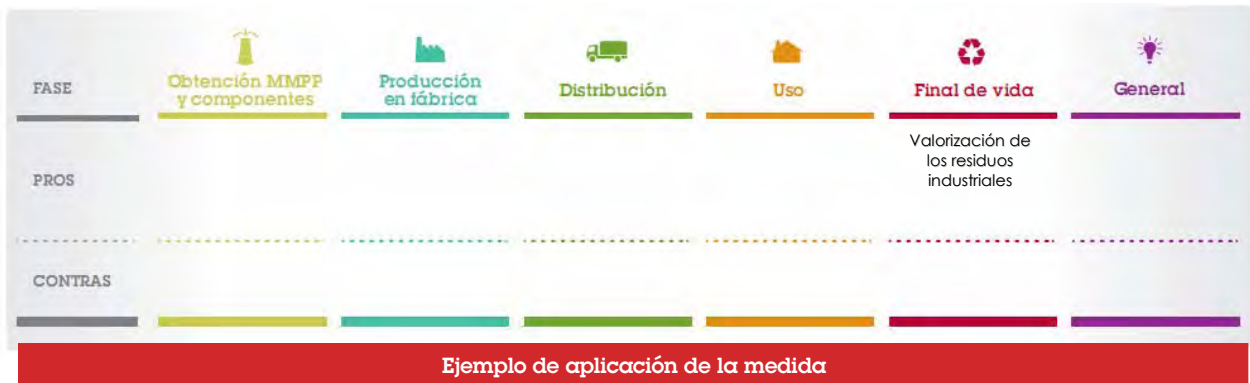
Implicaciones ambientales

Los beneficios ambientales obtenidos con esta medida son:



La impermeabilización y sellado de los vertederos de acuerdo con el RD 1481/2001.

La valorización de los serrines de granito generados en abundancia durante el proceso de corte y pulido de la piedra, evitando la gestión de estos residuos en vertedero.



Se han realizado estudios a nivel teórico en la Universidad de la Coruña en los que se obtuvieron como resultados relativos a las aplicaciones prácticas en ingeniería civil que los valores de permeabilidad obtenidos permiten establecer la idoneidad de los serrines de granito como material para impermeabilización y sellado, de acuerdo con el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero (Ministerio de Medio Ambiente, 2001).

Estos estudios han contribuido a la inclusión de los serrines de granito en la categoría de residuos inertes según la Instrucción Técnica de Residuos ITR/01.0/04, de la Consellería de Medio Ambiente de la Xunta de Galicia. Dicha instrucción, de acuerdo con lo establecido en el artículo 3º de la Directiva 1999/31/CE, relativa al vertido de residuos permite, entre otros, "la utilización de residuos inertes adecuados en obras de Restauración / acondicionamiento y colmatación, o con fines de construcción, en vertederos".

La caracterización realizada hasta el momento permite establecer usos prácticos para los serrines de granito. No obstante, su aplicación requiere aún estudios que vayan más allá de la escala del laboratorio. A tal efecto, se han llevado a cabo ensayos a escala (proyecto concedido por la CICYT) y ensayos piloto, en cuanto a su uso como barrera de sellado e impermeabilización.

La misma Universidad de la Coruña realizó entre 2001 y 2004 un proyecto concedido por la CICYT sobre "Estudio de las aplicaciones prácticas de los residuos de corte (serrines) de granito en ingeniería civil. (ref.4)

Referencias

- "Modelización geoquímica de los serrines de granito". Ana Mª Vázquez González. Tesis doctoral. Universidad Da Coruña Departamento de Química Analítica. Diciembre 2005.
- Barrientos, V., Juncosa, R., Vázquez, A., Delgado, J.(2004). Caracterización de las propiedades morfológicas, físico-químicas y geotécnicas básicas de los serrines de corte de granito de O Porriño, Pontevedra. Simposio sobre Geotecnia Ambiental y Mejora del Terreno. P. 125-136
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Universidad de Coruña. Proyectos de Investigación. [http://www.udc.es/dep/geda/insti4\(i\).html](http://www.udc.es/dep/geda/insti4(i).html)



CÓDIGO: PNAT-07

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Optimizar el sistema de distribución

MEDIDA: Rediseño del envase y embalaje

APLICABLE A: Piedra natural - Pizarra



Descripción de la medida

La pizarra es un producto frágil que se tiene que proteger bien durante el transporte. Dadas las características de la pizarra, el embalaje de los productos deberá ser robusto con el fin de protegerlos bien, sobre todo por las esquinas.

En el mercado existen muchos materiales de protección diferentes entre los que destacan el cartón, los plásticos y las espumas. Actualmente el envase y embalaje de las baldosas de pizarra se realiza en madera de pino, con film de plástico de baja densidad, cartón y poliexpán.

El mayor de los problemas que se presenta, es que por ley (norma NIMF nº15, Normativas Internacionales para Medidas Fitosanitarias), la madera debe ser fumigada. El producto más utilizado en la actualidad es el bromuro de metilo, sustancia altamente tóxica y perjudicial para la capa de ozono. Aún y todo, todavía se sigue optando por fumigar las maderas a pesar de existir otras alternativas. Para solventar el problema, existe la alternativa de comprar la madera tratada, o ya fumigada. Sin embargo, este tipo de maderas suele ser más cara.

Otros problemas que se observan es la falta de estandarización en los envases y que, una vez realizada la entrega de producto, los envases no se devuelven, con el desperdicio de materiales correspondiente.

A la hora de rediseñar el sistema de embalaje se tendrá que tener en cuenta estas necesidades y problemas, para que el nuevo sistema tenga las características técnicas apropiadas, suponga una mejora ambiental y sea económicamente viable (ver ejemplo de medida). Algunas de las medidas de mejora aplicables son:

- Disminución de cantidad de material utilizado.
- Utilización de materiales que no necesiten de fumigación (madera tratada térmicamente, plástico, etc.).
- Introducir el envase y embalaje en un sistema de devolución-retorno, para así minimizar el impacto del material utilizado.
- Economizar el mayor espacio posible para el transporte, haciendo un envase y embalaje ordenado.

Implicaciones técnicas

El principal requerimiento técnico de cualquier sistema de envase y embalaje es cumplir con su cometido y proteger el material que contiene.

Normas armonizadas derivadas de la Directiva de envases y residuos de envase:

- UNE-EN 13428 Prevención por reducción en origen
- UNE-EN 13429 Reutilización
- UNE-EN 13430 Reciclado
- UNE-EN 13431 Valorizables mediante recuperación de energía
- UNE-EN 13432 Compostaje y biodegradación

Estas normas deberán cumplimentarse con una declaración de conformidad.

Implicaciones económicas

El precio por caja varía ya que las dimensiones son diferentes. Como referencia, se puede tomar que el precio de una caja media es de 54€. La fumigación es la actividad que más precio supone del precio del embalaje seguido por la madera y el poliexpán. Para comprobar la viabilidad económica de la sustitución de las maderas convencionales, con necesidad de ser fumigadas, por maderas tratadas u otros materiales, se debe realizar un



balance económico con el coste del nuevo material y el ahorro en fumigación que se consigue.

Si se pretende que el coste del embalaje de los productos sea menor, una solución lógica parece ser optar por recurrir a elementos comerciales en el embalaje de los productos a enviar, en vez de diseñar un embalaje propio que seguramente resultaría mucho más caro. Por otro lado, y para reducir costes, se recurrirá también a embalajes o partes del embalaje retornables.

Implicaciones ambientales

Con un rediseño del sistema de envase y embalaje se pueden conseguir las siguientes mejoras ambientales:

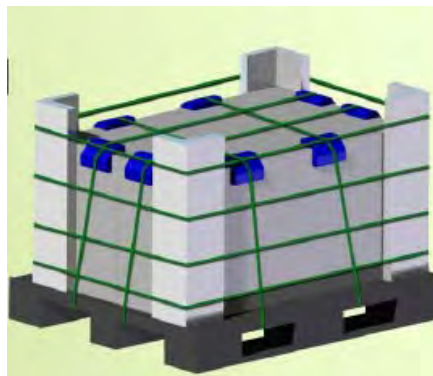
- Ahorro en materiales, tanto por la reducción de la cantidad de material usado, como por la minimización del impacto de estos materiales al introducir el envase y embalaje en un sistema de devolución-retorno.
- Disminución de utilización de materiales altamente tóxicos (fumigantes)
- Mejora en el transporte al economizar el mayor espacio posible haciendo un envase y embalaje ordenado.



Ejemplo de aplicación de la medida

El Aula de Ecodiseño de Mondragón, con la colaboración de Pizarrerías Mendizabal, S.A., ha realizado un proyecto de ecodiseño con el objetivo de realizar el rediseño del envase y embalaje de las cajas de madera en las que se transportan tanto los tableros de pizarra como las baldosas.

Se estudiaron diversas opciones de rediseño, de las que se eligió la siguiente: el 15% de la producción utilizará un sistema de embalaje como el que se muestra en la figura. Éste consta de un palet comercial de plástico, 4 perfiles de acero, y cantoneras de espuma y fleje. Se realizaría colocando las baldosas en vertical exactamente del mismo modo que se hace ahora con las cajas de madera. Con el nuevo embalaje y método de colocación entrarían más baldosas por lote que en el actual. El palet elegido para el embalaje de baldosas es el modelo 1868.005 (EOS 1311 HR) de la empresa SASPALET. La empresa está situada en Murcia, aunque tiene delegaciones en lugares más cercanos, como Bilbao. El palet tiene un peso de 23,5kg y soporta 7500kg. También se comprueba que el palet es apto para la utilización del fenwich.



Dicho 15% del embalaje entraría en un sistema de devolución-retorno gestionado por Ecoembes, que es el Sistema Integrado de Gestión (SIG) encargado de la recogida selectiva y reciclado de residuos de envases en España. Para ello, la empresa debería aplicar la Norma española UNE-EN 13429:2004 para un circuito cerrado. Se puede afirmar que la vida útil de estos palets es de unos 10 años, por lo que su precio es insignificante si consideramos que este embalaje será retornable. Sería suficiente si la empresa tuviera 50 palets almacenados.

Referencias

- Aula de Ecodiseño. Proyecto Fin de Carrera. Idoia García Martiarena. 2008. Escuela Politécnica Superior de Mondragón.



CÓDIGO: PIN-01

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducción de materias primas con fuerte impacto sobre el medio ambiente

MEDIDA: Reducción del contenido en pigmentos blancos

APLICABLE A: Pinturas



Descripción de la medida

Reducción del contenido en pigmentos blancos (pigmentos inorgánicos como el dióxido de titanio). La mayoría de las pinturas contienen pigmentos blancos que son coloreados con pigmentos de color añadidos en la proporción adecuada para lograr el efecto deseado. Por su parte, los barnices no tienen pigmentos blancos.

La mayoría de impactos ambientales asociados al ciclo de vida de las pinturas están asociados a la producción de pigmentos blancos, y en particular, al proceso de producción del dióxido de titanio (TiO₂) también denominado blanco de titanio.

La fabricación de los pigmentos blancos es la causante de los siguientes impactos ambientales:

- Contaminación del aire (emisiones de SO_x y CO₂).
- Alto consumo de agua y generación de agua contaminada.
- Generación de residuos peligroso (cloratos y sulfatos).
- La fabricación de blanco de titano tiene un fuerte impacto ambiental, de modo que la reducción de su uso en las pinturas permite mejorar el balance ambiental del producto final.

Para la obtención de la Etiqueta Ecológica Europea para pinturas y barnices de interior se limita el contenido en pigmentos blancos en el criterio nº 1 y también se establecen límites a las emisiones y residuos derivadas de la fabricación de éstos.

Implicaciones técnicas

A continuación se cita el contenido del criterio 1 de la Etiqueta Ecológica Europea para pinturas y barnices de interior que puede servir de referencia de cara a la mejora ambiental del producto (ref.1):

“1. PIGMENTOS BLANCOS

a) Contenido de pigmentos blancos (pigmentos inorgánicos blancos con un índice de refracción superior a 1,8): Las pinturas deberán tener un contenido de pigmentos blancos igual o inferior a 38 g por m² de la película seca, con una opacidad del 98 %. Este requisito no se aplica a los barnices ni a los tintes para madera.

b) Dióxido de titanio: Las emisiones y vertidos de residuos procedentes de la producción de los eventuales pigmentos de dióxido de titanio utilizados no superarán los valores siguientes:

- emisiones de SO_x (expresadas como SO₂): 300 mg por m² de película seca (98 % de opacidad),
- residuos sulfatados: 20 g por m² de película seca (98 % de opacidad),
- residuos clorados: 5, 9 y 18 g por m² de película seca (98 % de opacidad), respectivamente, en el caso del rutilo natural, rutilo sintético y minerales de escoria”

Implicaciones económicas

Según consultas realizadas a empresas que fabrican pinturas que han obtenido la Etiqueta Ecológica Europea:

- Para conseguir no superar los límites que marca la Etiqueta Ecológica Europea en su criterio nº1, son necesarios algunos cambios en la formulación química del producto. Estos cambios son información confidencial que las empresas no quieren facilitar.
- No son necesarios cambios en la maquinaria de producción, de modo que, no se requiere inversión en



maquinaria.

Implicaciones ambientales

La medida propuesta permite reducir el uso de una de las materias primas (pigmentos blancos) de las pinturas cuya fabricación supone un fuerte impacto ambiental.



Ejemplo de aplicación de la medida

En la página de la etiqueta ecológica europea www.eco-label.com/spanish puede realizarse una búsqueda de productos que disponen de dicha etiqueta en la categoría de pinturas y barnices de interior y acceder a información sobre el producto y su fabricante. Todos estos productos cumplen el criterio 1 citado (salvo barnices y tintes de madera a los que no es de aplicación).

A modo de ejemplo, se cita a continuación el siguiente producto:

COLORES DE NUESTRA TIERRA de la empresa INDUSTRIAS TITAN S.A. (más información en www.titanlux.com)

Referencias

- Decisión 2002/739/CE, de 3 de septiembre de 2002, por la que se establecen los criterios ecológicos revisados para la concesión de la etiqueta ecológica comunitaria a las pinturas y barnices de interior y por la que se modifica la Decisión 1999/10/CE (D.O.C.E. L236 de 04/09/2002).
- The Ecolabelling criteria based on the life cycle inventory of eleven indoors decorative paints. Version 2 (June 1994). Ecobilan Company for the Ministry of Environment in France.
- www.eco-label.com/spanish
- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)



CÓDIGO: PIN-02

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

MEDIDA:

APLICABLE A:

Reducción del contenido en Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)

Formulación de pinturas con base agua

Pinturas / Barnices

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

Los compuestos orgánicos volátiles son compuestos orgánicos que, en condiciones normales de presión, tienen un punto de ebullición igual o inferior a 250 °C (por ejemplo: tolueno, xileno, acetona, fenoles, formaldehído, etc.). Habitualmente son nocivos para la salud, y, además, contribuyen también al deterioro del medio ambiente.

Los disolventes orgánicos que contienen las pinturas y barnices convencionales son en muchos casos compuestos orgánicos volátiles, y en el proceso de secado de estos productos los disolventes que contienen se evaporan, con el consiguiente riesgo para la salud y el medio ambiente.

La elaboración de una pintura con base acuosa (utilizando el agua como disolvente) permite reducir muy significativamente la cantidad de disolventes orgánicos. La eliminación no es total porque la mayoría de pinturas base agua contienen pequeñas cantidades de disolventes orgánicos.

La aplicación de esta medida permitirá cumplir:

- 1) La Directiva 2004/42/CE, que fijó la cantidad máxima de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) presentes en distintos tipos de pinturas y barnices.
- 2) El criterio nº 2 para la obtención de la Etiqueta Ecológica Europea para pinturas y barnices de interior, que establece que el contenido de compuestos orgánicos volátiles no deberá superar ciertos valores (ref.2). Aunque no es un requisito legal de obligado cumplimiento, puede servir de referencia de cara a la mejora ambiental del producto.

Implicaciones técnicas

Valores de referencia del contenido en Compuestos Orgánicos Volátiles:

- 1) La Directiva 2004/42/CE fijó la cantidad máxima de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) presentes en distintos tipos de pinturas y barnices. Dicha Directiva ha sido incorporada al ordenamiento jurídico español mediante Real Decreto 227/06 de 24 de febrero, por el que se complementa el régimen jurídico sobre la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles en determinadas pinturas y barnices y en productos de renovación del acabado de vehículos. Contempla una reducción paulatina del contenido en COVs en dos fases, una primera fase que aplica desde 01/01/2007, y una segunda fase que aplicará a partir de 01/01/2010.
- 2) El criterio nº 2 de la ETIQUETA ECOLÓGICA EUROPEA para pinturas y barnices de interior establece que el contenido de compuestos orgánicos volátiles no deberá superar los valores siguientes (ref.2):
 - a. "Pinturas de pared (de conformidad con la norma EN 13300): 30 g/l (menos el agua),
 - b. Otras pinturas con un rendimiento mínimo de 15 m²/l y un poder cubriente del 98 % de opacidad: 250 g/l (menos el agua),
 - c. Todos los demás productos (incluidas las pinturas que no sean de pared y que tengan un rendimiento inferior a 15 m²/l, los barnices, los tintes para madera, los recubrimientos y las pinturas de suelos y los productos afines): 180 g/l (menos el agua)."

La composición de pinturas base agua es muy similar a la de pinturas base disolvente excepto que se emplea agua en vez de disolvente orgánico como vehículo en el que la resina es disuelta, dispersada o emulsionada. La mayoría de pinturas base agua contienen pequeñas cantidades de disolventes orgánicos, como glicol éter, para facilitar la dispersión de las resinas en el agua. Las pinturas base agua están compuestas por: Resinas (normalmente polímeros orgánicos tipo alquídico, acrílico, poliéster, acetato de vinilo o epóxido), agua, pigmentos, dispersantes, aditivos antiespumantes, emulsión de alcohol polivinílico y conservantes.

Aunque la calidad de estos productos suele ser inferior a la de los productos en base disolvente, se ha demostrado que las pinturas de base acuosa basadas en dispersión de acrilatos, emulsiones alquídicas o una combinación de estas pueden dar lugar a recubrimientos de la misma calidad que las pinturas de resinas alquídicas convencionales (de base solvente orgánico). Existen igualmente pinturas de uretano de base acuosa. Algunas de las diferencias con respecto a la calidad de las pinturas base disolvente son:



- Dificultad para aplicarlas en condiciones de humedad / meteorología adversa.
- La aplicación a baja temperatura también es difícil puesto que su viscosidad aumenta significativamente al bajar la temperatura.
- Los tiempos de secado suelen ser más largos.
- La superficie a pintar debe encontrarse muy limpia para lograr una buena adherencia. En función del tipo de suciedad, puede requerirse una limpieza previa con solventes orgánicos, lo que produciría la emisión de COVs que se pretende evitar.
- El acabado no tiene el mismo brillo.
- Su coste de producción y de venta suele ser superior.
- Existe riesgo en algunos casos de resolubilización de la pintura acuosa al estar expuesta a la acción del agua, aunque ciertos aditivos logran el entrecruzamiento suficiente de los componentes para evitar el problema.
- Recubrimiento quebradizo. Las resinas de bajo peso molecular empleadas (por ejemplo, estireno) producen un recubrimiento duro pero quebradizo. Para evitarlo es necesario añadir en la formulación resinas de peso molecular más alto, por ejemplo acrílicas.

Implicaciones económicas

- Según consultas realizadas a empresas que fabrican pinturas que han obtenido la Etiqueta Ecológica Europea:
- Para conseguir no superar los límites que marca la legislación y el criterio nº2 de la Etiqueta Ecológica Europea sobre emisión de COVs, son necesarios algunos cambios en la formulación química del producto. Estos cambios son información confidencial que las empresas no quieren facilitar.
 - No son necesarios cambios en la maquinaria de producción, de modo que, no se requiere inversión en maquinaria.

Implicaciones ambientales

La reducción del uso de disolventes orgánicos en la formulación de pinturas y barnices supone la disminución de la emisión de COVs tanto durante la fabricación de tales productos como durante su aplicación. El uso de pinturas base agua con escaso contenido en disolventes orgánicos permite el mantenimiento de un aire interior de buena calidad contribuyendo a mejorar el confort, el bienestar y la salud de los ocupantes del edificio o usuarios del producto.

Los dispositivos empleados en su aplicación pueden ser limpiados con agua, con lo que se logra evitar también en esta operación la emisión de COVs a la atmósfera y la exposición del trabajador a tales sustancias.

FASE	Obtención MMPP y componentes	Producción en fábrica	Distribución	Uso	Final de vida	General
PROS	Utilización de materias primas menos nocivas y peligrosas	La emisión de COVs en la formulación del producto también se reduce		Disminución de emisión de COVs Limpieza de dispositivos con agua.		
CONTRAS	Uso de algunos disolventes orgánicos			Limpieza previa de la superficie con solventes orgánicos		

Ejemplo de aplicación de la medida

En la página de la etiqueta ecológica europea www.eco-label.com/spanish puede realizarse búsqueda de productos que disponen de dicha etiqueta en la categoría de pinturas y barnices de interior y acceder a información sobre el producto y su fabricante. Como se comentó anteriormente, uno de los criterios para la obtención de la ecoetiqueta para estos productos es la reducción del contenido en COVs.

Del listado de productos que poseen la ecoetiqueta en España, son varios los ejemplos de pinturas y barnices base acuosa. A modo de ejemplo, se cita a continuación el siguiente producto:

AISLASOL AL AGUA A-17 de la empresa INDUSTRIAS TITAN S.A. (más información en www.titanlux.com)

Referencias

- "Substitution case study: Alternatives to solvent-based paints". The Massachusetts Toxics Use Reduction Institute. 1993.
- Decisión 2002/739/CE, de 3 de septiembre de 2002, por la que se establecen los criterios ecológicos revisados para la concesión de la etiqueta ecológica comunitaria a las pinturas y barnices de interior y por la que se modifica la Decisión 1999/10/CE (D.O.C.E. L236 de 04/09/2002).
- The Ecolabelling criteria based on the life cycle inventory of eleven indoors decorative paints. Version 2 (June 1994). Ecobilan Company for the Ministry of Environment in France.
- www.eco-label.com/spanish
- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)



CÓDIGO: PIN-03

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

MEDIDA:

APLICABLE A:

Reducción del contenido en Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)

Formulación de pinturas base disolvente con alto contenido en sólidos

Pinturas / Barnices

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

Formulación de pinturas base disolvente con la tecnología de alto contenido en sólidos.

Compuesto orgánico volátil es todo compuesto orgánico que, en condiciones normales de presión, tiene un punto de ebullición igual o inferior a 250 °C (Por ejemplo: Tolueno, xileno, acetona, fenoles, formaldehído, etc.). Habitualmente son nocivos para la salud, de manejo peligroso debido a su inflamabilidad y, además, contribuyen también al deterioro del medio ambiente, ya que como consecuencia de procesos fotoquímicos, una vez liberados a la atmósfera estos compuestos originan ozono a nivel del suelo que puede dañar zonas vegetales, cosechas y árboles, así como producir irritación de las vías respiratorias, los ojos y la piel en los seres vivos.

Los disolventes orgánicos que contienen las pinturas y barnices son en muchos casos compuestos orgánicos volátiles, y en el proceso de secado de estos productos los disolventes que contienen se evaporan, con el consiguiente riesgo para la salud y el medio ambiente.

Las pinturas de alto contenido en sólidos permiten reducir muy significativamente la cantidad de disolventes orgánicos empleados en su formulación, y consecuentemente, la emisión de COVs. Tales pinturas contienen los mismos constituyentes básicos que una pintura convencional base disolvente, pero en distinta proporción: Si en una pintura convencional el contenido en sólidos se encuentra entre el 8-30 %, en una de alto contenido en sólidos el rango es de 60-100%. (ref 1).

La aplicación de esta medida permitirá cumplir:

- 1) La Directiva 2004/42/CE, que fijó la cantidad máxima de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) presentes en distintos tipos de pinturas y barnices.
- 2) El criterio nº 2 para la obtención de la Etiqueta Ecológica Europea para pinturas y barnices de interior, que establece que el contenido de compuestos orgánicos volátiles no deberá superar ciertos valores (ref.2). Aunque no es un requisito legal de obligado cumplimiento, puede servir de referencia de cara a la mejora ambiental del producto.

Implicaciones técnicas

Valores de referencia del contenido en Compuestos Orgánicos Volátiles:

- 1) La Directiva 2004/42/CE fijó la cantidad máxima de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) presentes en distintos tipos de pinturas y barnices. Dicha Directiva ha sido incorporada al ordenamiento jurídico español mediante Real Decreto 227/06 de 24 de febrero, por el que se complementa el régimen jurídico sobre la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles en determinadas pinturas y barnices y en productos de renovación del acabado de vehículos. Contempla una reducción paulatina del contenido en COVs en dos fases, una primera fase que aplica desde 01/01/2007, y una segunda fase que aplicará a partir de 01/01/2010.
- 2) El criterio nº 2 de la ETIQUETA ECOLÓGICA EUROPEA para pinturas y barnices de interior establece que el contenido de compuestos orgánicos volátiles no deberá superar los valores siguientes (ref.2):
 - a. "Pinturas de pared (de conformidad con la norma EN 13300): 30 g/l (menos el agua),
 - b. Otras pinturas con un rendimiento mínimo de 15 m²/l y un poder cubriente del 98 % de opacidad: 250 g/l (menos el agua),
 - c. Todos los demás productos (incluidas las pinturas que no sean de pared y que tengan un rendimiento inferior a 15 m²/l, los barnices, los tintes para madera, los recubrimientos y las pinturas de suelos y los productos afines): 180 g/l (menos el agua)."

Aspectos técnicos: (información obtenida de la ref. 1)

Las pinturas de alto contenido en sólidos contienen los mismos constituyentes básicos que una pintura convencional base disolvente, pero en distinta proporción. Si en una pintura convencional el contenido en sólidos se encuentra entre el 8-30 %, en una de alto contenido en sólidos el rango es de 60-100%. Las formulaciones de



estas pinturas tienden a utilizar resinas de bajo peso molecular con grupos funcionales muy reactivos para conseguir la polimerización. Algunas composiciones utilizadas incluyen poliuretanos vulcanizado mediante isocianato, poliésteres, polipropileno y acrílicos.

Debido al incremento en el contenido de sólidos y la escasa cantidad de disolvente orgánico, la viscosidad aumenta considerablemente, hasta tres o cuatro veces más que en el caso de las pinturas convencionales. Esto trae consigo la necesidad de métodos de manipulación y aplicación diferentes. Por ejemplo, para facilitar su aplicación, si se utiliza algún dispositivo mecánico tipo spray, la viscosidad del producto se puede reducir incorporando un calefactor que permita aumentar la temperatura del producto.

Al igual que en el caso de pinturas base agua, la superficie a pintar debe encontrarse muy limpia para lograr una buena adherencia. En función del tipo de suciedad, puede requerirse una limpieza previa con solventes orgánicos, lo que produciría la emisión de COVs que se pretende evitar.

En cuanto a la calidad del recubrimiento final, puede considerarse bastante similar a la de un producto convencional.

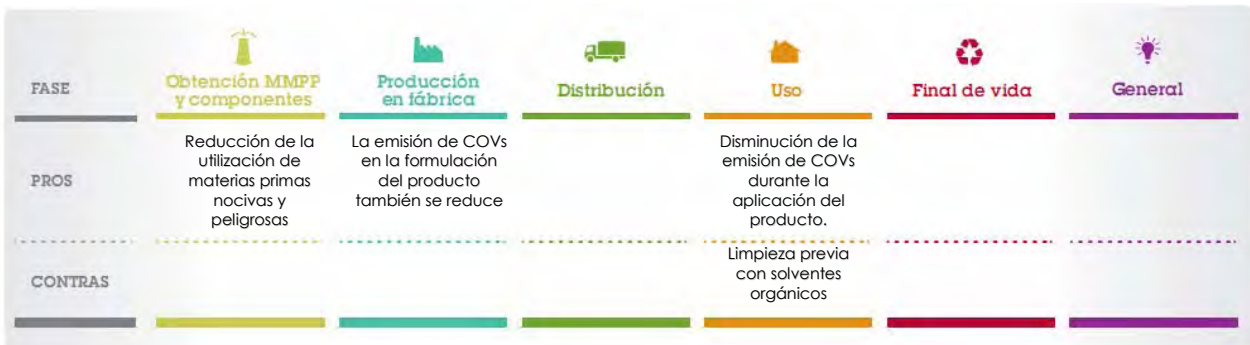
Implicaciones económicas

Según consultas realizadas a empresas que fabrican pinturas que han obtenido la Etiqueta Ecológica Europea:

- Para conseguir no superar los límites que marca la legislación y el criterio nº2 de la Etiqueta Ecológica Europea sobre la emisión de COVs, son necesarios algunos cambios en la formulación química del producto. Estos cambios son información confidencial que las empresas no quieren facilitar.
- No son necesarios cambios en la maquinaria de producción, de modo que, no se requiere inversión en maquinaria.

Implicaciones ambientales

La reducción del uso de disolventes orgánicos en la formulación de pinturas y barnices supone la disminución de la emisión de COVs tanto durante la fabricación de tales productos como durante su aplicación. El uso de pinturas de alto contenido en sólidos con escaso contenido en disolventes orgánicos permite el mantenimiento de un aire interior de buena calidad contribuyendo a mejorar el confort, el bienestar y la salud de los ocupantes del edificio o usuarios del producto.



Ejemplo de aplicación de la medida

En la página de la etiqueta ecológica europea www.eco-label.com/spanish puede realizarse búsqueda de productos que disponen de dicha etiqueta en la categoría de pinturas y barnices de interior y acceder a información sobre el producto y su fabricante. Como se comentó anteriormente, uno de los criterios para la obtención de la ecoetiqueta para estos productos es la reducción del contenido en COVs.

Del listado de productos que poseen la ecoetiqueta en España, son varios los ejemplos de pinturas y barnices con alto contenido en sólidos. A modo de ejemplo, se cita a continuación el siguiente producto:

LACALUX ESMALTE BRILLANTE de la empresa INDUSTRIAS TITAN S.A. (más información en www.titanlux.com)

Referencias

- "Substitution case study: Alternatives to solvent-based paints". The Massachusetts Toxics Use Reduction Institute. 1993.
- Decisión 2002/739/CE, de 3 de septiembre de 2002, por la que se establecen los criterios ecológicos revisados para la concesión de la etiqueta ecológica comunitaria a las pinturas y barnices de interior y por la que se modifica la Decisión 1999/10/CE (D.O.C.E. L236 de 04/09/2002).
- The Ecolabelling criteria based on the life cycle inventory of eleven indoors decorative paints. Version 2 (June 1994). Ecobilan Company for the Ministry of Environment in France.
- www.eco-label.com/spanish
- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)



CÓDIGO: PIN-04

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

MEDIDA:

APLICABLE A:

Reducción del contenido en Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)

Formulación de pinturas en polvo

Pinturas / Barnices

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

Compuesto orgánico volátil es todo compuesto orgánico que, en condiciones normales de presión, tiene un punto de ebullición igual o inferior a 250 °C (Por ejemplo: Tolueno, xileno, acetona, fenoles, formaldehído, etc.). Habitualmente son nocivos para la salud, de manejo peligroso debido a su inflamabilidad y, además, contribuyen también al deterioro del medio ambiente, ya que como consecuencia de procesos fotoquímicos, una vez liberados a la atmósfera estos compuestos originan ozono a nivel del suelo que puede dañar zonas vegetales, cosechas y árboles, así como producir irritación de las vías respiratorias, los ojos y la piel en los seres vivos.

Los disolventes orgánicos que contienen las pinturas y barnices son en muchos casos compuestos orgánicos volátiles, y en el proceso de secado de estos productos los disolventes que contienen se evaporan, con el consiguiente riesgo para la salud y el medio ambiente.

Las pinturas en polvo no contienen disolventes orgánicos en su formulación, siendo las únicas que se aplican en seco sobre la superficie que se pretende recubrir evitándose la emisión de COVs. (ref.1).

La aplicación de esta medida permitirá cumplir:

- 1) La Directiva 2004/42/CE, que fijó la cantidad máxima de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) presentes en distintos tipos de pinturas y barnices.
- 2) El criterio nº 2 para la obtención de la Etiqueta Ecológica Europea para pinturas y barnices de interior, que establece que el contenido de compuestos orgánicos volátiles no deberá superar ciertos valores (ref.2). Aunque no es un requisito legal de obligado cumplimiento, puede servir de referencia de cara a la mejora ambiental del producto.

Implicaciones técnicas

Valores de referencia del contenido en Compuestos Orgánicos Volátiles:

- 3) La Directiva 2004/42/CE fijó la cantidad máxima de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) presentes en distintos tipos de pinturas y barnices. Dicha Directiva ha sido incorporada al ordenamiento jurídico español mediante Real Decreto 227/06 de 24 de febrero, por el que se complementa el régimen jurídico sobre la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles en determinadas pinturas y barnices y en productos de renovación del acabado de vehículos. Contempla una reducción paulatina del contenido en COVs en dos fases, una primera fase que aplica desde 01/01/2007, y una segunda fase que aplicará a partir de 01/01/2010.
- 4) El criterio nº 2 de la ETIQUETA ECOLÓGICA EUROPEA para pinturas y barnices de interior establece que el contenido de compuestos orgánicos volátiles no deberá superar los valores siguientes (ref.2):
 - i. "Pinturas de pared (de conformidad con la norma EN 13300): 30 g/l (menos el agua),
 - ii. Otras pinturas con un rendimiento mínimo de 15 m²/l y un poder cubriente del 98 % de opacidad: 250 g/l (menos el agua),
 - iii. Todos los demás productos (incluidas las pinturas que no sean de pared y que tengan un rendimiento inferior a 15 m²/l, los barnices, los tintes para madera, los recubrimientos y las pinturas de suelos y los productos afines): 180 g/l (menos el agua)."

El uso de pinturas en polvo es una alternativa a los recubrimientos base disolvente. Permiten evitar las emisiones de COVs ya que no contienen disolventes orgánicos en su formulación. Mientras las pinturas convencionales requieren de disolvente o agua para facilitar la aplicación de la resina sobre la superficie, la pintura en polvo se aplica en seco.

Las pinturas en polvo consisten básicamente en una resina termoplástica o termoestable mezclada con pigmentos. La mezcla se encuentra finamente dividida. Son pulverizadas en seco, normalmente con un equipo de spray electrostático. En este tipo de equipos, el polvo es sometido a descarga eléctrica, con lo que las partículas



quedan cargadas. El polvo es dirigido entonces hacia la superficie a recubrir, donde se deposita y fija ayudado por la carga electrostática. La atracción es suficiente para mantener el polvo en la superficie. A continuación, la capa de polvo se somete a alta temperatura, con lo que funde y/o polimeriza según la naturaleza de sus constituyentes y origina el recubrimiento deseado.

En la formulación de las pinturas en polvo pueden emplearse dos tipos de resina: Termoestables y termoplásticas. Las resinas termoestables están basadas en epóxido, poliéster, poliuretano y compuestos acrílicos, que cuando son calentados, funden originando una película continua que reacciona químicamente para formar un polímero de alto peso molecular. Las resinas termoplásticas son polímeros de elevado peso molecular (nylon, cloruro de polivinilo, fluoropolímeros y poliolefinas) que, debido a su alta viscosidad en estado fundido, son utilizadas generalmente en aplicaciones de mayor espesor.

Aunque la pintura en polvo suele utilizarse para recubrimiento de superficies metálicas, es posible aplicarlas también a otros materiales como plástico, vidrio, cerámica y madera. Lógicamente, se requieren variaciones en el proceso de aplicación de la pintura porque el material a recubrir no es conductor de la electricidad (por ejemplo, puede utilizarse para paliarlo algún agente electrostático), y porque (caso de la madera o del plástico) no soporta las altas temperaturas que deben aplicarse para obtener el acabado final (se utilizan entonces resinas de curado a más baja temperatura).

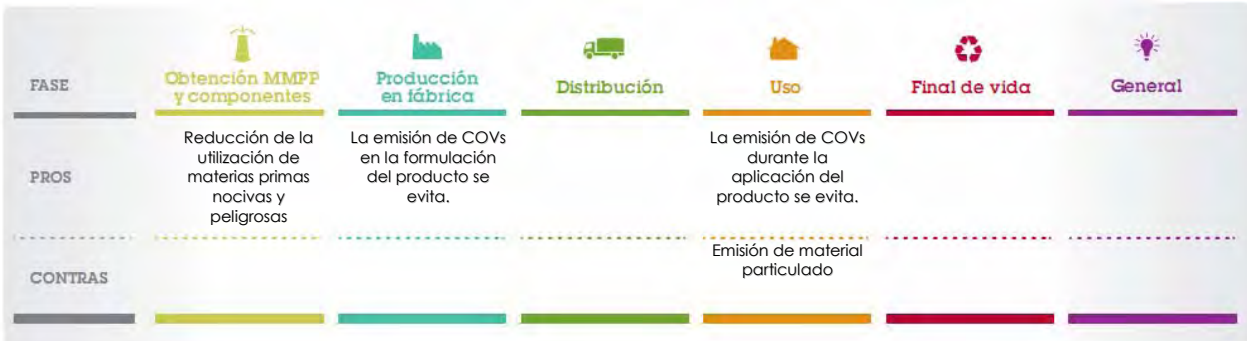
Implicaciones económicas

Según consultas realizadas a empresas que fabrican pinturas en polvo que han obtenido la Etiqueta Ecológica Europea:

- Para conseguir no superar los límites que marca la legislación y el criterio nº2 de la Etiqueta Ecológica Europea sobre la emisión de COVs, son necesarios algunos cambios en la formulación química del producto. Estos cambios son información confidencial que las empresas no quieren facilitar.
- No son necesarios cambios en la maquinaria de producción, de modo que, no se requiere inversión en maquinaria.

Implicaciones ambientales

La no utilización de disolventes orgánicos en la formulación de pinturas supone evitar la emisión de COVs tanto durante la fabricación de tales productos como durante su aplicación.



Ejemplo de aplicación de la medida

Interpon@Arquitectura de AKZONOBEL POWDER COATINGS

Interpon es la marca de recubrimientos en polvo que ampara todos los productos Akzo Nobel para los sectores de Arquitectura, Automoción, Electrodoméstico e Industria en General (incluyendo, entre otros: mueble metálico, aparellaje eléctrico, ofimática, juguete, iluminación, sistemas de almacenaje, vending, maquinaria industrial, herramientas, etc...).

En lo que a Arquitectura se refiere AkzoNobel Powder Coatings dispone de una gama de recubrimientos para decorar y proteger superficies metálicas con alta durabilidad y resistencia al exterior. Mas información en: www.interpon.es/es/arq/arq.html

Referencias

- Substitution case study: "Alternatives to solvent-based paints". The Massachusetts Toxics Use Reduction Institute. 1993.
- Decisión 2002/739/CE, de 3 de septiembre de 2002, por la que se establecen los criterios ecológicos revisados para la concesión de la etiqueta ecológica comunitaria a las pinturas y barnices de interior y por la que se modifica la Decisión 1999/10/CE (D.O.C.E. L236 de 04/09/2002).
- The Ecolabelling criteria based on the life cycle inventory of eleven indoors decorative paints. Version 2 (June 1994). Ecobilan Company for the Ministry of Environment in France.
- www.powdercoating.org



CÓDIGO: PIN-05

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducción del contenido en hidrocarburos aromáticos volátiles

MEDIDA: Formulación de pinturas en base agua, alto contenido en sólidos o en polvo

APLICABLE A: Pinturas / Barnices



Descripción de la medida

Los hidrocarburos aromáticos volátiles son un tipo de disolventes orgánicos empleados en la formulación de pinturas y barnices. Son compuestos orgánicos volátiles, y como ya se comentó en las fichas PIN-02, PIN-03 y PIN-04, son sustancias nocivas para la salud, de manejo peligroso debido a su inflamabilidad y, además, contribuyen también al deterioro del medio ambiente. Su liberación a la atmósfera se produce durante la fabricación del producto y especialmente durante la aplicación del mismo.

Su eliminación o bien su limitación en las pinturas y barnices es por lo tanto una mejora ambiental del producto. De hecho el criterio 3 de la Etiqueta Ecológica Europea para pinturas y barnices de interior limita su contenido.

Implicaciones técnicas

A continuación se citan el contenido del criterio 3 de la Etiqueta Ecológica Europea para pinturas y barnices de interior que puede servir de referencia de cara a la mejora ambiental del producto (ref.1):

"3. HIDROCARBUROS AROMÁTICOS VOLÁTILES

El contenido de hidrocarburos aromáticos volátiles no deberá superar los valores siguientes:

Pinturas de pared (de conformidad con la norma EN 13300): 0,15 % del producto (m/m),

Todos los demás productos (incluidas todas las demás pinturas, los barnices, los tintes para madera, los recubrimientos y las pinturas de suelos y los productos afines): 0,4 % del producto (m/m).

En este contexto, un hidrocarburo aromático volátil es todo hidrocarburo que, en condiciones normales de presión, tiene un punto de ebullición igual o inferior a 250 °C y posee al menos un anillo aromático en su fórmula estructural desarrollada."

En las fichas PIN-02, PIN-03 y PIN-04 se proponían medidas (formulación de pinturas base agua, pinturas base disolvente de alto contenido en sólidos y pinturas en polvo, respectivamente) que permiten reducir la cantidad de disolventes orgánicos en las pinturas y barnices, y que son extensibles al presente caso.

Implicaciones económicas

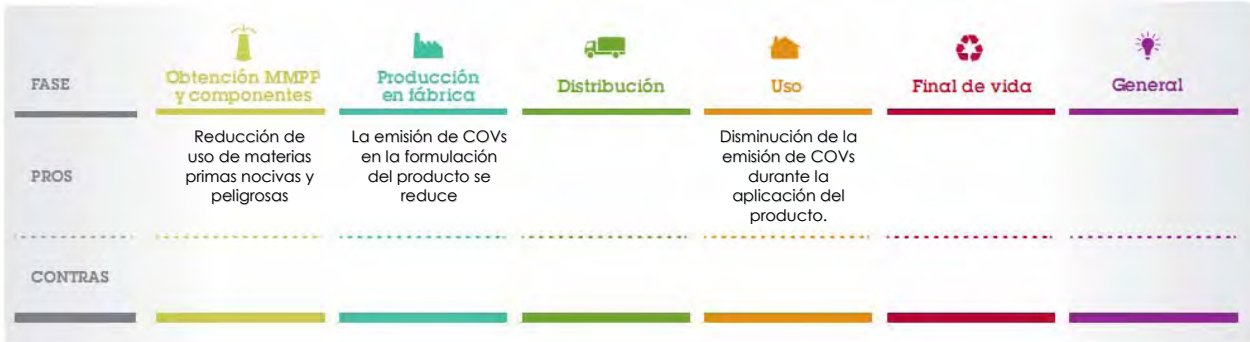
Según consultas realizadas a empresas que fabrican pinturas con base acuosa, con alto contenido en sólidos o pinturas en polvo y que poseen la Etiqueta Ecológica Europea:

- Son necesarios cambios en la formulación química del producto con el objetivo de conseguir no superar los límites establecidos en el criterio 3 de la etiqueta ecológica europea sobre pinturas y barnices de interior. Estos cambios son confidenciales pero no suponen ningún coste extra.
- No son necesarios cambios en la maquinaria de producción, de modo que, no se requiere inversión en maquinaria.



Implicaciones ambientales

La reducción del uso de estos disolventes orgánicos en la formulación de pinturas y barnices supone la disminución de la emisión de COVs tanto durante la fabricación de tales productos como durante su aplicación. Permite el mantenimiento de un aire interior de buena calidad contribuyendo a mejorar el confort, el bienestar y la salud de los ocupantes del edificio o usuarios del producto.



Ejemplo de aplicación de la medida

En la página de la etiqueta ecológica europea www.eco-label.com/spanish puede realizarse búsqueda de productos que disponen de dicha etiqueta en la categoría de pinturas y barnices de interior y acceder a información sobre el producto y su fabricante. Todos estos productos cumplen el criterio 3 citado. A modo de ejemplo, se indica a continuación el siguiente producto:

PARROCRIL INTER-ECO de la empresa AKZO NOBEL COATINGS SA Deco-Spain (más información en www.akzonobel.com)

Referencias

- Decisión 2002/739/CE, de 3 de septiembre de 2002, por la que se establecen los criterios ecológicos revisados para la concesión de la etiqueta ecológica comunitaria a las pinturas y barnices de interior y por la que se modifica la Decisión 1999/10/CE (D.O.C.E. L236 de 04/09/2002).
- The Ecolabelling criteria based on the life cycle inventory of eleven indoors decorative paints. Version 2 (June 1994). Ecobilan Company for the Ministry of Environment in France.
- www.eco-label.com/spanish
- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)



CÓDIGO: PIN-06

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducción materias primas con fuerte impacto ambiental

MEDIDA: Ausencia de metales pesados

APLICABLE A: Pinturas / Barnices



Descripción de la medida

Los metales pesados tienen efectos tóxicos sobre los seres vivos. Su toxicidad está caracterizada por el elemento metálico en cuestión pero se ve modificada por el tipo de compuesto, orgánico o inorgánico, y sus características de hidro o liposolubilidad, que determina su toxicocinética. Los principales sistemas afectados son el gastrointestinal, neurológico central y periférico, hemático y renal. Algunos de los compuestos metálicos son carcinógenos.

Su liberación en forma particulada supone la contaminación del aire, y en forma de sustancias solubles contaminan los cursos de aguas superficiales y las aguas subterráneas. En este sentido, la legislación ambiental limita de forma cada vez más estricta su presencia en emisiones a la atmósfera y vertidos a las aguas procedentes de actividades industriales.

Los pinturas y barnices que contienen metales pesados presentan (a lo largo de su ciclo de vida) la posibilidad de movilización y liberación de los mismos en el entorno (por ejemplo, en el proceso de fabricación como consecuencia de su evacuación en aguas residuales o a través de los residuos generados, durante la construcción, durante la gestión de los residuos de demolición, etc.).

Su eliminación es por lo tanto una mejora ambiental del producto. De hecho el criterio 4 de la Etiqueta Ecológica Europea para pinturas y barnices de interior prohíbe el uso de determinados metales pesados (cadmio, plomo, cromo VI, mercurio, arsénico).

Implicaciones técnicas

A continuación se cita el contenido del criterio 4 de la Etiqueta Ecológica Europea para pinturas y barnices de interior que puede servir de referencia de cara a la mejora ambiental del producto (ref.1):

"4. METALES PESADOS

No podrán utilizarse como ingredientes del producto (bien como sustancia o como parte de cualquier preparado utilizado) ninguno de los metales pesados siguientes ni sus compuestos: cadmio, plomo, cromo VI, mercurio, arsénico.

Se acepta que los ingredientes puedan contener trazas de estos metales procedentes de las impurezas de las materias primas."

Así, por ejemplo, la utilización de pinturas que contengan minio o sustancias crómicas aumentan el riesgo de que los metales pesados asociados a las mismas (plomo y cromo respectivamente) puedan liberarse al entorno a lo largo de su ciclo de vida. El objetivo sería el uso de tratamientos alternativos de recubrimientos anticorrosivos que no contengan metales pesados en su composición. Algunas alternativas podrían ser (ref. 3):

Imprimaciones sintéticas anticorrosivas, a base de resinas alquídicas modificadas y pigmentos anticorrosivos (que no contengan metales pesados).

Clorocauchos.

Pinturas a base de resinas de poliuretano.

Resinas vinílicas.

Convertidores de óxido que combinan resinas de dispersión acuosa y sustancias activas que en contacto con el óxido forman un complejo químico estable que crea una capa protectora neutra que evita que el óxido



evolucione.

Pinturas que contengan fosfatos de zinc epóxico o polvos de zinc epóxico (si bien el zinc es también un metal pesado aunque la Etiqueta Ecológica Europea no exige su no utilización).

Implicaciones económicas

Según consultas realizadas a empresas que fabrican pinturas y barnices sin metales pesados y que poseen la Etiqueta Ecológica Europea:

- Para conseguir no superar los límites que marca la Etiqueta Ecológica Europea en el criterio 4, son necesarios algunos cambios en la formulación química del producto. Estos cambios son información confidencial que las empresas no quieren facilitar.
- No son necesarios cambios en la maquinaria de producción, de modo que, no se requiere inversión en maquinaria.

Implicaciones ambientales

La eliminación de metales pesados en las materias primas con las que se formulan las pinturas impide que tales metales pesados lleguen al entorno durante la fabricación, uso y desecho de tales productos.



Ejemplo de aplicación de la medida

En la página de la etiqueta ecológica europea www.eco-label.com/spanish puede realizarse búsqueda de productos que disponen de dicha etiqueta en la categoría de pinturas y barnices de interior y acceder a información sobre el producto y su fabricante. Todos estos productos cumplen el criterio 4 citado. A modo de ejemplo, se indica a continuación el siguiente producto:

PINTURA PLASTICA INTERIOR MATE de la empresa INDUSTRIAS PROA (más información en www.pinturasproa.com)

Referencias

- Decisión 2002/739/CE, de 3 de septiembre de 2002, por la que se establecen los criterios ecológicos revisados para la concesión de la etiqueta ecológica comunitaria a las pinturas y barnices de interior y por la que se modifica la Decisión 1999/10/CE (D.O.C.E. L236 de 04/09/2002).
- www.eco-label.com/spanish
- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
- The Ecolabelling criteria based on the life cycle inventory of eleven indoors decorative paints. Version 2 (June 1994). Ecobilan Company for the Ministry of Environment in France.



CÓDIGO: PIN-07

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Reducción materias primas con fuerte impacto ambiental

MEDIDA: Limitación del contenido en ingredientes peligrosos

APLICABLE A: Pinturas / Barnices



Descripción de la medida

En la formulación de una pintura o barniz se utilizan múltiples sustancias de naturaleza química que pueden tener efectos sobre la salud humana (tóxicos, muy tóxicos, carcinogénicos, mutagénicos, tóxicos para la función reproductora) o ser peligrosos para el medio ambiente. Su eliminación es por lo tanto una mejora ambiental del producto. De hecho el criterio 5 de la Etiqueta Ecológica Europea para pinturas y barnices de interior prohíbe la presencia de determinadas sustancias.

Implicaciones técnicas

A continuación se cita el contenido del criterio 5 de la Etiqueta Ecológica Europea para pinturas y barnices de interior que puede servir de referencia de cara a la mejora ambiental del producto (ref.1):

“5. SUSTANCIAS PELIGROSAS

- a) Producto: El producto no deberá estar clasificado como muy tóxico, tóxico, peligroso para el medio ambiente, carcinogénico, tóxico para la función reproductora o mutagénico con arreglo a la Directiva 1999/45/CE.
- b) Ingredientes (muy tóxicos, tóxicos, carcinogénicos, mutagénicos, tóxicos para la función reproductora): No se utilizará ningún ingrediente (sustancia o preparado) al que, en el momento de la solicitud, se le atribuya o pueda atribuírsele alguna de las frases de riesgo siguientes (o una combinación de ellas):
 - R23 (tóxico por inhalación),
 - R24 (tóxico en contacto con la piel),
 - R25 (tóxico si se ingiere),
 - R26 (muy tóxico por inhalación),
 - R27 (muy tóxico en contacto con la piel),
 - R28 (muy tóxico si se ingiere),
 - R39 (peligro de efectos irreversibles muy graves),
 - R45 (puede causar cáncer),
 - R46 (puede causar perjuicios genéticos hereditarios),
 - R48 (peligro de perjuicios graves para la salud por exposición prolongada),
 - R60 (puede reducir la fertilidad),
 - R61 (puede causar daños al feto),

No obstante, los ingredientes activos empleados como conservantes en la fórmula y a los que se atribuyan alguna de las frases de riesgo R23, R24, R25, R26, R27, R28, R39 o R48 (o una combinación de ellas) podrán utilizarse hasta el límite del 0,1 % (m/m) del total del producto.

c) Ingredientes (peligrosos para el medio ambiente): Ningún ingrediente (sustancia o preparado) al que, en el momento de la solicitud, se le atribuya o pueda atribuírsele alguna de las frases de riesgo siguientes (o una combinación de ellas):

- R50 (muy tóxico para los organismos acuáticos),
- R51 (tóxico para los organismos acuáticos),
- R52 (nocivo para los organismos acuáticos),
- R53 (puede causar efectos adversos duraderos en el entorno acuático),

tal como establece la Directiva 67/548/CEE o la Directiva 1999/45/CE, podrá rebasar el 2,5 % en masa del producto.

La suma total de todos los ingredientes a los que, en el momento de la solicitud, se les atribuyan o puedan atribuírseles alguna de estas frases de riesgo (o una combinación de ellas) no podrá rebasar el 5 % en masa del



producto.

Este requisito no se aplica al amoníaco, a los alquilamonios ni a las alquilaminas.

Este requisito no afecta a la obligación de cumplir los requisitos establecidos en la letra a) del criterio 5.

d) Alquilfenoletoxilados (APEO): No podrán utilizarse.

e) Éteres de glicol: No podrá utilizarse éter metílico de dietilenglicol (DEGME, CAS 111-77-3).

f) Compuestos de isotiazolinona: El contenido de los compuestos de isotiazolinona en el producto no podrá ser superior a 500 ppm, y el de la mezcla de 5-cloro-2-metil-2H-isotiazol-3-ona (CE nº 247-500-7) y 2-metil-2H-isotiazol-3-ona (CE nº 220-239-6) (3:1) no podrá ser superior a 15 ppm.

g) Formaldehídos: El contenido de formaldehídos libres presentes en el producto no podrá ser superior a 10 mg/kg. Los liberadores de formaldehídos sólo podrán añadirse en cantidades tales que garanticen que el contenido total resultante de formaldehídos libres no supere 10 mg/kg."

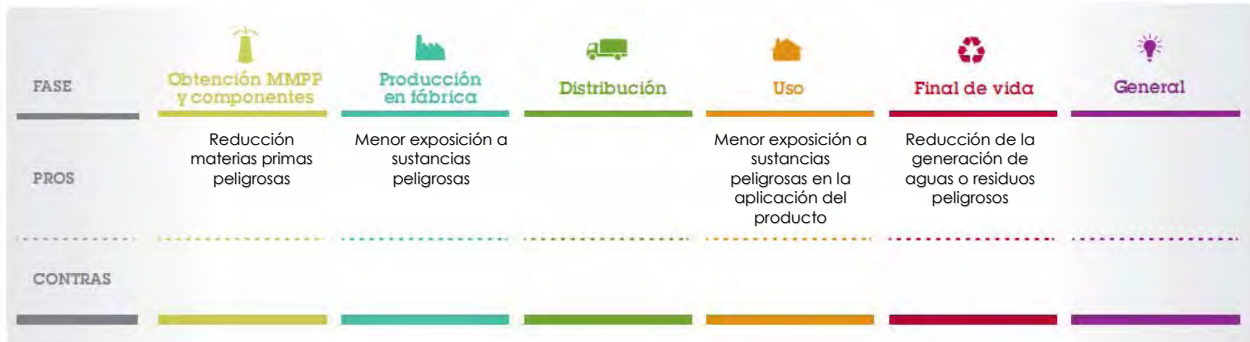
Implicaciones económicas

Según consultas realizadas a empresas que fabrican pinturas o barnices que poseen la Etiqueta Ecológica Europea y que por tanto, han limitado su contenido en sustancias peligrosas:

- Para conseguir no superar los límites que marca la Etiqueta Ecológica Europea en su criterio 5, son necesarios algunos cambios en la formulación química del producto. Estos cambios son información confidencial que las empresas no quieren facilitar.
- No son necesarios cambios en la maquinaria de producción, de modo que, no se requiere inversión en maquinaria.

Implicaciones ambientales

La eliminación de sustancias peligrosas para la salud humana y/o el medio ambiente en las materias primas con las que se formulan las pinturas impide que tales sustancias lleguen al entorno durante la fabricación, uso y desecho de tales productos.



Ejemplo de aplicación de la medida

En la página de la etiqueta ecológica europea www.eco-label.com/spanish puede realizarse búsqueda de productos que disponen de dicha etiqueta en la categoría de pinturas y barnices de interior y acceder a información sobre el producto y su fabricante. Todos estos productos cumplen el criterio 5 citado. A modo de ejemplo, se indica a continuación el siguiente producto:

PINTURA PLASTICA ECOLOGICA de la empresa PINTURAS LEPANTO S.A. (más información en www.pinturaslepanto.com)

Referencias

- Decisión 2002/739/CE, de 3 de septiembre de 2002, por la que se establecen los criterios ecológicos revisados para la concesión de la etiqueta ecológica comunitaria a las pinturas y barnices de interior y por la que se modifica la Decisión 1999/10/CE (D.O.C.E. L236 de 04/09/2002).
- www.eco-label.com/spanish
- www.productosostenible.net (Productos Ecodiseñados / Edificación)
- The Ecolabelling criteria based on the life cycle inventory of eleven indoors decorative paints. Version 2 (June 1994). Ecobilan Company for the Ministry of Environment in France.



CÓDIGO: PIN-08

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Ecoetiquetado

MEDIDA: Diseño de productos que cumplan criterios de la Etiqueta Ecológica Europea

APLICABLE A: Pinturas y Barnices de interior

Estrategias de ecodiseño							
Obtención MMPP y componentes		Producción en fábrica	Distribución	Uso	Final de vida		General
SELECCIONAR MATERIALES DE BAJO IMPACTO	REDUCIR EL USO DE MATERIAL	SELECCIONAR TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN AMBIENTALMENTE EFICIENTES	SELECCIONAR FORMAS DE DISTRIBUCIÓN AMBIENTALMENTE EFICIENTES	REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL EN LA FASE DE UTILIZACIÓN	OPTIMIZAR EL SISTEMA DE FIN DE VIDA	OPTIMIZAR EL CICLO DE VIDA	OPTIMIZAR LA FUNCIÓN
Reducción materias primas con elevado impacto		Menor exposición a sustancias peligrosas en la fabricación del producto		Menor exposición a sustancias peligrosas en la aplicación del producto	Disminución de la generación de residuos peligrosos	Mejora global del ciclo de vida del producto	

Descripción de la medida

Las etiquetas ecológicas o ecoetiquetas son logotipos otorgados por un organismo oficial que nos indican que el producto que la ostenta tiene menor incidencia ambiental que otros productos que hacen la misma función. Son de carácter voluntario. Para cada categoría de productos hay unos criterios ecológicos que permiten la evaluación y concesión de la ecoetiqueta, y que generalmente han sido establecidos en base a estudios de Análisis de Ciclo de Vida del producto.

Existen múltiples ecoetiquetas, lo que sin lugar a dudas produce confusión en el consumidor. La medida propuesta se orienta hacia el mecanismo común establecido para todos los países de la Unión Europea. La Unión Europea creó, en el año 1992, un sistema voluntario de Etiqueta Ecológica. Inicialmente, su ámbito de aplicación se limitaba a los productos, pero a partir de septiembre de 2000 este mecanismo se amplió a algunos servicios.

La Etiqueta Ecológica Europea establece para cada categoría de producto unos criterios ambientales selectivos, transparentes y con suficiente información y base científica. La elección de productos con la ecoetiqueta europea permite a los consumidores asegurarse de escoger la opción que reduce los efectos ambientales adversos y contribuye al uso eficaz de los recursos.

De entre las categorías de productos y servicios para los que es posible obtener la Etiqueta Ecológica Europea, se encuentran las pinturas y barnices de interior. Los criterios a cumplir son: (ref.1)

- 1- Pigmentos blancos (ver ficha PIN-01)
- 2- Compuestos Orgánicos Volátiles (ver ficha PIN-02, PIN-03 y PIN-04)
- 3- Hidrocarburos Aromáticos Volátiles (ver ficha PIN-05)
- 4- Metales Pesados (ver ficha PIN-06)
- 5- Sustancias Peligrosas (ver ficha PIN-07)
- 6- Idoneidad para el uso (ver apartado siguiente)
- 7- Información para el consumidor (ver apartado siguiente)
- 8- Información que debe figurar en la etiqueta ecológica (ver apartado siguiente)

Una empresa puede adoptar como estrategia para la mejora ambiental de su producto el cumplimiento paulatino de los criterios anteriores, si bien hasta que no cumpla la totalidad de los mismos no podrá tener acceso a la Etiqueta Ecológica Europea y ver reconocido así públicamente su esfuerzo.

Implicaciones técnicas

Los criterios 1 a 5 se han comentado en las fichas PIN-01 a PIN-07, por lo que a continuación se citaran los restantes criterios 6 a 8:

"6. IDONEIDAD PARA EL USO

a) Rendimiento: Las pinturas deberán tener un rendimiento (con poder cubriente del 98 %) de al menos 8 m² por litro de producto.

Por su parte, los recubrimientos decorativos de alto espesor (pinturas especialmente concebidas para que ofrezcan un efecto decorativo tridimensional y que se caracterizan, por lo tanto, por una capa muy gruesa) deberán tener un rendimiento de 2 m² por kg de producto.

Este requisito no se aplica a los barnices, tintes para madera, recubrimientos y pinturas de suelos, capas de fondo ni imprimaciones de adherencia.

b) Resistencia al frote húmedo: Las pinturas de pared (con arreglo a la norma EN 13300) de las que se afirme, bien en el producto o en las campañas de publicidad, que pueden lavarse o limpiarse deberán tener una resistencia al frote húmedo, medida según las normas EN 13300 y EN ISO 11998, de clase 3 o más (no se deben superar 70 micras después de 200 ciclos). Cuando se afirme que esas pinturas se pueden cepillar, deberán tener una resistencia al



frote húmedo de clase 2 o más (no se deben superar 20 micras después de 200 ciclos).

Los recubrimientos y las pinturas de suelos deberán tener una resistencia al frote húmedo de clase 1 (no se deben superar 5 micras después de 200 ciclos).

c) Resistencia al agua: Los barnices y los recubrimientos y pinturas de suelos deberán tener una resistencia al agua, determinada con el método 2 de la norma EN ISO 2812-1, tal que, tras 24 horas de exposición y 16 horas de recuperación, no se produzca ningún cambio de brillo ni de color.

d) Adherencia: Los recubrimientos y las pinturas de suelos y las capas de fondo deberán alcanzar un nivel 2 en la prueba de adherencia EN 2409.

e) Abrasión: Los recubrimientos y las pinturas de suelos deberán tener una resistencia al frote húmedo de clase 1 de conformidad con la norma EN 13300 (no se deben superar 5 micras después de 200 ciclos).

Implicaciones económicas

Los factores a considerar son: (ref. 2 y 3)

Costes de la reformulación de productos (eliminación de componentes, nuevos componentes, posibles modificaciones en proceso productivo, etc.). Según consultas realizadas a empresas que fabrican pinturas que han obtenido la Etiqueta Ecológica Europea:

- Para cumplir los distintos criterios de la Etiqueta Ecológica Europea, son necesarios cambios en la formulación química del producto. Estos cambios son información confidencial que las empresas no quieren facilitar.
- No son necesarios cambios en la maquinaria de producción, de modo que, no se requiere inversión en maquinaria.

Implicaciones ambientales

Las mejoras ambientales asociadas a los distintos criterios de la Etiqueta Ecológica Europea para Pinturas y Barnices de interior han sido comentadas en las fichas PIN-01 a PIN-07. Resumiendo, se puede destacar la reducción del uso de materias primas peligrosas y/o con elevado impacto en su fabricación, con lo que la liberación de las mismas durante todo el ciclo de vida del producto (fabricación, uso y desecho como residuo de demolición) también se reduce.



Ejemplo de aplicación de la medida

En la página de la etiqueta ecológica europea www.eco-label.com/spanish puede realizarse búsqueda de productos que disponen de dicha etiqueta en la categoría de pinturas y barnices de interior y acceder a información sobre el producto y su fabricante. A modo de ejemplo, se indica a continuación el siguiente producto: POLITEX MAT WHITE P-200 de la empresa LANDECOLOR S.A. (más información en www.landecolor.es)

Referencias

- Decisión 2002/739/CE, de 3/09/2002, por la que se establecen los criterios ecológicos revisados para la concesión de la etiqueta ecológica comunitaria a las pinturas y barnices de interior y por la que se modifica la Decisión 1999/10/CE (DOCE nº L236, de 04/09/2002).
- Decisión 728/2000, de 10/11/2000, por la que se establecen los cánones de solicitud y anuales de la etiqueta ecológica. (DOCE nº L 293, de 22/11/2000)
- Decisión 393/2003, de 22/05/2003, que modifica la Decisión 2000/728/CE por la que se establecen los cánones de solicitud y anuales de la etiqueta ecológica. (DOCE nº L 135, de 03/06/2003)
- The Ecolabelling criteria based on the life cycle inventory of eleven indoors decorative paints. Version 2 (June 1994). Ecobilan Company for the Ministry of Environment in France.
- www.globalecolabelling.net
- <http://europa.eu.int/comm/environment/ecolabel/index.htm>
- www.eco-label.com/spanish



CÓDIGO: QUI-01

TIPO: Específica

ESTRATEGIA: Utilización de materiales con menor impacto ambiental

MEDIDA: Producción de desencofrante con base aceite vegetal

APLICABLE A: Química (Desencofrantes Hormigón)



Descripción de la medida

Fabricación de producto para el desencofrado y desmoldeo de estructuras de hormigón en base a aceites vegetales, frente a los aceites minerales, tradicionalmente utilizados. Se trata de un producto de muy baja toxicidad, sin riesgo en su manipulación y con un bajo impacto medioambiental. En la siguiente tabla se muestran las diferencias entre los desencofrantes a base de aceites minerales y vegetales.

ACEITES MINERALES	ACEITES VEGETALES
Irritan la piel	Apenas irritan o no irritan en absoluto la piel
Tienen un olor fuerte	Tienen un olor suave
Atacan la ropa de trabajo, suelas de zapato...	No atacan la ropa de trabajo, suelas de zapato...
Pueden contener disolventes volátiles que perjudican la salud de los trabajadores/as	No contienen disolventes orgánicos
No se biodegradan fácilmente y contaminan los suelos en los lugares de construcción	Son biodegradables en el medio ambiente
Producen residuos peligrosos resultando muy costosa su gestión	Por lo general no producen residuos peligrosos

Implicaciones técnicas

La fabricación de este tipo de desencofrantes no presenta ninguna necesidad técnica desde el punto de vista productivo, pudiéndose utilizar las mismas instalaciones usadas en la fabricación de desencofrantes convencionales. Asimismo, el equipo de trabajo necesario para la aplicación del desencofrante base vegetal es el mismo que para el desencofrante base mineral.

Existen disponibles en el mercado aceites vegetales, alternativas a los aceites minerales, como el aceite de colza, de soja o de girasol. Estos aceites pueden ser modificados químicamente, transformándose en ésteres, para mejorar su aplicabilidad.

El comportamiento técnico de los desencofrantes a base de aceites vegetales fue estudiado de manera intensiva y comparado con los desencofrantes a base de aceites minerales dentro del marco del Proyecto SUMOVERA (ref. 1). Según los resultados de este proyecto, los desencofrantes a base de aceite vegetal cumplen su función tan bien como los desencofrantes tradicionales, o incluso mejor. Los desencofrantes a base de aceites minerales realizan su función mediante una acción física, creando una capa entre el molde y el hormigón que evita que éste se pegue al molde. El efecto hidrofóbico del aceite y el agua depende del grosor de la capa, por lo que este tipo de desencofrantes se suelen aplicar en capas gruesas. Esto puede ocasionar problemas de pinchazos. En cambio, los desencofrantes a base de aceite vegetal realizan su función de desmoldeo a través de una reacción química de saponificación entre el hormigón fresco y los ácidos grasos del desencofrante. Este desmoldeo químico es mucho más efectivo que el físico, por lo que la cantidad de desencofrante necesario será menor.

Implicaciones económicas

Se estima que el coste del desencofrante en base a aceites vegetales frente al de base mineral puede implicar un aumento de coste entre un 50 y un 70% debido a que las materias primas de origen vegetal son más caras.

Este coste superior puede ser equilibrado teniendo en cuenta que se necesita una menor cantidad de producto para la misma superficie.



Implicaciones ambientales

Las mejoras ambientales que se consiguen con esta medida se anotan a continuación:

- Reducir la cantidad de producto necesario y mayor limpieza de los moldes
- Mejora calidad de la superficie del hormigón
- Mejorar las condiciones de trabajo de los operarios (apenas irritan o no irritan en absoluto la piel, no atacan la ropa de trabajo, suelas de zapato, no contienen disolventes orgánicos.
- Mejoras ambientales (son biodegradables en el medio ambiente y por lo general no producen residuos peligrosos)

El rociado interior de desencofrantes de base vegetal en las plantas de prefabricación puede causar más peligros para la salud que el rociado en emplazamientos exteriores de construcción.



Ejemplo de aplicación de la medida

Tecons Ecodesmol - Desencofrante ecológico, de Inteman, S.A. (ref 3.)

Producto ecológico novedoso en base a aceites vegetales emulsionables en agua para el desencofrado y desmoldeo de estructuras de hormigón. Indicado para cualquier tipo de desmoldes y desencofrado. Para evitar las adherencias en tableros de madera y chapas de encofrado, así como para moldes de prefabricados, pretensados, etc.

PROPIEDADES Y BENEFICIOS

- No mancha y se puede aplicar rápida y limpiamente.
- Gran rendimiento y alta cubrición de los soportes.
- Elevada estabilidad de la emulsión en agua.
- Gran capacidad de dilución.
- No contienen materias agresivas para el hormigón.
- Deja una película en el molde con elevada protección anticorrosiva.
- Producto de muy baja toxicidad, sin riesgo de manipulación.

CARACTERISTICAS:

ASPECTO	Líquido aceitoso
COLOR	Marrón claro
DENSIDAD A 20° C, g./cm3	0,900 - 0,910 (DIN 51757)
SOLUBILIDAD EN AGUA	Emulsión lechosa estable
BIODEGRADABILIDAD	90% (Test CEC L-33-A-93)

MODO DE EMPLEO

Se aplica mezclado con agua.

Por su elevada concentración admite disoluciones de entre 5 y 10 litros de agua por litro de producto.

Puede ser aplicado por cualquier método convencional ya sea rodillo, pulverizador, esponja, inmersión, etc.

Referencias

- SUMOVERA: Application of Vegetable-Oil based Concrete Mould Release Agents (VERA's) at Construction Sites and in Precast Concrete Factories. State-of-the-Art Document.
- "Substitution of hazardous chemicals in products and processes" Report compiled for the Directorate General Environment, Nuclear Safety and Civil Protection of the Commission of the European Communities. FINAL REPORT. 2003
- www.inteman.com



CÓDIGO: QUI-02

TIPO: Específica

ESTRATEGIA:

MEDIDA:

APLICABLE A:

Utilización de materiales con menor impacto ambiental

Aditivos, no tóxicos, aceleradores del fraguado

Química (Aditivos - Hormigón)

Estrategias de ecodiseño



Descripción de la medida

Aditivos acelerantes para el fraguado del hormigón proyectado basados en la tecnología "Alkali-Free" (libres de álcalis y no cáusticos), respecto de los tradicionales acelerantes basados en aluminatos y silicatos.

Las ventajas medioambientales de los acelerantes "Alkali Free" se derivan del hecho de ser acelerantes libres de álcalis (sin cationes Na+, K+ y Li+) y de no ser corrosivos (soluciones con pH ligeramente superior a 3), incidiendo así de forma determinante positiva en aspectos ambientales, de seguridad y de salud laboral.

Implicaciones técnicas

Las ventajas más conocidas de la utilización de los acelerantes «Alkali Free» son las relativas a las mejoras de puesta en obra y a las características del hormigón proyectado. Por una parte se consiguen optimizaciones de costes, reduciendo los tiempos de aplicación y el consumo de recursos. Por otra parte se mejora la calidad y la durabilidad del hormigón aplicado.

Desde el punto de vista de seguridad y salud en el trabajo, la utilización de los acelerantes «Alkali Free» no corrosivos, supone una reducción importante de los riesgos derivados de la utilización de productos químicos en las obras:

- • Se reducen las restricciones en el transporte, no requiriéndose condiciones especiales debido a no estar regulado por la legislación ADR, RID o IMDG (transporte de mercancías peligrosas por carretera, ferrocarril o marítimo).
- • Se reducen las limitaciones en las condiciones de almacenamiento, no requiriéndose las mismas condiciones restrictivas que la legislación vigente en materia de almacenamiento de productos químicos (MIE-ITC-APQ) establece para los productos corrosivos.
- • Se reduce el riesgo de accidente por exposición a productos químicos, principalmente por vía dérmica, durante las operaciones de manipulación, carga, descarga, trasiego, etc., de los productos contenidos en las unidades de almacenamiento en obra (silos, contenedores, etc.), así como durante las operaciones de aplicación de la gunita (robots de proyección, bombas de alimentación, etc.).
- • Se reduce el riesgo de accidente por exposición a productos químicos por vía respiratoria o dérmica, por la formación de nieblas y polvo durante la proyección por vía húmeda.

Un análisis detallado de las ventajas que aportan a las obras de construcción subterránea los acelerantes para el hormigón proyectado basados en la tecnología «Alkali-Free», respecto de los tradicionales acelerantes basados en aluminatos, ofrecerá un resultado netamente positivo, tanto en cuanto a costes tangibles (beneficios económicos), como a costes intangibles (sociales, laborales y medio ambientales).

La norma UNE-EN 480-2:2007 marca las especificaciones del método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado de un hormigón, mortero o pastas. (ref. 3).

Implicaciones económicas

Debido a su complejidad química, estos acelerantes son más caros que los tradicionales. Sin embargo, los costes de los acelerantes tienen una pequeña influencia en el coste total del hormigón proyectado: quedan ampliamente compensados por las optimizaciones de costes (reduciendo los tiempos de aplicación y el consumo de recursos) y por la mejora de la calidad y la durabilidad del hormigón aplicado.



Implicaciones ambientales

Desde el punto de vista medioambiental, la utilización de los acelerantes "Alkali Free" permite reducir el consumo de materias primas (cemento, energía eléctrica, etc.) y los impactos que en el suelo podrían tener los vertidos y derrames que, con demasiada frecuencia, se siguen produciendo en las obras:

- La eliminación del aporte de álcalis reduce el riesgo de inertización de los suelos, debido alteraciones y desequilibrios provocados por un incremento injustificado de sales solubles de álcalis.
- La eliminación del aporte de soluciones alcalinas fuertes (soluciones con ph superiores a 12) reduce el riesgo de alteración del funcionamiento de los acuíferos subterráneos que, debido a un desequilibrio del ph, podrían modificar su normal función retenedora de elementos potencialmente tóxicos para humanos, flora y fauna.



Ejemplo de aplicación de la medida

Información obtenida de la ref. 1

Desde hace ya algunos años, Basf Construction Chemicals ha dedicado importantes esfuerzos al desarrollo de aditivos acelerantes de fraguado para hormigón proyectado tan efectivos como los tradicionales (aluminatos), pero sin las desventajas de aquellos en materia de seguridad y ecología. Aditivos como el Meyco® SA-167 y todos los restantes de la gama alkali-free presentan excelentes rendimientos en hormigón proyectado a la vez que minimizan los riesgos en obra. No están clasificados como mercancía peligrosa, no precisan especiales cuidados en la manipulación y no presentan riesgo frente al medio ambiente.

Información obtenida de la ref. 2

Sigunit® 49 AF, de Sika, es un acelerante de fraguado en polvo para hormigón proyectado o Shotcrete, colocado mediante el sistema vía seca o vía húmeda. No es tóxico, corrosivo ni cáustico.

Ventajas

- Acelerador no tóxico, libre de álcalis, no cáustico, no contaminante del medio ambiente, eliminandose los efectos adversos de los acelerantes tradicionales.
- Apropiadamente dosificado, conserva las resistencias finales.
- Disminuye el rebote.
- Mejora la adherencia del Shotcrete a la roca y al hormigón.
- La proyección sobre cabeza se hace más fácil.
- No es corrosivo.
- Rápido fraguado y rápida adquisición de resistencia.
- Densidad 1,1 kg/dm³
- Consumo 4 a 7 kg por cada 100 kg de cemento.

Referencias

- Información de Basf. Artículo de Daniel Montalban. Marketing División UGC B.L. Admixture Systems. Fernando Martín. Product Manager Hormigón Proyectado. B.L. Admixture Systems.
- www.sika.es
- UNE-EN 480-2:2007. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Métodos de ensayo. Parte 2: Determinación del tiempo de fraguado.

Capítulo 5.-

Aplicación práctica de la guía.

Casos prácticos



A continuación se recogen una serie de Casos Prácticos que se han desarrollado en el marco de la redacción de la presente guía, y a través de los cuales se ha contribuido a definir con exactitud y a probar la eficacia de la aplicación de las estrategias planteadas en la guía. Los proyectos han sido desarrollados por un equipo multidisciplinar, con personal de la empresa participante y contando con REMA MEDIOAMBIENTE como asesores externos.

Las siguientes empresas han participado con la revisión del diseño de uno de sus productos, aplicando las estrategias del Capítulo 4 que se han considerado adecuadas en función de la problemática ambiental identificada en el modelo de producto inicial:

EMPRESA	PRODUCTO / SERVICIO
 <p>Calciner QUÍMICA NATURAL</p>	Rehabilitación de suelos contaminados
 <p>FYM Italcementi Group</p>	Cemento Portland
 <p>grupo campezo</p>	Hormigón Bituminoso
 <p>INTEMAN Laboratorios</p>	Desencofrante
 <p>PIZARRERIAS MENDIZABAL, S.A. - SLATE QUARRIES & WORKS</p> <p>THE SLATE SPECIALISTS BILHERRIO/AMARON/ZAIGORRI/PEPE STRUCTURAL/CLERON/BLACK/SLATE "SLABE" / PUEB. NAV./SLATE/1033</p> <p>PIZARRERIAS MENDIZABAL, S.A. E-03000 BEASAIN (GIPUZKOA) SPAIN Barrio Aharan, 9/11 - P.O. Box 30 Tel: +34 943 081 401 - Fax: 943 089 917 WWW.MENDIZABAL.BIZ</p>	Baldosa de Pizarra
 <p>proieik HABITAT & EQUIPMENT</p>	Cabina sanitaria

En todos los casos se ha seguido la siguiente metodología:

- Presentación de la empresa
- Presentación del producto
- Evaluación del producto inicial
- Descripción de las estrategias de ecodiseño aplicadas

- Evaluación del diseño final
- Resultados y conclusiones

La aplicación extendida de la metodología y los resultados detallados de estos casos prácticos se incluyen en el CD que acompaña a la guía impresa.



5.1.- CALCINOR S.A.

5.1.1.-Presentación de la empresa

CALCINOR, S.A., es una empresa con domicilio en Alzo (Gipuzkoa), cabecera de un grupo Industrial de empresas dedicadas a la producción de áridos, hormigones, cales vivas e hidratadas, yesos, dolomía calcinada y sinterizada, así como ladrillos refractarios. Su ámbito de actuación es todo el territorio nacional, principalmente en la Comunidad Autónoma Vasca pero con fuerte implantación en otras provincias a través de fábricas de cal y canteras en Madrid, Cantabria, Sevilla, Castellón y Valencia.

Son muchas y diversas las aplicaciones de los calcinados (cales y dolomías) y derivados de estos en el sector medioambiental. La cal y sus derivados están presentes en sectores como el de la construcción, la siderurgia y otras industrias. En los últimos años han crecido ostensiblemente el número de aplicaciones destinadas a la mejora de procesos y actuaciones medioambientales. Como los más importantes a día de hoy, cabe destacar:

- Tratamiento de Suelos contaminados.
- Tratamiento de residuos.
- Tratamiento de emisiones y humos con compuestos ácidos (SO₂, HCl, HF, etc.)
- Tratamiento de Aguas potables para corrección de pH y concentración de calcio y magnesio
- Remineralización de aguas desaladas
- Tratamiento de aguas y lodos residuales para su higienización y corrección de manejabilidad, pH y olor.
- Tratamiento de efluentes de minería antes de su vertido a cauce.
- Encalado de bosques y zonas agrícolas para la recuperación de terrenos.
- Fungicida
- Etc.

Para la realización del presente proyecto, Calcinor, S.A., ha contado con la colaboración de Igesma, empresa de servicios medioambientales centrada en la descontaminación de suelos, a través del asesoramiento, tratamiento y gestión de dichos terrenos, así como en otras actividades derivadas de estas actuaciones.

5.1.2.- Presentación de las metodologías estudiadas

Con la entrada en vigor de la actual legislación sobre suelos contaminados (Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de

actividades potencialmente contaminantes de suelos y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados), la gestión de los suelos contaminados cobra un nuevo impulso para todos los implicados en los suelos con pasivos industriales. Son muy variadas las situaciones de aplicación de esta norma, pero sin duda uno de los sectores de actividad más directamente afectados por ella es el de la construcción

En el presente estudio se pretenden poner de manifiesto las mejoras ambientales de una nueva metodología (apartado 5.1.4) para la rehabilitación de suelos contaminados frente a la metodología más usada actualmente consistente en la extracción de los suelos contaminados, gestión de los mismos como residuos peligrosos en vertedero y relleno con material nuevo (apartado 5.1.3). La nueva metodología (CAP 4. Ficha CAL-001 "Tratamiento de inertización in situ con cal de suelos contaminados") consiste en un tratamiento on-site con cales y derivados de ésta para la obtención de un relleno estabilizado que pueda ser reutilizado en el mismo emplazamiento con todas las garantías de haber fijado los contaminantes, evitando la posibilidad futura de que estos migren.

5.1.3.-Evaluación inicial

5.1.3.1.- Alcance y suposiciones de la evaluación inicial

Este apartado recoge en su planteamiento el tratamiento convencional de extraer un suelo contaminado y gestionarlo a través de un vertedero para su deposición final como material contaminado.

La siguiente tabla recoge las etapas – excavación del suelo contaminado (y transporte de éste a vertedero), extracción del nuevo relleno (aporte de material de cantera) y relleno – del proceso de rehabilitar suelos contaminados por extracción de suelos contaminados y gestión de los mismos como RPs (vertedero) y relleno con material nuevo.

Suposiciones:

- Vida útil de la maquinaria de 15 años.
- Se suponen 75 Km de distancia de la zona de extracción del suelo contaminado al vertedero.
- Se supone una extracción de Todo-uno de 450000 Tn/año.
- Se suponen 50 Km de distancia de la zona de extracción del relleno a la zona a rehabilitar.



Unidad funcional: 1m3 de suelo rehabilitado

EXCAVACIÓN DE SUELO CONTAMINADO

Maquinaria		
Maquinaria	5.88E-3	kg
Consumos		
Gasoleo B	0.115	kg
Aceites	3.825E-4	kg
Transporte del suelo contaminado de la zona de extracción a vertedero		
Transporte camión	300	tkm
Residuos		
Anticongelante	5.88E-5	kg
Aceite mineral usado	3.44E-4	kg
Suelo contaminado a vertedero	2000	kg

EXTRACCIÓN DEL RELLENO

Instalaciones		
Mina	2.4691E-8	unidad
Maquinaria	3.588E-2	kg
Material Extraído		
Material de relleno - Todo-uno	2000	kg
Consumos		
Gasoleo B	45.9	kg
Explosivos	0.1	kg
Aceite	2.333E-3	kg
Electricidad	4	Kwh
Transporte del relleno de mina hasta lugar de relleno		
Transporte camión	200	tkm
Residuos		
Anticongelante	8.823E-5	kg
Aceite mineral usado	2.098E-3	kg
Residuos peligrosos (papel, plástico, total contaminado...)	4.117E-3	kg
Emisiones		
Partículas, <2.5 um	0.016	kg
Partículas, >2.5 um, <10 um	0.08	kg
Partículas, >10um	0.224	kg

RELLENADO

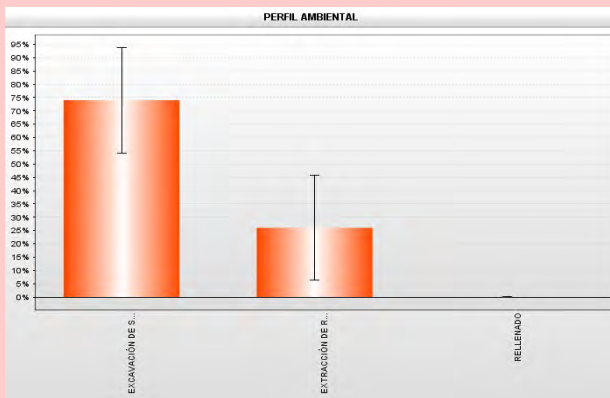
Maquinaria	5.88E-3	kg
Consumos		
Gasoleo B	0.115	kg
Aceites	3.825E-4	kg
Residuos		
Anticongelante	5.88E-5	kg
Aceite mineral usado	3.44E-4	kg

Principales etapas del proceso de rehabilitación de suelos contaminados por extracción de suelos contaminados y gestión de los mismos como RPs (vertedero) y relleno con material nuevo.



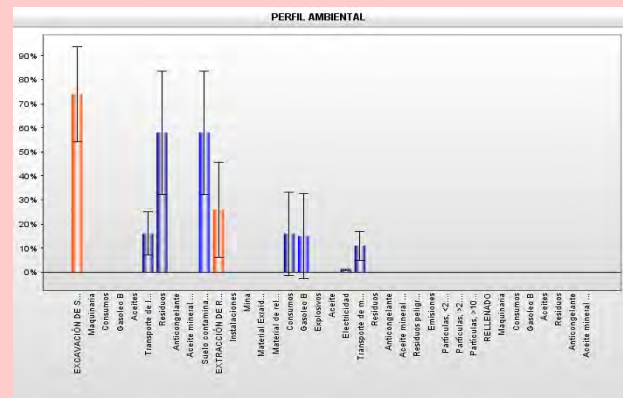
5.1.3.2.- Resultados de la evaluación inicial

La siguiente figura muestra el perfil ambiental del proceso de rehabilitación de suelos contaminados estudiado, en el que se puede observar que el 74%



Perfil ambiental del proceso de rehabilitación de suelos contaminados estudiado

($\sigma = 20\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe a su fase de Excavación y gestión a vertedero del suelo contaminado, el 26% ($\sigma = 20\%$) a la Extracción del relleno, siendo despreciable el impacto derivado de las operaciones de Rellenado.



Aspectos ambientales del proceso de rehabilitación de suelos contaminados estudiado

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del proceso y por lo tanto, las etapas y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C5-1 para más detalles):

- En Excavación de suelo contaminado, un 58% del impacto ambiental global se debe a la gestión en vertedero del suelo contaminado extraído y un 16% al transporte de ese material de la zona de extracción al vertedero.
- En Extracción del relleno, un 16% del impacto se debe a los consumos (15% de gasoleo B y un 1% de electricidad) y un 11% al transporte de este material de relleno a la zona a rehabilitar.

contaminados a vertedero. Para ello se plantea una técnica on-site con tratamiento con cal y derivados de ésta en la que el relleno es tratado y convertido en apto para poder ser reutilizado como material de relleno en la misma obra, habiendo conseguido fijar los contaminantes en la tierra y consiguiendo que estos no migren de su matriz a futuro.

La siguiente tabla recoge las etapas – excavación del suelo contaminado, producción de cal, mezclado y relleno – del proceso de rehabilitar suelos contaminados por tratamiento de suelo contaminado con cal y relleno con ese mismo material.

Suposiciones:

- Vida útil de la maquinaria de 15 años.
- Se supone una producción de cal de 750000 Tn/año.

Se suponen 150 Km de distancia de la fábrica de cal a la zona a rehabilitar

5.1.4.-Evaluación final

5.1.4.1.- Alcance y suposiciones de la evaluación final

Esta evaluación final tiene como finalidad estudiar un método alternativo a la gestión de materiales



Unidad funcional: 1m3 de suelo rehabilitado

EXCAVACIÓN DE SUELO CONTAMINADO

Maquinaria	5.88E-3	kg
Consumos		
Gasoleo B	0.115	kg
Aceites	3.825E-4	kg
Residuos		
Anticongelante	5.88E-5	kg
Aceite mineral usado	3.44E-4	kg

PRODUCCIÓN DE CAL

Instalaciones		
Mina y planta	1.481E-8	unidad
Maquinaria	4.11E-2	kg
Materias Primas		
Carbonato cálcico	160	kg
Consumos		
Gas Natural	3.2	Nm3
Pet-Coke	4.4	kg
Aceite	4.096E-5	kg
Electricidad	3.2	Kwh
Transporte del relleno de mina hasta lugar de relleno		
Transporte camión	24	tkm
Residuos		
Aceite mineral usado	4.8E-5	kg
Residuos peligrosos (papel, plástico, total contaminado...)	5.882E-3	kg
Emisiones		
Partículas, <2,5 um	0.002368	kg
Partículas, >2,5 um, <10 um	0.00858	kg
Partículas, >10um	0.0201	kg
CO2	72	kg
CO	0.382	kg
SO2	0.02688	kg
Nox	0.02688	kg

MEZCLADO

Maquinaria	2.352E-2	kg
Consumos		
Gasoleo B	0.46	kg
Aceites	1.53E-3	kg
Residuos		
Anticongelante	2.352E-4	kg
Aceite mineral usado	1.376E-3	kg

RELLENADO

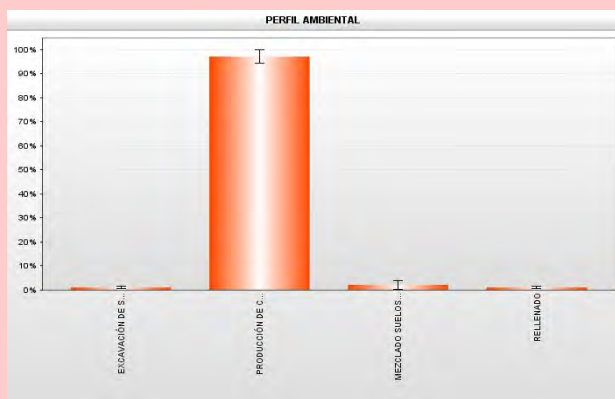
Maquinaria	5.88E-3	kg
Consumos		
Gasoleo B	0.115	kg
Aceites	3.825E-4	kg
Residuos		
Anticongelante	5.88E-5	kg
Aceite mineral usado	3.44E-4	kg

Principales etapas del proceso de rehabilitación de suelos contaminados por tratamiento de suelo contaminado con cal y relleno con ese mismo material

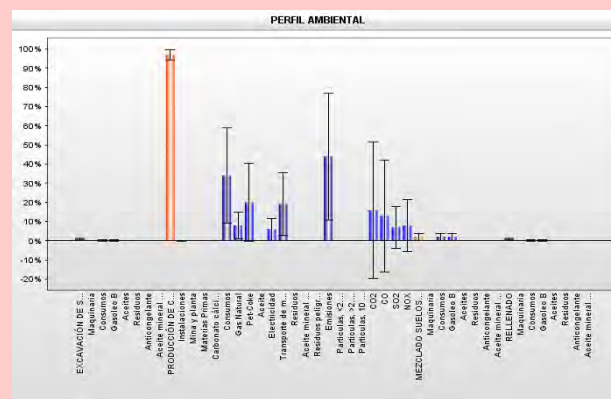


La siguiente figura muestra el perfil ambiental del proceso de rehabilitación de suelos contaminados estudiado, en el que se puede observar que el 96% ($\sigma = 4\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos

los indicadores - se debe a su fase de Producción de Cal, un 2% ($\sigma = 4\%$) al Mezclado, un 1% a la Excavación de suelo contaminado y un 1% se deriva de las operaciones de Rellenado.



Perfil ambiental del proceso de rehabilitación de suelos contaminados estudiado



Aspectos ambientales del proceso de rehabilitación de suelos contaminados estudiado

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del proceso y por lo tanto, las etapas y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C5-1 para más detalles):

- En Excavación de suelo contaminado, el impacto ambiental se debe al consumo de gasoleo B.
- En Producción de cal, un 44% del impacto se debe a las emisiones a la atmósfera, un 34% a los consumos y un 19% al transporte de la cal a la zona de rehabilitación. Dentro de las emisiones, un 16% del impacto global es debido al CO₂, un 13% al CO y un 8% y 7% al NO_x y SO₂, respectivamente. Dentro de los consumos, un 20% del impacto es causado por el petcoke, un 8% por el gas natural y un 6% por el consumo eléctrico.

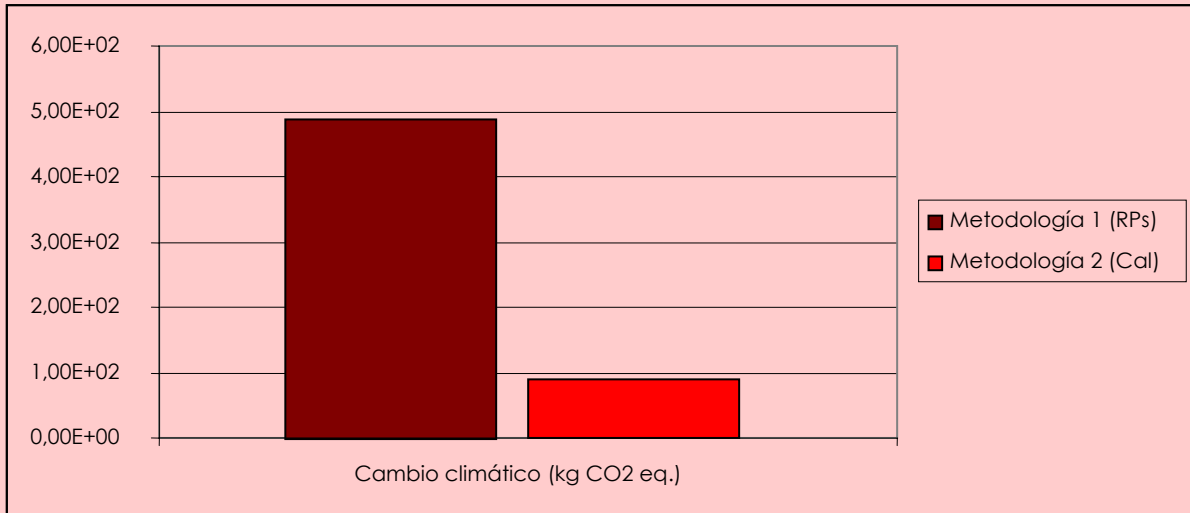
- Tanto en Mezclado de suelos con cal como en Excavación de suelo contaminado, el impacto ambiental se debe al consumo de gasoleo B.

5.1.5.-Resultados y conclusiones

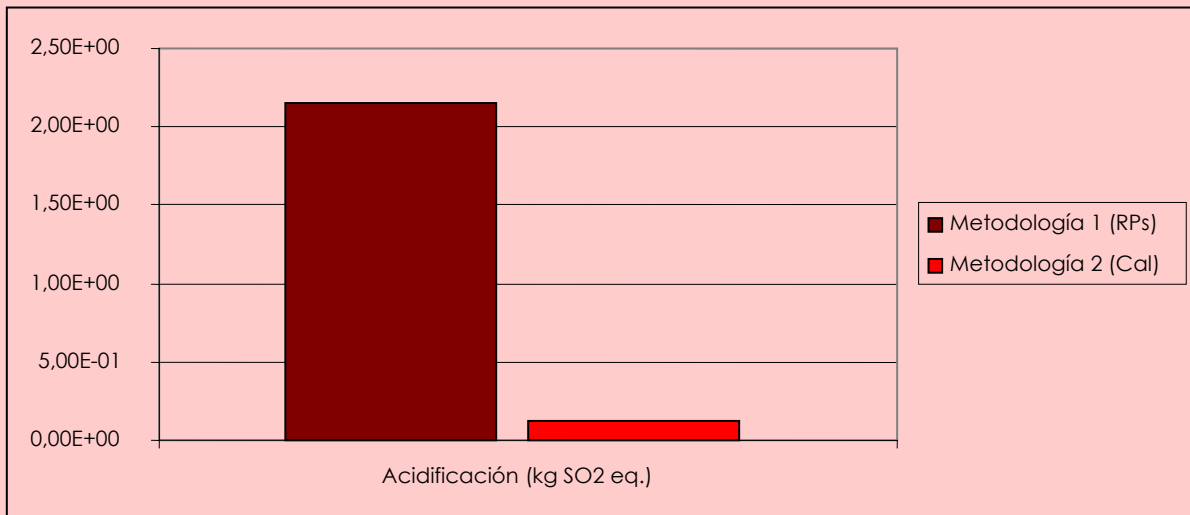
En la siguiente tabla se anotan los resultados numéricos comparados de los dos procesos de rehabilitación de suelos contaminados estudiados, comprobándose la mejora global del comportamiento ambiental de la segunda metodología frente a la primera, contrastando que el tratamiento con cal de un suelo contaminado es una medida ambiental eco-eficiente.

INDICADOR	METODOLOGÍA 1 (RPS)	METODOLOGÍA 2 (CAL)
Cambio climático (kg CO ₂ eq.)	4,90E+02	9,04E+01
Acidificación (kg SO ₂ eq.)	2,15E+00	1,28E-01
Destrucción capa ozono (kg CFC-11 eq.)	4,65E-05	4,28E-06
Oxidantes fotoquímicos (kg etileno eq.)	2,58E-01	1,57E-02
Eutrofización (kg NO _x eq.)	2,10E+00	1,03E-01

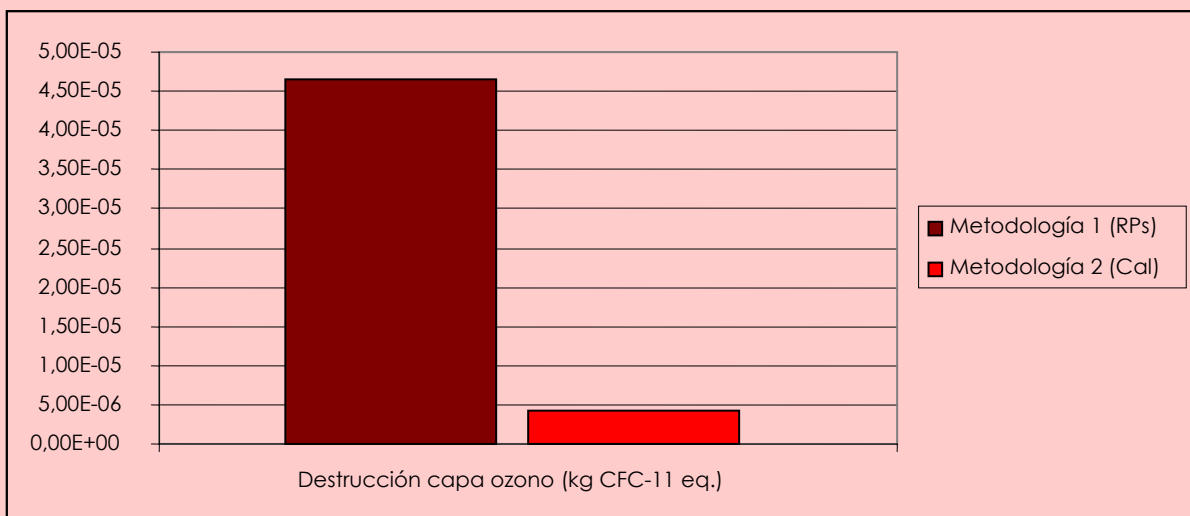
Comparación de resultados



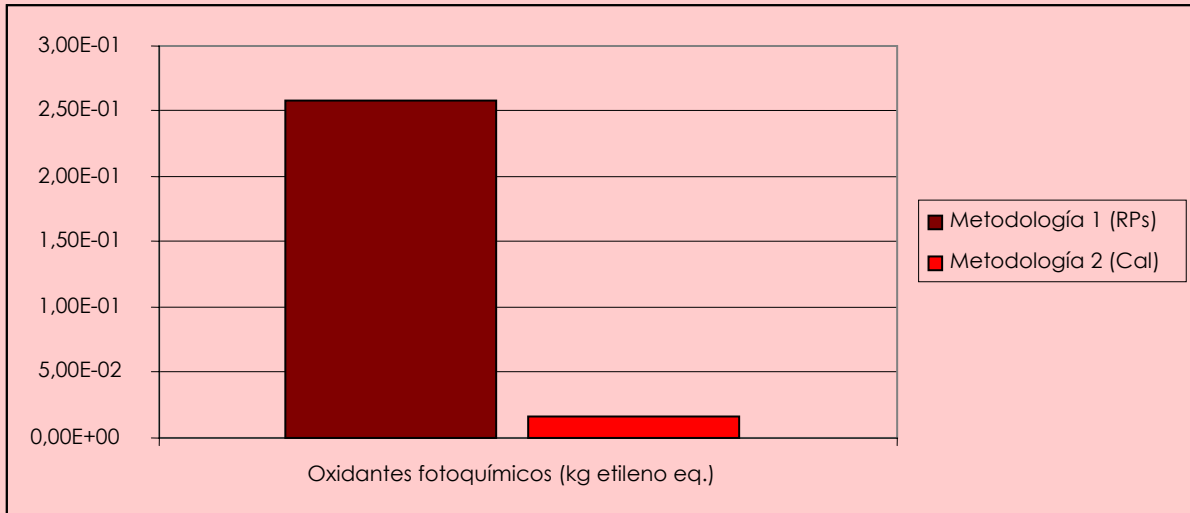
Comparación de resultados del indicador cambio climático



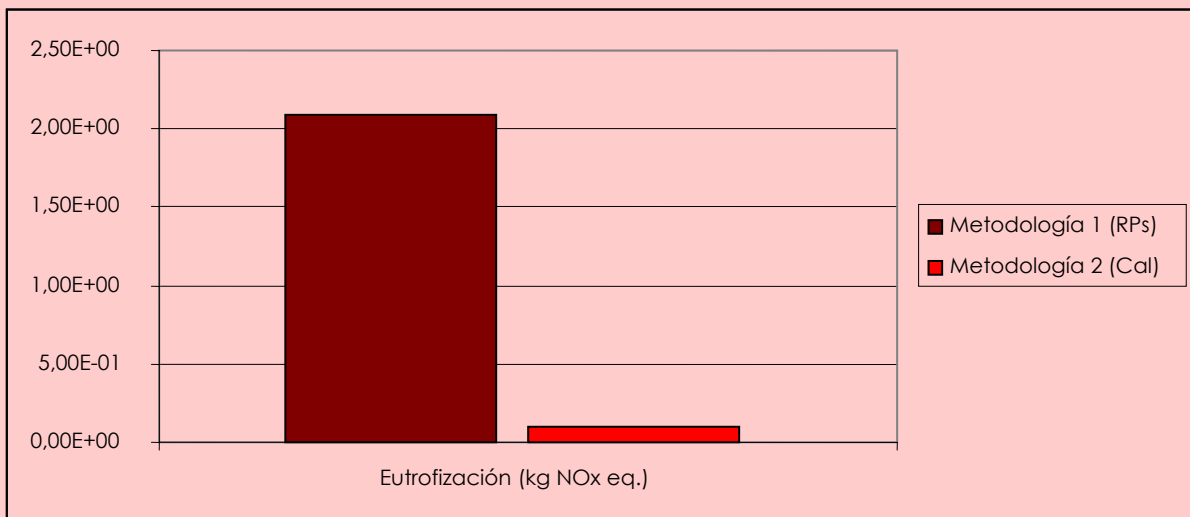
Comparación de resultados del indicador acidificación



Comparación de resultados del indicador destrucción de la capa de ozono



Comparación de resultados del indicador oxidantes fotoquímicos



Comparación de resultados del indicador eutrofización



5.2.- SOCIEDAD FINANCIERA Y MINERA, S.A. (FÁBRICA DE ARRIGORRIAGA)

5.2.1.-Presentación de la empresa

La fábrica de CEMENTOS REZOLA de Arrigorriaga, inició su actividad en los años 60, estando las canteras de caliza y de marga situadas dentro del perímetro de fábrica.

En los años 70 se puso en marcha un horno Dopol con 5ª etapa y 25% de precalcinación y un tercer electrofiltro con una producción de clínker de 1500 Tm/día.

Actualmente la capacidad de producción anual es de, aproximadamente, 460.000 toneladas de clínker y 825.000 de cemento.

Desde que la primitiva fábrica se instaló en Añorga (San Sebastián) en el año 1850 produciendo 1.500 kg/día de cemento y ocupando a 11 trabajadores se ha pasado en la actualidad a más de un millón de toneladas anuales con dos fábricas y 910 puestos de trabajo, entre directos e inducidos.

La motivación principal de aplicar medidas de ecodiseño en el producto elegido es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (fundamentalmente el CO₂) en la fábrica, para adelantarse a posibles restricciones futuras impuestas por la Administración Pública. Con el ecodiseño se pretende desarrollar un producto con unas prestaciones técnicas mejoradas, reducir costes de producción y obtener un producto medioambientalmente sostenible que permitiese a la fábrica reducir las emisiones de CO₂ mucho más allá del límite fijado por el Ministerio de Medio Ambiente en la asignación individual a la Fábrica de FYM-Arrigorriaga.

5.2.2.-Presentación del producto: cemento Pórtland

Para la realización de este estudio se ha elegido como situación inicial un cemento fabricado en la

empresa hasta el año 2005, concretamente el Cemento Pórtland Compuesto CEM II/A-M (V-L) 42.5 R. Se trata de un cemento normalizado según la Norma UNE-EN 197-1:2000. Es un cemento Portland compuesto, con una adición de clínker de entre el 80% y el 94%. Para el estudio se han utilizado los datos de producción de la empresa pertenecientes al año 2004. Este cemento ya contaba con diversas mejoras ambientales, como se anota en el apartado 5.2.4.

Como situación final, tras la aplicación de nuevas medidas ambientales, se ha estudiado el Cemento CEM II/B-M (V-L-S) 42.5 R, cemento Pórtland Compuesto normalizado según la Norma UNE-EN 197-1:2000 con una adición de clínker de entre el 65% y el 79%. Para el estudio de la situación final se han utilizado los datos de producción de la empresa pertenecientes al año 2007.

Las medidas de ecodiseño aplicadas se describen en el apartado 5.2.4.

5.2.3.-Evaluación inicial

5.2.3.1.- Alcance y suposiciones de la evaluación inicial

La siguiente tabla recoge los procesos estudiados del ciclo de vida – extracción, producción, y distribución – del cemento evaluado.

Suposiciones:

50 años de funcionamiento de la extracción y una vida útil de la maquinaria de 15 años.

- En los subproductos introducidos como materia prima para la producción de clínker, combustibles alternativos y adiciones en la molienda, se tiene en cuenta el impacto ambiental positivo que genera su valorización y el impacto negativo que genera su transporte hasta la fábrica. Se supone una distancia media de este transporte de 20 km. Estos materiales son identificados en la tabla 5.4 mediante un asterisco.
- Se supone una distancia media de transporte en la distribución de 50 km.



Situación Inicial: CEM II/A-M (V-L) 42.5 R (2004)

Unidad funcional: 1 Tn de cemento

EXTRACCIÓN

Instalaciones

- Mina
- Maquinaria

Consumos

- Electricidad
- Gasoil

Residuos - Extendido y aplicación

- Aceite mineral usado

PRODUCCIÓN

Instalaciones y maquinaria

- Infraestructura
- Maquinaria

Materias Primas

		Caliza
		Marga
		Arena de fundición*
	MMPP	Cascarillas de laminación*
		Escoria blanca acería*
		Cenizas combustión biomasa*
		Cenizas combustión de lodos de depuradora *
Clinker		Petcoke
	Consumos	Harinas animales*
		Fuel oil
	Emisiones	CO2
		NOx

- Caliza
- Yeso
- Cenizas volantes *

Consumos

- Electricidad
- Agua

Residuos - Producción

- Inertes tipo II a vertedero

DISTRIBUCIÓN

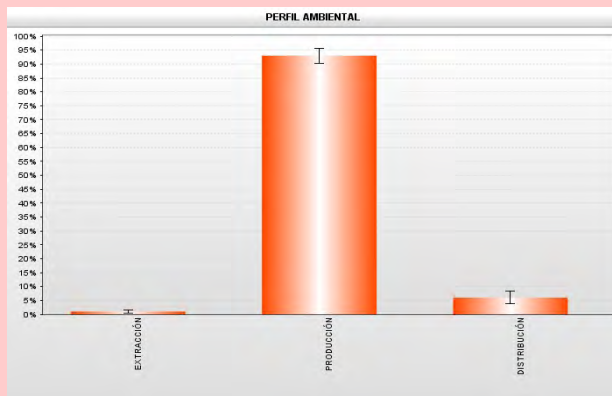
- Transporte camión

Principales procesos del ciclo de vida del cemento estudiado



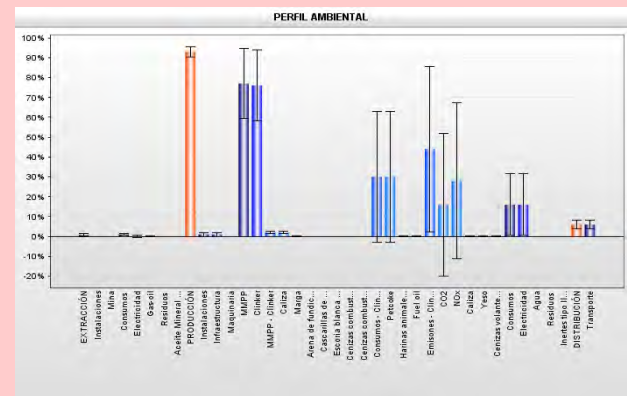
5.2.3.2.- Resultados de la evaluación inicial

La siguiente figura muestra el perfil ambiental de las etapas estudiadas del ciclo de vida del cemento



Perfil ambiental del cemento

inicial, en el que se puede observar que el 93% ($\sigma = 3\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe a su fase de producción, el 6% ($\sigma = 2\%$) a su distribución y el 1% ($\sigma = 1\%$) a su extracción



Aspectos ambientales del cemento

La siguiente figura muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C5-2 para más detalles):

- En extracción, el 1% del impacto se debe a los consumos de electricidad y gasoil.
- En producción, un 77% del impacto ambiental global se debe a las materias primas, un 16% al consumo de electricidad y un 1% a las infraestructuras y maquinaria. En cuanto a las materias primas, la práctica totalidad de impacto corresponde al clinker, debido a los consumos (petcoke 30%) y emisiones (CO₂ 16% y NO_x 28%) de su proceso productivo.
- En distribución, el 6% del impacto se debe al transporte en camión.

5.2.4.-Estrategias de mejora ambiental

Como se ha comentado anteriormente, en el cemento inicial ya habían sido aplicadas ciertas mejoras ambientales que se enumeran a continuación.

Medidas ya aplicadas en el cemento inicial:

- Medida CEM-002. "Valorización de Cenizas de combustión de lodos de papelera como materia prima en la producción del clinker".
- Medida CEM-003. "Valorización de arenas de fundición como materia prima en la producción del clinker".
- Medida CEM-005. "Valorización de Cenizas combustión de lodos de depuradora de

aguas como materia prima en la producción del clinker".

- Medida CEM-006. "Valorización de cascarillas de laminación como materia prima en la producción del clinker".
- Medida CEM-008. "Valorización de Escoria blanca acería como materia prima en la producción del clinker".
- Medida CEM-011. "Adición de cenizas volantes en la molienda del cemento".
- Medida CEM-015. "Adición de caliza en la molienda del cemento".
- Medida CEM-017. "Utilización de harinas animales como combustible alternativo".

Medidas aplicadas en el cemento final:

- Se continúan aplicando las anteriores medidas, excepto la CEM-005 (cenizas de lodos de depuradora), que por diversos motivos se ha dejado de aplicar.
- Medida CEM-010. "Adición de escorias de alto horno en la molienda del cemento". Con esta adición se ha conseguido disminuir la cantidad de clinker por tonelada de cemento en un 9,5%.

5.2.5.-Evaluación final

5.2.5.1.-Alcance y suposiciones de la evaluación final

La siguiente tabla recoge los procesos estudiados del ciclo de vida – extracción, producción, y distribución – del cemento evaluado. En esta tabla se muestran las variaciones respecto a la situación inicial. Las mismas suposiciones que fueron aplicadas en la situación inicial se aplicaron en esta.



Situación Inicial: CEM II/B-M (V-L-S) 42.5 R (2007)

Unidad funcional: 1 Tn de cemento

EXTRACCIÓN

Instalaciones		Variación respecto a Situación Inicial
Mina		↓ 9%
Maquinaria		↓ 9%
Consumos		Variación respecto a Situación Inicial
Electricidad		↓ 9%
Gasoil		↓ 9%
Residuos - Extendido y aplicación		Variación respecto a Situación Inicial
Aceite mineral usado		↓ 9%

PRODUCCIÓN

Instalaciones y maquinaria		Variación respecto a Situación Inicial	
Infraestructura		Similar	
Maquinaria		Similar	
Materias Primas		Variación respecto a Situación Inicial	
Clinker	Caliza	↓ 14%	
	Marga	↓ 8%	
	MMPP	Arena de fundición*	↑ 660 %
		Cascarillas de laminación*	↑ 200 %
		Escoria blanca acería*	↑ 1000 %
		Cenizas combustión biomasa*	↓ 25%
		Petcoke	Similar
	Consumos	Harinas animales*	↑ 175 %
		Gas Natural	Nuevo consumo
	Emisiones	CO2	↓ 8%
	NOx	↓ 28%	
Caliza		Similar	
Yeso		↓ 8%	
Cenizas volantes *		Similar	
Escorias de alto horno*		Nueva materia prima	
Consumos		Variación respecto a Situación Inicial	
Electricidad		Similar	
Agua		Similar	
Residuos - Producción		Variación respecto a Situación Inicial	
Inertes tipo II a vertedero		Similar	

DISTRIBUCIÓN

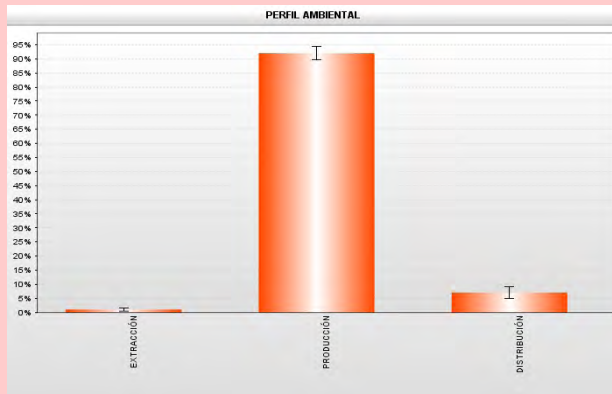
Transporte camión	Igual
-------------------	-------

Principales procesos del ciclo de vida del cemento estudiado



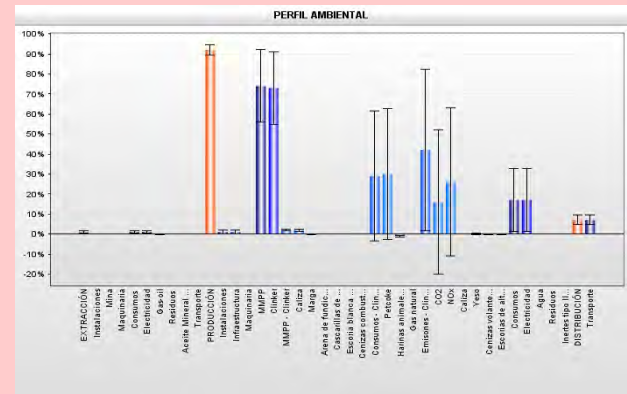
5.2.5.2.- Resultados de la evaluación final

La siguiente figura muestra el perfil ambiental de las etapas estudiadas del ciclo de vida del cemento



Perfil ambiental del cemento

inicial, en el que se puede observar que el 92% ($\sigma = 3\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe a su fase de producción, el 7% ($\sigma = 2\%$) a su distribución y el 1% ($\sigma = 1\%$) a su extracción.



Aspectos ambientales del cemento

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C5-2 para más detalles):

- En extracción, el 1% del impacto se debe a los consumos de electricidad y gasoil.
- En producción, un 74% del impacto ambiental global se debe a las materias primas, un 17% a los consumos (electricidad) y un 1% a las infraestructuras y maquinaria. En cuanto a las materias primas, la práctica totalidad de impacto sigue correspondiendo al clínker, debido a los

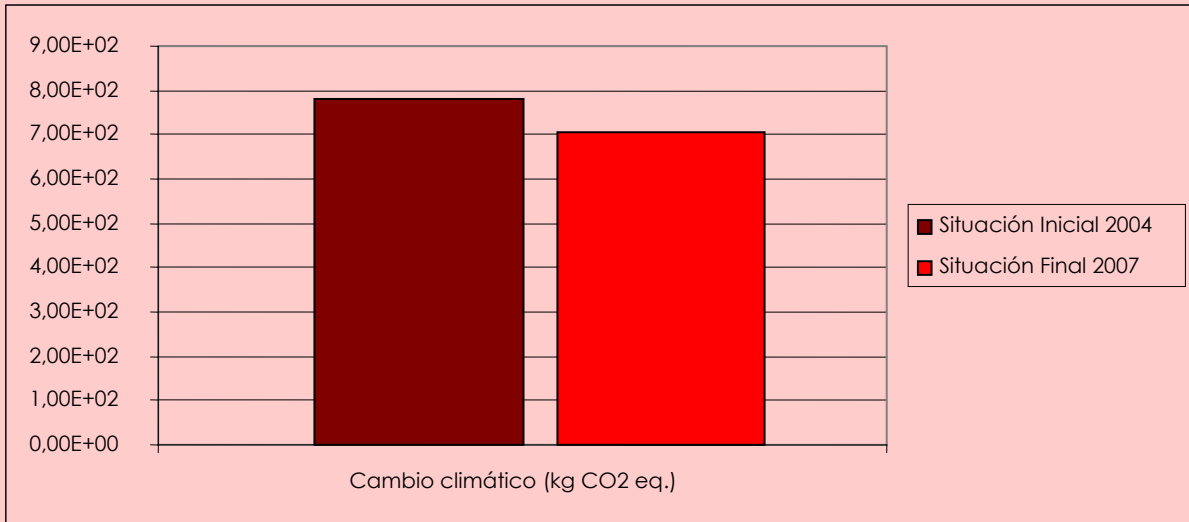
- consumos (petcoke 30%) y emisiones (CO2 16% y NOx 26%) de su proceso productivo.
- En distribución, el 7% del impacto se debe al transporte en camión.

5.2.6.-Resultados y conclusiones

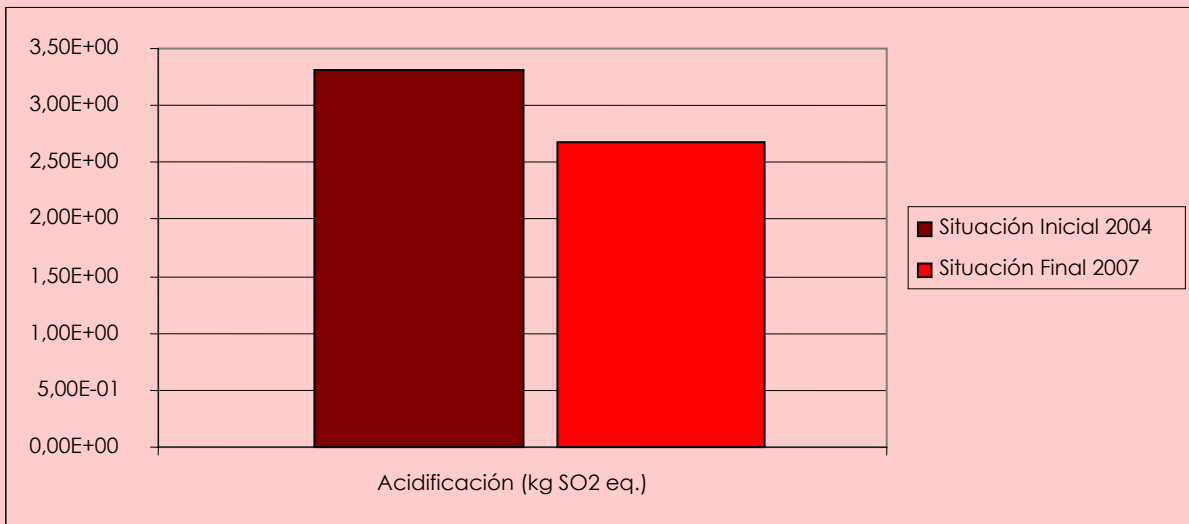
En la siguiente tabla se anotan los resultados numéricos comparados de los dos cementos estudiados, comprobándose la mejora global del comportamiento ambiental tras aplicar las medidas descritas en el apartado 5.2.4.

INDICADOR	SITUACIÓN INICIAL 2004	SITUACIÓN FINAL 2007
Cambio climático (kg CO2 eq.)	7,83E+02	7,08E+02
Acidificación (kg SO2 eq.)	3,31E+00	2,68E+00
Destrucción capa ozono (kg CFC-11 eq.)	5,03E-05	4,50E-05
Oxidantes fotoquímicos (kg etileno eq.)	6,78E-02	6,25E-02
Eutrofización (kg NOx eq.)	5,19E+00	3,88E+00

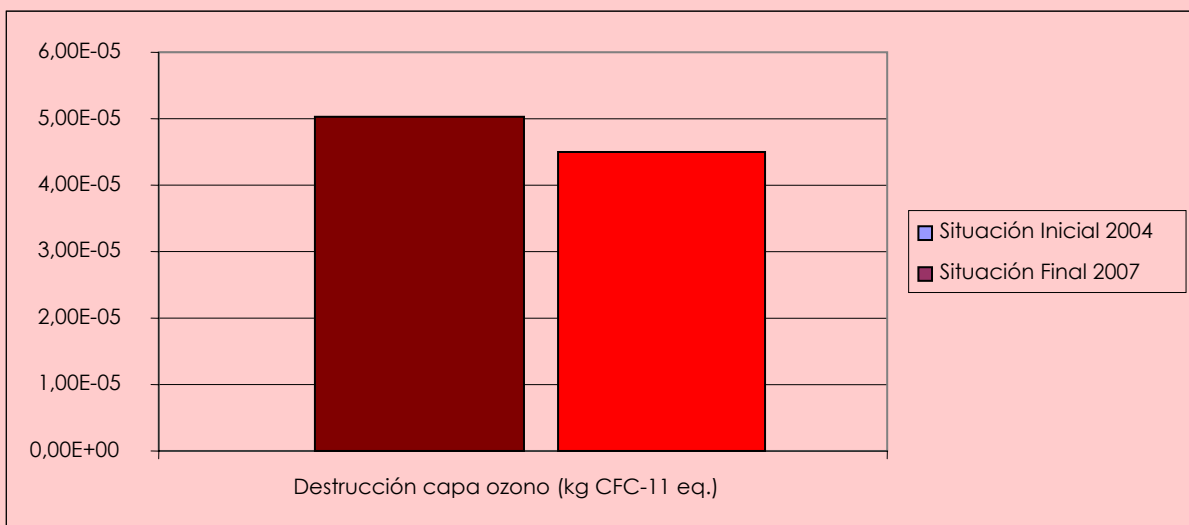
Comparación de resultados



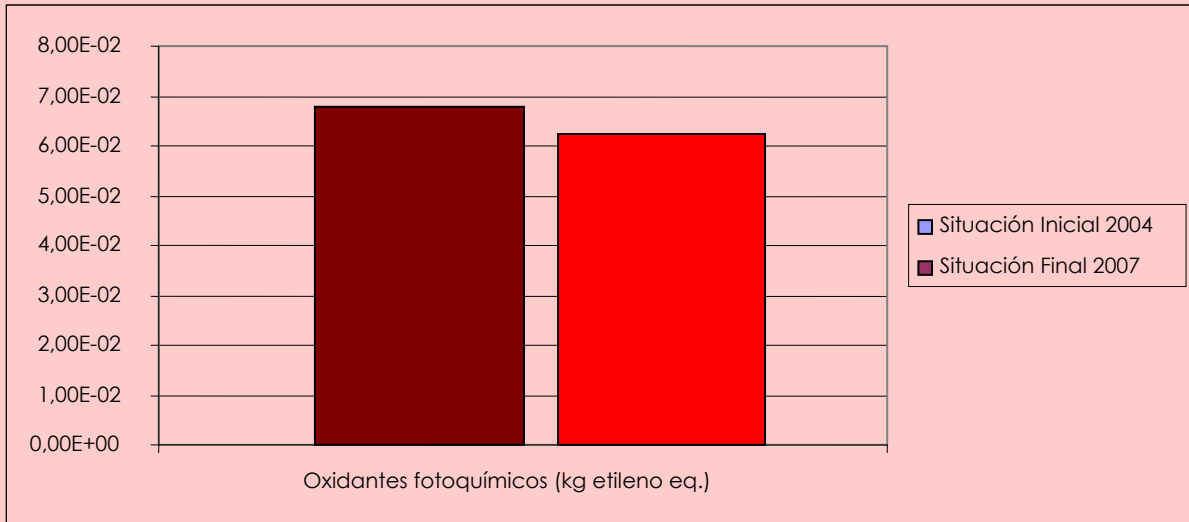
Comparación de resultados del indicador cambio climático



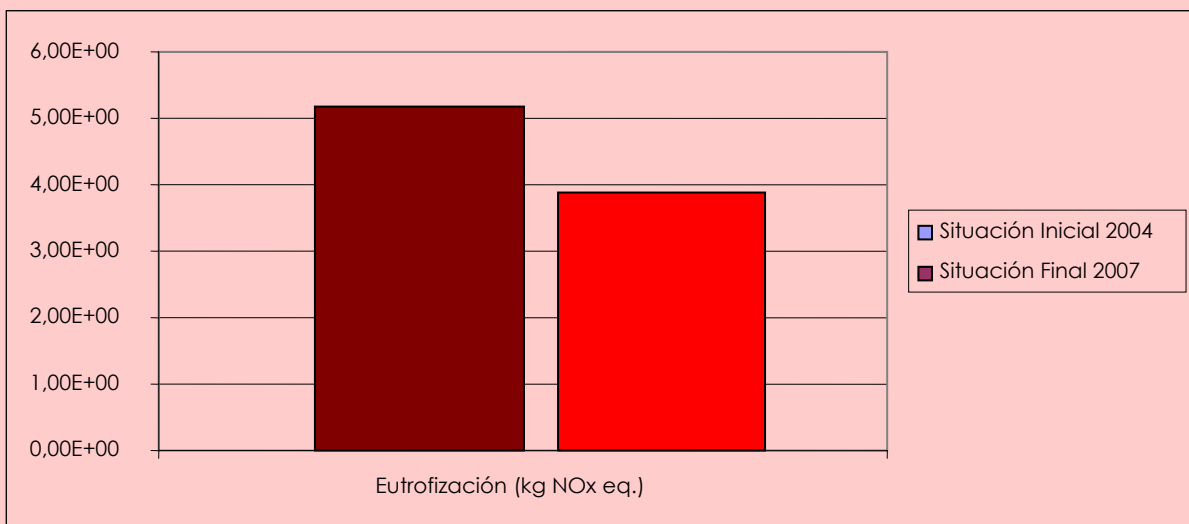
Comparación de resultados del indicador acidificación



Comparación de resultados del indicador destrucción de la capa de ozono



Comparación de resultados del indicador oxidantes fotoquímicos



Comparación de resultados del indicador eutrofización



5.3.- GRUPO CAMPEZO DE OBRAS Y SERVICIOS S.L.

5.3.1.-Presentación de la empresa

En 1940, Asfaltos Naturales de Campezo, S.A. comenzó su actividad iniciando la explotación de las minas de roca asfáltica de San Román de Campezo (Álava) y la construcción de obras en carreteras con pavimentación asfáltica en el norte de España. Durante varias décadas, ha trabajado al máximo nivel, manifestando su carácter pionero. Siguiendo las tendencias tecnológicas más avanzadas. Construyendo una historia de progreso y eficacia al servicio de sus clientes. Desarrollan las más diversas técnicas y proyectos, desde el empleo de aglomerado en frío y de los tratamientos con riegos superficiales de carreteras y caminos, a la instalación de fábricas de emulsiones asfálticas (año 1954) o la generación de nuevos productos aplicables a la construcción. Su fuerza de expansión se ha reflejado en la ampliación del ámbito geográfico de su actuación, a través de su penetración en el mercado de las grandes obras de carreteras a nivel nacional.

- En 1970 comienza el cambio importante de construcción de carreteras a las nuevas técnicas de mezclas en caliente, CAMPEZO aun conservando su nombre se adapta a las nuevas exigencias disponiendo actualmente de centros de producción en Gipuzkoa; Álava; Burgos; Palencia, León y filiales en Navarra y Bizkaia.
- En 1994 Certificado de Registro de Empresa ER por AENOR (Aseguramiento de la Calidad por la norma ISO 9000) siendo pioneras en España de su gremio en conseguirlo.
- En 1995 Ampliación de la actividad de la empresa a todo tipo de obra pública, adoptando la denominación comercial de CAMPEZO.
- En 2002 Certificada en el sistema de Gestión Medio Ambiental por la Asociación Española de normalización y Certificación AENOR. Pioneras en Guipúzcoa en el sector de la construcción.
- En el 2003 se crea el área de I + D + I dentro del Departamento de Calidad y Medio Ambiente cuyas funciones se encaminan a la Investigación, Desarrollo, Mejora e Innovación de nuevos productos asfálticos y sus derivados así como los diferentes procesos industriales para la fabricación y puesta en servicio de los distintos productos industriales. El objetivo de dicho área es el de poder ofrecer un mercado más amplio de productos que satisfagan las necesidades de nuestros clientes y poder

competir en el mercado de hoy en día cada vez más exigente.

- En el 2004 se aumenta el alcance de la certificación ISO 9000 abarcando también el área de I + D + I y obra civil. También se obtiene el certificado de Mercado CE de áridos.
- En el 2005 se implanta el sistema de gestión integrado de Calidad y Ambiental a las actividades de "Conservación y explotación de carreteras". Se adapta el sistema de gestión ambiental a la nueva Norma ISO 14001:2004. Se continúa trabajando en la implantación del Sistema de la EFQM. Se consigue el Diploma "ESKALIT".
- En el 2006, Campezo se incorpora al grupo CALCINOR, S.A.. Se amplía el alcance de los Certificados de Calidad y Ambiental a las actividades de "Conservación y explotación de carreteras", así como a "Ensayos de laboratorios: áridos, ligantes bituminosos, mezclas bituminosas y sus materiales constituyentes en viales".
- En septiembre de 2008, Campezo sufre una reorganización societaria de todas las sociedades pertenecientes al grupo y en consecuencia Asfaltos Naturales de Campezo S.A. pasa a ser Campezo Construcciones s.a y es una propiedad dependiente de la sociedad matriz GRUPO CAMPEZO de Obras y Servicios s.l. en el cual se encuentran los servicios centrales como es el departamento de I+D+I.
- En el 2008, el departamento de I+D+I del Grupo Campezo de Obras y Servicios S.L. comienza con la implantación y certificación de un sistema de gestión de I+D+I según la norma UNE EN 166002. Además de la implantación del sistema de gestión según requisitos ISO 17025 para la certificación del laboratorio de Investigación y Control de Calidad.

Hoy, GRUPO CAMPEZO, es una empresa puntera que consolida y diversifica sus áreas de actividad, dentro de la construcción de obras civiles, adaptándose a las necesidades de un mercado cada vez más vasto y exigente. Con la potencia y capacidad emprendedora que ha caracterizado su trayectoria. Avanzando con firmeza en su constante progreso hacia el futuro.

5.3.2.-Presentación del producto: hormigón bituminoso

El producto analizado es un Hormigón bituminoso para carreteras y otras áreas con tráfico (AC 16 SURF 50/70 S OFITA TA)



Requisitos generales y requisitos empíricos:

Contenido de huecos mezcla	EN 12697-8	Máximo Vmax6,0 (6,0%) Mínimo Vmin3,0 (4,0%)
Contenido de huecos por ligante	EN 12697-8	Máximo VFBminNR Mínimo VFBmaxNR
Contenido de huecos áridos	EN 12697-8	VM Amin14 (15%) 1,4D (22,4) mm (100%) D (16) mm(98%) 8 mm (64%) 4mm (43%) 2mm (30%) 0,5mm (12%) 0,25mm (9%) 0,063mm (5,5%)
Granulometría (%pasa)	EN 12697-2	
Sensibilidad al agua	EN 12697-12	ITSR80 (85%)
Reacción frente al fuego	EN 13501-1	NPD
Temperatura de la mezcla	EN 12697-13	140°C a 180 °C*
Contenido de ligante en la mezcla	EN 12697-1/-39	Bmin4,4 (4,7%)
Resistencia a la deformación permanente	EN 12697-22	
Dispositivo pequeño: pendiente de la rodada		WTS AIRO,07 (0,07%)

5.3.3.- Evaluación inicial

5.3.3.1.- Alcance y suposiciones de la evaluación inicial

La siguiente tabla recoge los procesos estudiados del ciclo de vida - producción, distribución, extendido y aplicación – del asfalto evaluado.

Suposiciones:

- La producción de la planta es de 250.000 Tn anuales de agregado.
- Supondremos vida útil de la maquinaria de producción de 25 años.

- La distancia media de recorrido en el suministro de las materias primas es de 55 km.
- La distancia media de recorrido en la distribución del asfalto es de 60 km.
- No se han tenido en cuenta las emisiones durante la etapa de aplicación, debido a la falta de base de datos.

Para el aceite desclasificado utilizado como combustible, al ser un subproducto valorizado, se ha tenido en cuenta el impacto ambiental positivo de evitar gestionar este material como residuo peligroso y, como impactos negativos, los procesos necesarios para acondicionar este residuo para su uso como combustible.



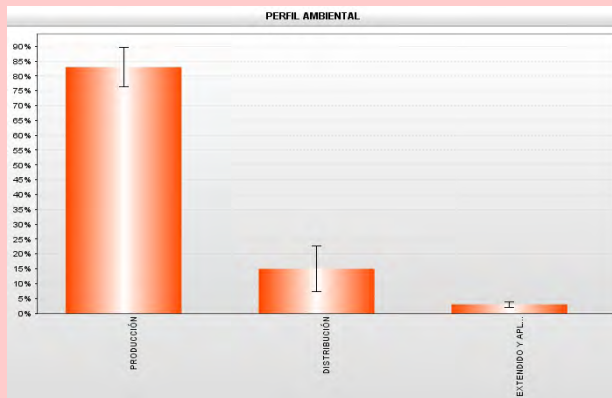
Unidad funcional: 1 Tn de agregado			
PRODUCCIÓN			
Instalaciones y maquinaria			
Instalaciones	3.4E-8	unid	
Maquinaria	2.204E-2	kg	
Materias Primas			
Áridos (Ofita)	906	kg	
Filler mineral (CaCO3)	48	kg	
Betún	46	kg	
Suministro de MMPP	112,13	tkm	
Consumos			
Electricidad	4,2	kwh	
Aceite desclasificado	6,8	kg	
Gasoleo C	0,6	kg	
Residuos – Producción			
Aglomerado y filler a vertedero	19,38	kg	
Emisiones			
Partículas	0,04	kg	
CO2	25,8	kg	
CO	0,014	kg	
SO2	0,01	kg	
NO2	0,03	kg	
DISTRIBUCIÓN			
Transporte camión	120	tkm	
EXTENDIDO Y APLICACIÓN			
Maquinaria	0,14	kg	
Consumos			
Gasoleo B	0,51	kg	
Aceites lubricantes	0,09	kg	
Agua	3	kg	
Emulsión	Betún	2,11	kg
	Agua	1,19	kg
Residuos – Extendido y aplicación			
Agregado a vertedero	13,13	kg	

Principales procesos del ciclo de vida del asfalto estudiado

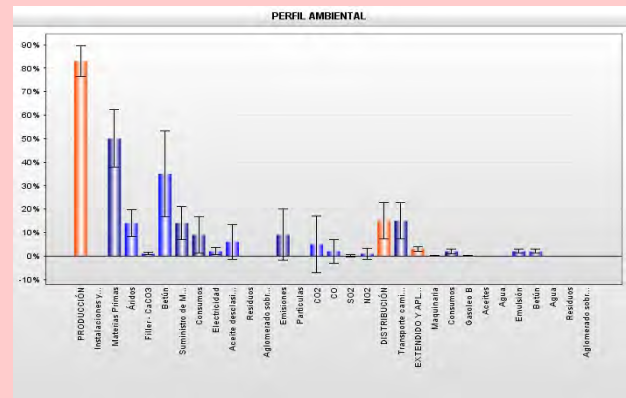
5.3.3.2.- Resultados de la evaluación inicial

La siguiente figura muestra el perfil ambiental de las etapas estudiadas del ciclo de vida del asfalto inicial,

en el que se puede observar que el 83% ($\sigma = 7\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe a su fase de producción, el 14% ($\sigma = 8\%$) a su distribución, el 3% ($\sigma = 1\%$) a su extendido y aplicación.



Perfil ambiental del asfalto



Aspectos ambientales del asfalto

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C5-3 para más detalles):

- En producción, un 50% del impacto ambiental global se debe a las materias primas, un 9% a los consumos y otro 9% a las emisiones, siendo despreciable el impacto debido a las instalaciones y maquinaria. En cuanto a los materiales, el betún supone un 35% del impacto ambiental global, la ofita un 14% y el filler calizo un 1% del impacto ambiental global. El suministro de estas materias primas genera el 14% del impacto global. En cuanto a los consumos, un 6% corresponde al aceite desclasificado y un 3% al consumo eléctrico. En cuanto a las emisiones, el 5% del impacto global es debido al CO2, un 2% al CO y un 1% al NO2.
- El 15% del impacto de distribución es debido al transporte del material.
- En extendido y aplicación, un 2% del impacto se debe al consumo de betún de la emulsión y un 1% al consumo de gasóleo B.

- Sustitución de áridos de origen natural por escorias de acería (CAP 4. Ficha ASF-003 "Sustitución de áridos naturales por escorias negras de acería")
- Mezcla semicaliente, adición de zeolita (CAP 4. Ficha ASF-011 "Mezclas semicalientes")

El Grupo Campezo-Guipasa realizó las obras de construcción de la Carretera GI-631 (Zumarraga) con un asfalto con sustitución del 100% de áridos naturales gruesos por escorias negras de acería, entre Abril y Mayo de 2008. Así mismo, realizó la rehabilitación estructural del firme de la carretera GI-4141 al barrio Errekaballara (Asteasu), en noviembre de 2007, con un asfalto al que se le añadió zeolita, con lo que se consiguió disminuir su temperatura de fabricación en 35°C. Debido a los positivos resultados obtenidos y a que, a priori, no hay ningún impedimento técnico, para la realización de este estudio se han utilizado los datos empíricos de ambas medidas y han sido aplicadas a un único asfalto.

En ambos asfaltos estudiados se ha utilizado aceite desclasificado como combustible. (Ficha ASF-008 "Combustibles alternativos")

Las características técnicas del asfalto serían:

Hormigón bituminoso para carreteras y otras áreas con tráfico (AC 16 SURF 50/70 S ESCORIA TB)

5.3.4.-Estrategias de mejora ambiental

Las medidas de ecodiseño aplicadas en el asfalto inicial se anotan a continuación:



Contenido de huecos mezcla	EN 12697-8	Máximo Vmax5,0 (5,0%) Mínimo Vmin3,0 (3,0%)
Contenido de huecos áridos	EN 12697-8	VM Amin14 (15%)
		1,4D (22,4) mm (100%) D (216) mm (99%) 8 mm (65%) 4mm (47%) 2mm (33%) 0,5mm (16%) 0,25mm (11%) 0,063mm (6,7%)
Granulometría (%pasa)	EN 12697-2	
Sensibilidad al agua	EN 12697-12	ITSR90 (90%)
Reacción frente al fuego	EN 13501-1	NPD
Temperatura de la mezcla	EN 12697-13	120°C a 140 °C*
Contenido de ligante en la mezcla	EN 12697-1/-39	Bmin3,6 (4,8%)
Resistencia a la deformación permanente	EN 12697-22	
Dispositivo pequeño: pendiente de la rodada		WTSIRO,07 (0,07%)

5.3.5.- Evaluación final

5.3.5.1.- Alcance y suposiciones de la evaluación final

La siguiente tabla recoge los principales procesos del ciclo de vida - producción, distribución, extendido y

aplicación – del asfalto evaluado. Para este estudio se han realizado las mismas suposiciones descritas en el apartado 5.3.3.1. Para las escorias de acería utilizadas como árido, al ser subproductos valorizados, se ha tenido en cuenta el impacto ambiental positivo que genera esta valorización, es decir no tener que gestionarlas como residuo, y el impacto negativo que genera su transporte hasta la fábrica.



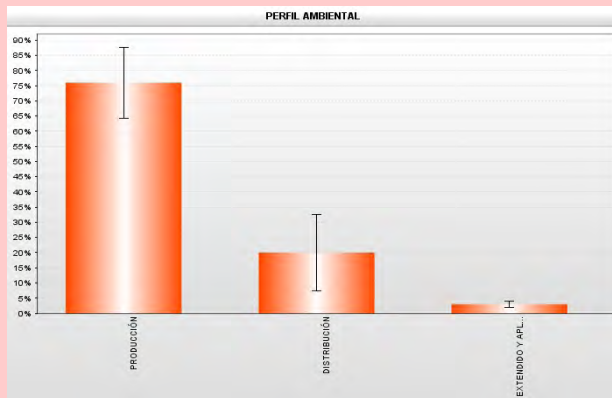
Unidad funcional: 1 Tn de agregado			
PRODUCCIÓN			
Instalaciones y maquinaria			
Instalaciones	3.4E-8	unid	
Maquinaria	2.2041E-2	kg	
Materias Primas			
Áridos (Escorias de acería)	897	kg	
Filler mineral (CaCO3)	57	kg	
Betún	46	kg	
Zeolita	0,138	kg	
Suministro de MMPP	112,13	tkm	
Consumos			
Electricidad	4,2	kwh	
Aceite desclasificado	5,95	kg	
Gasoleo C	0,55	kg	
Residuos - Producción			
Aglomerado y filler a vertedero	19,38	kg	
Emisiones			
Partículas	3,863E-2	kg	
CO2	22,6	kg	
CO	0,0129	kg	
SO2	5,206E-3	kg	
NO2	2,324E-2	kg	
DISTRIBUCIÓN			
Transporte camión	120	tkm	
EXTENDIDO Y APLICACIÓN			
Maquinaria	0,14	kg	
Consumos			
Gasoleo B	0,51	kg	
Aceites lubricantes	0,09	kg	
Agua	3	kg	
Emulsión	Betún	2,11	kg
	Agua	1,19	kg
Residuos - Extendido y aplicación			
Agregado a vertedero	13,13	kg	

Principales procesos del ciclo de vida del asfalto estudiado

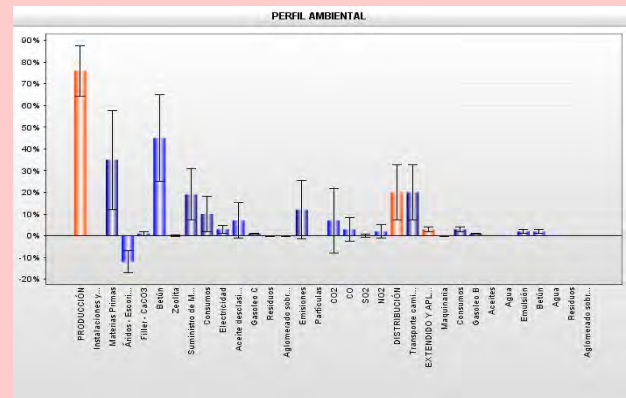
5.3.5.2.-Resultados de la evaluación final

La siguiente figura muestra el perfil ambiental de las etapas estudiadas del ciclo de vida del asfalto final,

en el que se puede observar que el 76% ($\sigma = 12\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe a su fase de producción, el 20% ($\sigma = 13\%$) a su distribución, el 3% ($\sigma = 1\%$) a su extendido y aplicación.



Perfil ambiental del asfalto



Aspectos ambientales del asfalto

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C5-3 para más detalles):

- En producción, un 35% del impacto ambiental global se debe a las materias primas, un 12% a las emisiones y un 10% a los consumos, siendo despreciable el impacto debido a las instalaciones y maquinaria. En cuanto a los materiales, el betón supone un 45% del impacto ambiental global, el filler calizo un 1% y las escorias de acería, una vez tenido en cuenta el impacto positivo de su valorización y no gestión como residuo, aporta un -12% del impacto ambiental global, es decir su utilización tiene un impacto ambiental positivo. El impacto ambiental generado por la utilización de la zeolita como materia prima es despreciable y el suministro de las materias primas genera

un 19% del impacto ambiental global. En cuanto a las emisiones, el 7% del impacto global es debido al CO₂, un 3% al CO y un 2% al NO₂. En cuanto a los consumos, un 7% corresponde al aceite desclasificado, un 3% al consumo eléctrico y un 1% al gasoleo C.

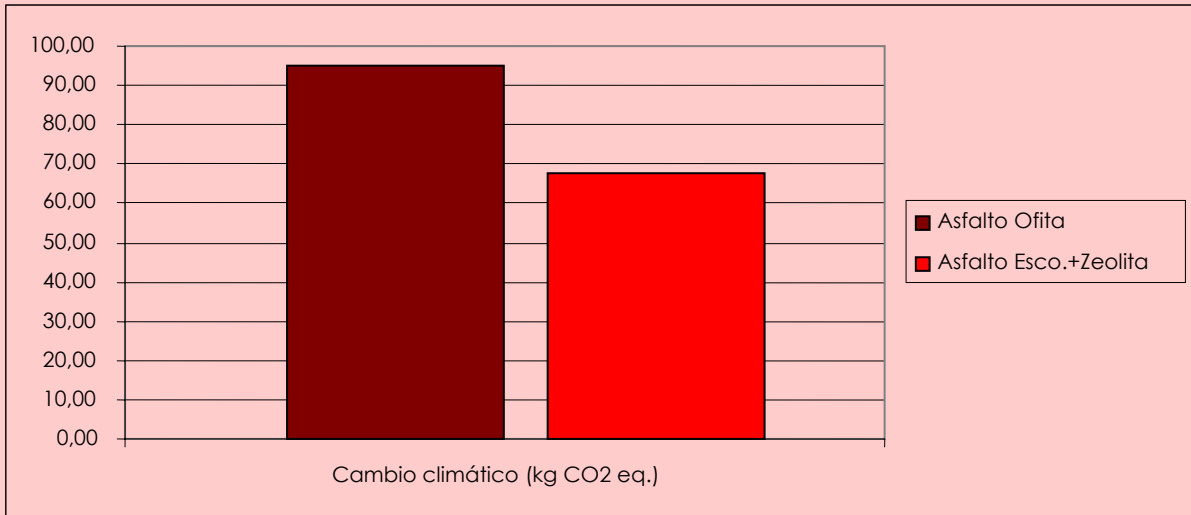
- El 20% del impacto de distribución es debido al transporte del material.
- En extendido y aplicación, un 2% del impacto se debe al consumo de betón de la emulsión y un 1% al consumo de gasoleo B.

5.3.6.-Resultados y conclusiones

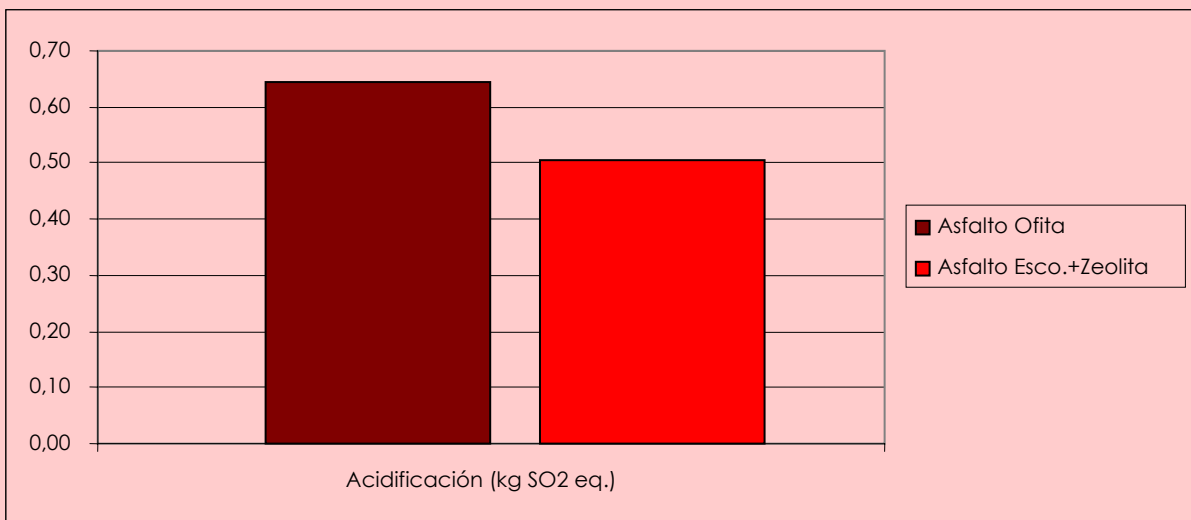
En la siguiente tabla se anotan los resultados numéricos comparados de los dos asfaltos estudiados, comprobándose la mejora global del comportamiento ambiental tras aplicar las medidas descritas en el apartado 5.3.4.

INDICADOR	ASFALTO OFITA	ASFALTO ESCORIAS + ZEOLITA
Cambio climático (kg CO ₂ eq.)	95,1	67,5
Acidificación (kg SO ₂ eq.)	6,45E-01	5,05E-01
Destrucción capa ozono (kg CFC-11 eq.)	3,36E-05	2,80E-05
Oxidantes fotoquímicos (kg etileno eq.)	3,44E-02	2,83E-02
Eutrofización (kg NO _x eq.)	5,85E-01	3,88E-01

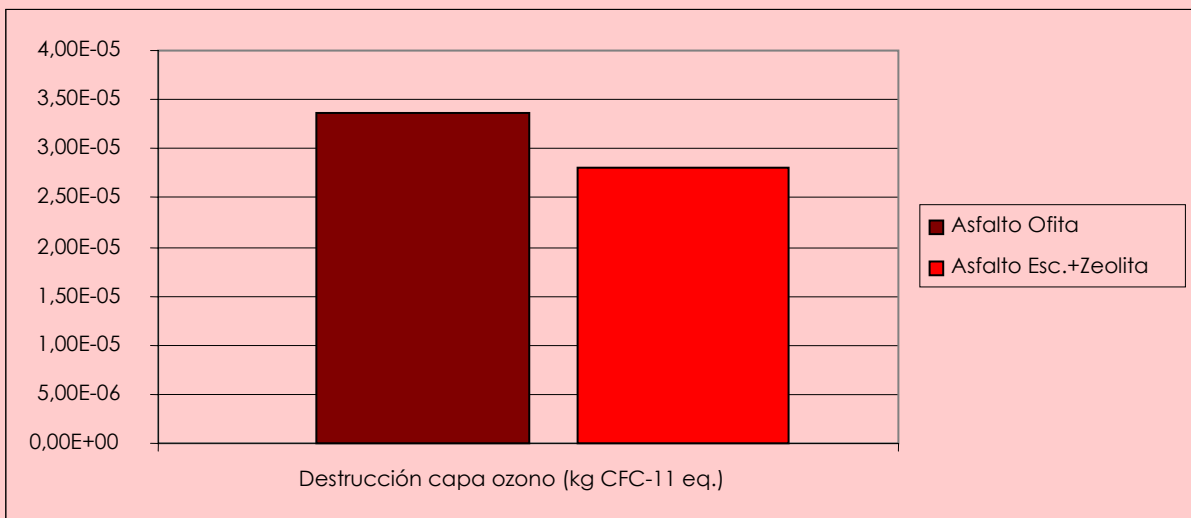
Comparación de resultados



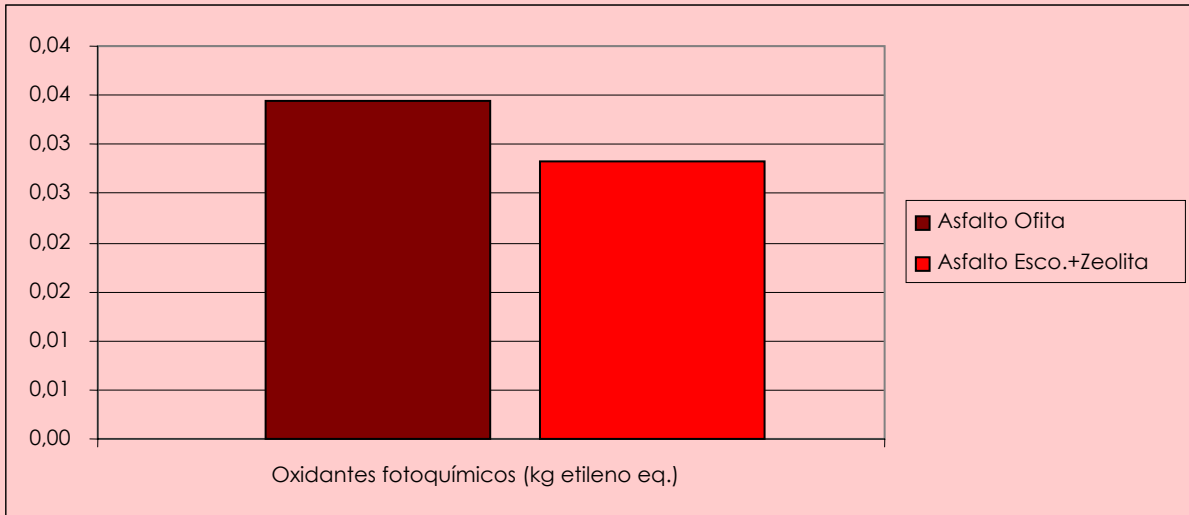
Comparación de resultados del indicador cambio climático



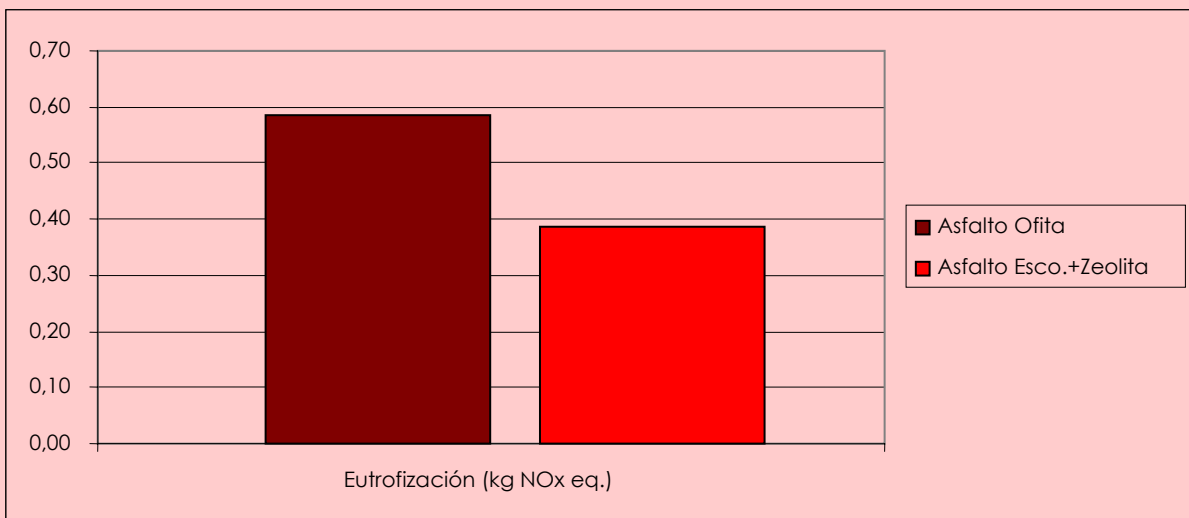
Comparación de resultados del indicador acidificación



Comparación de resultados del indicador destrucción de la capa de ozono



Comparación de resultados del indicador oxidantes fotoquímicos



Comparación de resultados del indicador eutrofización



5.4.- INTEMAN S.A

5.4.1.-Presentación de la empresa

INTEMAN S.A. es una organización con más de 25 años en el mercado que se dedica a la elaboración de productos biotecnológicos y químicos, destinados a muy variados sectores industriales (construcción, metalurgia, automoción, servicios, etc.). Nuestros productos están recogidos en las siguientes familias:

- TEMAN: Productos de mantenimiento industrial
- KORTEMAN: Fluidos y refrigerantes de corte
- TECONS: Aditivos y productos para la construcción
- TEQUIL: Limpiadores, desengrasantes, desinfectantes y otros
- TEPAIN: Recubrimientos superficiales
- BIOTEMAN: Productos biológicos de limpieza para el mantenimiento urbano y de colectividades.
- BIO100 Productos biotecnológicos con alta seguridad de uso y de nulo impacto para el medioambiente.

Los conceptos gestión de calidad y gestión medioambiental son instrumentos estratégicos básicos para la competitividad, rentabilidad, supervivencia y desarrollo futuro de INTEMAN SA.

En 1997 se obtuvo el certificado de "Registro de Empresa" de un Sistema de Aseguramiento de la calidad según la Norma UNE-EN ISO 9001:1.994. En 1999 se obtuvo el certificado para el Sistema de Gestión Medioambiental según la Norma UNE EN ISO 14001:1.996. En 2001 adaptó el certificado de "Registro de Empresa" de un Sistema de Aseguramiento de la calidad según la Norma UNE-EN ISO 9001:2000. En 2004 se obtuvo el certificado de "Registro EMAS", de acuerdo con lo que se establece en el Reglamento 761/2001 de gestión y auditoría medioambientales (EMAS).

Coherente con la política medioambiental, INTEMAN SA impulsa el desarrollo y puesta en mercado de productos con dos criterios: uno, máxima seguridad medioambiental, con productos altamente biodegradables y dos, máxima seguridad laboral, con productos menos peligrosos y en muchos casos reduciendo, cuando no eliminando los pictogramas de peligrosidad de los productos.

En los últimos años INTEMAN S.A. viene desarrollando y potenciando la actividad medioambiental mencionada, desarrollando productos biotecnológicos (basados en microorganismos y enzimas), principalmente aplicados a la limpieza de colectividades, depuración de aguas residuales y efluentes contaminantes, y al tratamiento de residuos

de industrias agroalimentarias. La tecnología empleada en la fabricación de los nuevos productos es propia y su formulación se desarrolla en el departamento de I+D+i a partir de los últimos conocimientos tecnológicos en cada campo y de un análisis de mercado.

INTEMAN S.A. es miembro asociado de los siguientes organismos: GAIKER Centro tecnológico, ASEBIO Asociación Española de Bioempresas, AVEK KIMIKA Asociación Vizcaína de Empresas Químicas, EUSKALIT Fundación Vasca para la Excelencia, INNOBASQUE Agencia Vasca de la Innovación

5.4.2.-Presentación del producto: desencofrante

Desencofrante TECONS DA, soluble en agua formulado con base aceite mineral. Se trata de un producto desmoldeante/desencofrante de alto rendimiento y excelente acabado liso y brillante, en base a aceites minerales de gran untuosidad, emulsionables, con excelentes propiedades antioxidantes, que permite una protección de las estructuras y moldes de encofrado. Este producto no contiene COVs en su composición.

Las medidas de ecodiseño aplicadas se describen en el apartado 5.4.4.

5.4.3.- Evaluación inicial

5.4.3.1.- Alcance y suposiciones de la evaluación inicial

La siguiente tabla recoge los procesos del ciclo de vida – producción, distribución y aplicación – del desencofrante evaluado. En esta tabla aparecen ocultas las materias primas, así como sus cantidades, a petición de la empresa.

Suposiciones:

- La producción anual de desencofrante es de 20000 litros.
- Se supone una distancia media de transporte en el suministro de las materias primas de 430 km.
- Se supone una distancia media de transporte en la distribución de 430 km.
- El producto es envasado en garrafas de polietileno de alta densidad de 30 l de capacidad.
- Se supone que todo el aceite mineral del producto acaba en el suelo durante el proceso de limpieza final (este dato también se ha ocultado).



Situación Inicial: TECONS DA Desencofrante base aceite mineral
Unidad funcional: 1 litro

PRODUCCIÓN

Table with 3 columns: Category, Value, Unit. Rows include Instalaciones (Infraestructura, Maquinaria), Materias Primas (Materia prima 1-3, Suministro MMPP), Consumos- Producción (Electricidad), and Residuos - Producción (Papel, RPs).

DISTRIBUCIÓN

Table with 3 columns: Category, Value, Unit. Rows include Envasado (Polietileno alta densidad) and Transporte camión.

APLICACIÓN

Table with 3 columns: Category, Value, Unit. Rows include Consumos - Aplicación (Agua) and Residuos - Aplicación (Vertido de aceite mineral al suelo).

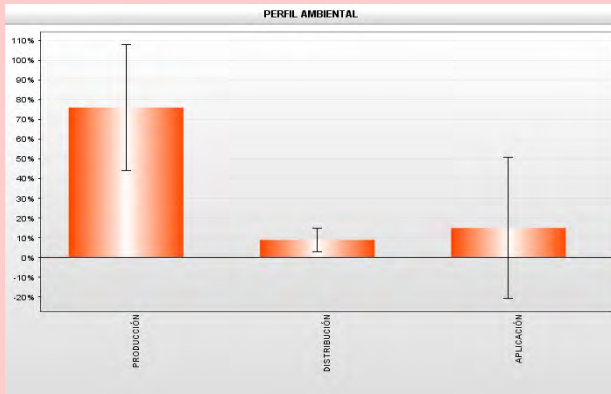
Principales procesos del ciclo de vida del desencofrante estudiado

5.4.3.2.- Resultados de la evaluación inicial

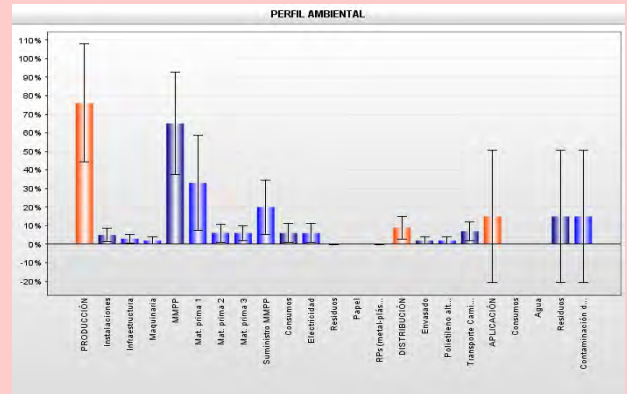
Para el presente caso práctico se ha añadido el indicador "EDIP2003 Ecotoxicidad crónica en el suelo (m3 de suelo)" a los cinco indicadores descritos con el fin de poder observar el impacto de la limpieza del producto una vez realizado el

desencofrado, ya que con esos indicadores no reflejaban dicho impacto.

La siguiente figura muestra el perfil ambiental de las etapas del ciclo de vida del desencofrante, en el que se puede observar que el 76% (σ = 32%) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe a su fase de producción, el 15% (σ = 36%) a su aplicación y el 9% (σ = 6%) a su distribución.



Perfil ambiental del desencofrante



Aspectos ambientales del desencofrante



La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C5-4 para más detalles) :

- En producción, un 65% del impacto ambiental global se debe a las materias primas (20% causado por el suministro), un 6% a los consumos (electricidad) y un 5% a las infraestructuras y maquinaria.
- En distribución, el 7% del impacto se debe al transporte en camión y un 2% al envasado (polietileno de alta densidad).
- En aplicación, un 15% del impacto se debe a la contaminación del suelo por la limpieza con agua, una vez realizado el desencofrado.

5.4.4.-Estrategias de mejora ambiental

Los agentes desencofrantes tienen como función el facilitar el desprendimiento del hormigón de los moldes o paneles. Su campo de utilización es tanto en los lugares de construcción como en fábricas de encofrado de hormigón armado. La mayoría de estos desencofrantes de hormigón, como en el caso anteriormente estudiado, son derivados de aceite mineral (petróleo) y pueden contener disolventes orgánicos volátiles. Este tipo de productos representan:

- 1.-Un riesgo para la salud de los trabajadores/as:
 - Irritan la piel, tienen un olor fuerte, atacan la ropa de trabajo, suelas de zapato, pueden contener disolventes volátiles
- 2.-Contribuyen a un problema de contaminación medioambiental
 - No se biodegradan fácilmente y contaminan los suelos en los lugares de construcción

- Producen residuos peligrosos resultando muy costosa su gestión
- Se pretende diseñar un nuevo producto con criterios de ecodiseño en el que la sustitución de estos aceites minerales por aceites vegetales represente una alternativa no tóxica, respetuosa con el medio ambiente y procedente de un recurso renovable. Estos criterios deben de ser compatibles con la funcionalidad de los productos desencofrantes minerales, esto es, que ofrezcan al menos los mismos o mejores resultados que los aceites minerales utilizados convencionalmente en una amplia gama de aplicaciones en las obras de construcción y en las fábricas.

Medida Aplicada: CAP 4. QUI-001 "Producción de desencofrante con base aceite vegetal".

Como resultado de la aplicación de estos criterios ambientales se diseñó el desencofrante TECONS ECODESMOL: Producto ecológico novedoso en base a aceites vegetales emulsionables en agua para el desencofrado y desmoldeo de estructuras de hormigón. Indicado para cualquier tipo de desmoldes y desencofrado. Para evitar las adherencias de los hormigones en tableros de madera y chapas de encofrado, así como para moldes de prefabricados, pretensados, etc. Este producto no contiene COVs en su composición.

5.4.5.- Evaluación final

5.4.5.1.- Alcance y suposiciones de la evaluación final

La siguiente tabla recoge los procesos del ciclo de vida – producción, distribución y aplicación – del desencofrante evaluado, una vez aplicada la medida de ecodiseño descrita en el apartado 5.4.4. Las materias primas han sido ocultadas. Las mismas suposiciones que fueron aplicadas en la situación inicial se aplicaron en esta.



Situación Inicial: TECONS ECODESMOL Desencofrante base aceite vegetal
Unidad funcional: 1 litro

PRODUCCIÓN

Instalaciones		
Infraestructura	1.6667E-2	unid
Maquinaria	3.333E-2	kg
Materias Primas		
Materia prima 1'	---	kg
Materia prima 2'	---	kg
Materia prima 3'	---	kg
Materia prima 4	---	kg
Suministro MMPP	0.755	tkm
Consumos- Producción		
Electricidad	0.239	kwh
Residuos - Producción		
Papel	0.01	kg
RP's (metal-plástico)	0.01	Kg

DISTRIBUCIÓN

Envasado (Polietileno alta densidad)	4.1667E-2	kg
Transporte camión	100	tkm

APLICACIÓN

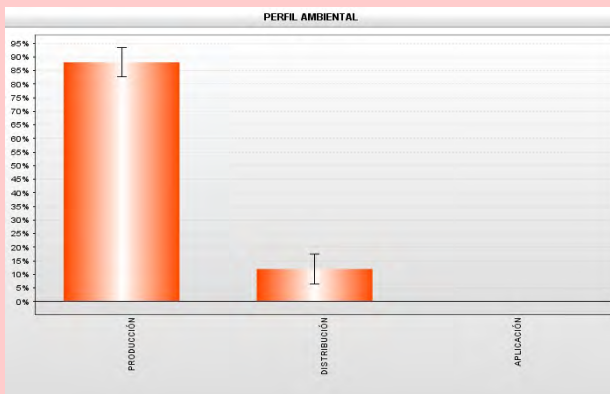
Consumos - Aplicación		
Agua	1	kg
Residuos - Aplicación		
Aceite vegetal al suelo	---	kg

Principales procesos del ciclo de vida del desencofrante estudiado

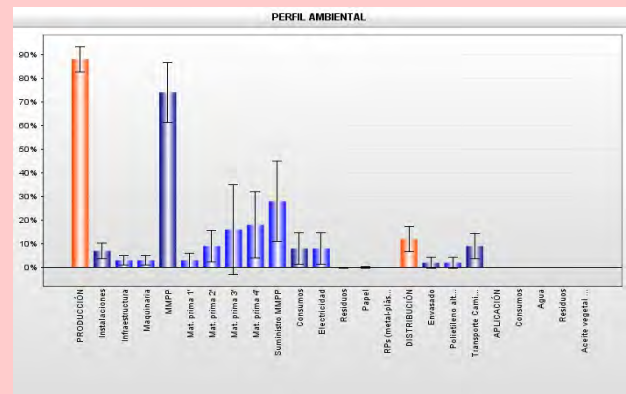
5.4.5.2.-Resultados de la evaluación final

La siguiente figura muestra el perfil ambiental de las etapas estudiadas del ciclo de vida del

desencofrante estudiado, en el que se puede observar que el 88% ($\sigma = 5\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe a su fase de producción y el 12% ($\sigma = 5\%$) a su distribución, siendo nulo el impacto de su aplicación.



Perfil ambiental del desencofrante



Aspectos ambientales del desencofrante



La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C5-4 para más detalles):

- En producción, un 74% del impacto ambiental global se debe a las materias primas (28% debido al transporte), un 8% a los consumos (electricidad) y un 7% a las infraestructuras y maquinaria.

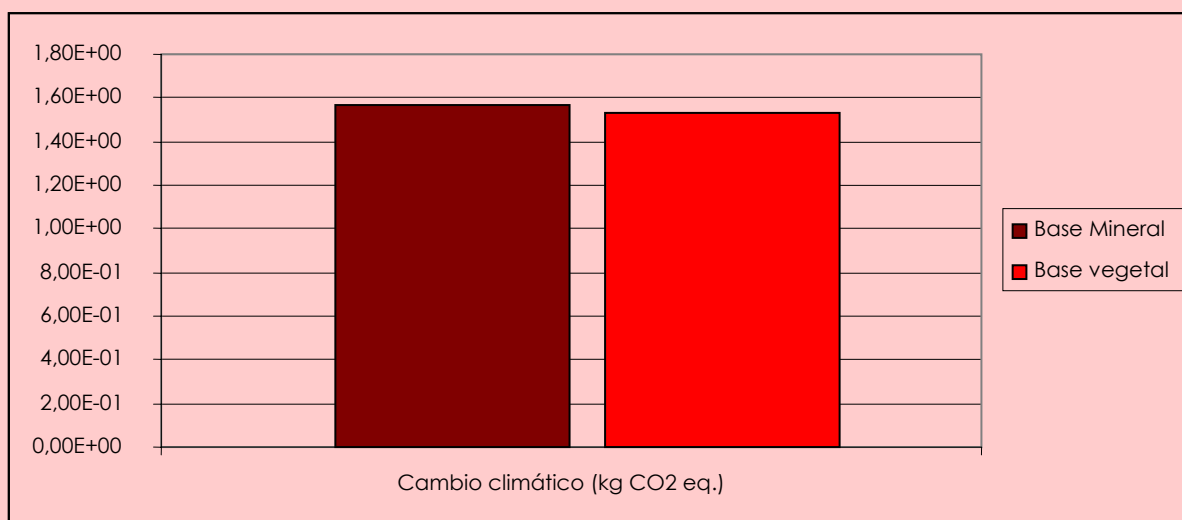
- En distribución, el 9% del impacto se debe al transporte en camión y un 2% al envasado (polietileno de alta densidad).

5.4.6.- Resultados y conclusiones

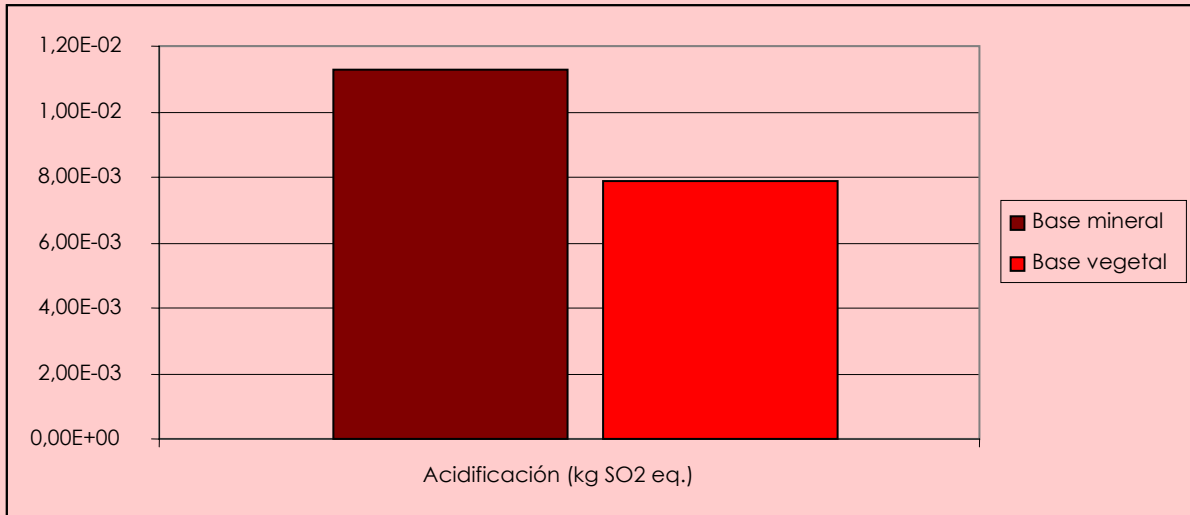
En la siguiente tabla se anotan los resultados numéricos comparados de los dos desencofrantes estudiados, comprobándose la mejora global del comportamiento ambiental tras aplicar las medidas descritas en el apartado 5.4.4.

INDICADORES	DESENCOFRANTE BASE MINERAL	DESENCOFRANTE BASE VEGETAL
Cambio climático (kg CO2 eq.)	1,57E+00	1,53E+00
Acidificación (kg SO2 eq.)	1,13E-02	7,87E-03
Destrucción capa ozono (kg CFC-11 eq.)	4,87E-07	1,59E-07
Oxidantes fotoquímicos (kg etileno eq.)	7,11E-04	5,73E-04
Eutrofización (kg NOx eq.)	9,82E-03	9,97E-03
Ecotoxicidad crónica en el suelo (m3 de suelo)	3,04E+02	5,10E+01

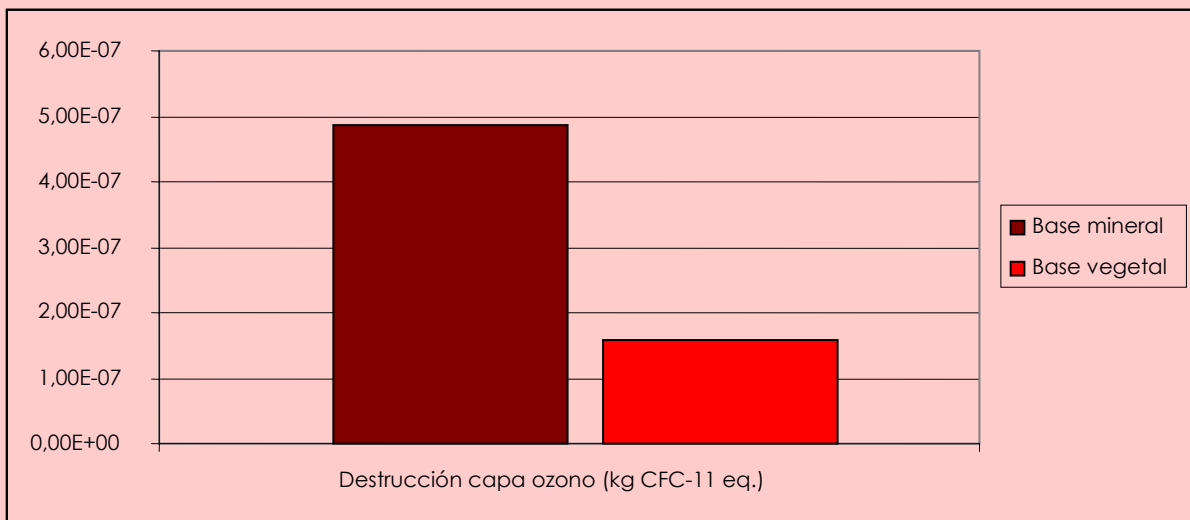
Comparación de resultados



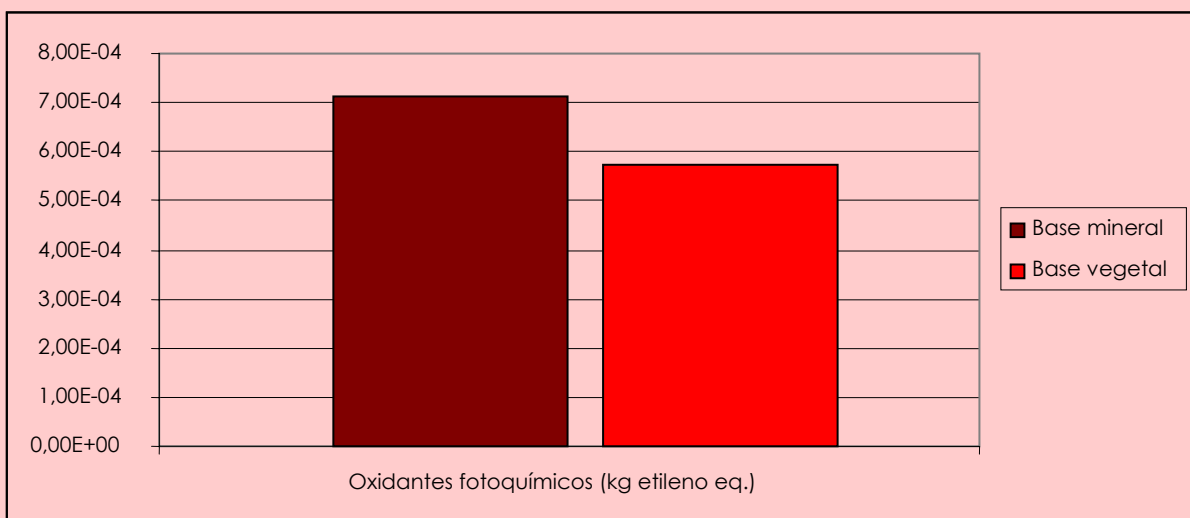
Comparación de resultados del indicador cambio climático



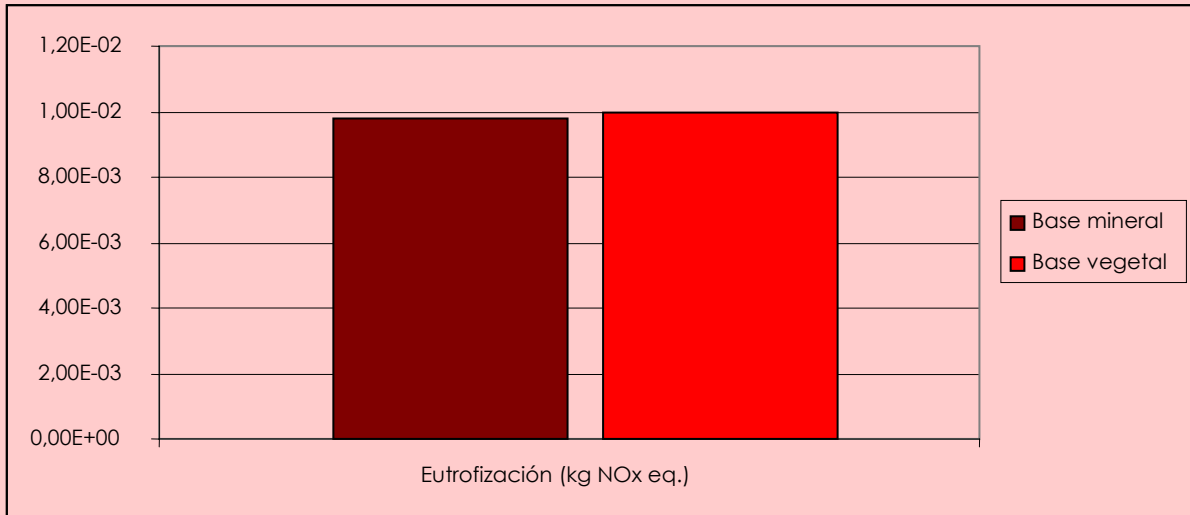
Comparación de resultados del indicador acidificación



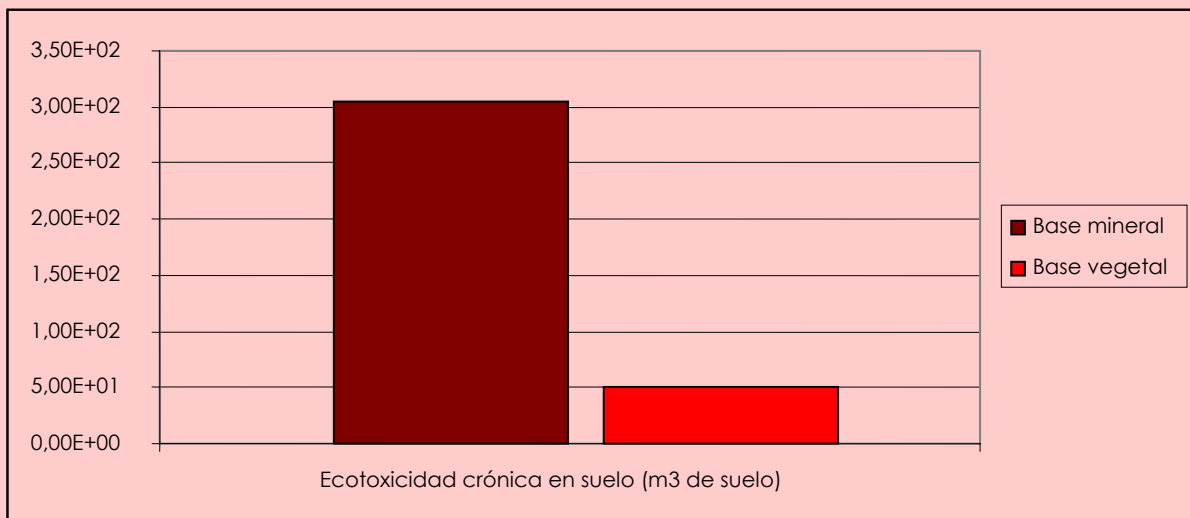
Comparación de resultados del indicador destrucción de la capa de ozono



Comparación de resultados del indicador oxidantes fotoquímicos



Comparación de resultados del indicador eutrofización



Comparación de resultados del indicador ecotoxicidad crónica en el suelo



5.5.- PIZARRERÍAS MENDIZABAL, S.A.

5.5.1.- Presentación de la empresa

Situada en el barrio de Arriarán, a las afueras de Beasain (Guipúzcoa), Pizarrerías Mendizabal es una empresa familiar que cuenta con 25 operarios y que realiza paneles de pizarra arquitecturales.

Es una empresa que fue fundada en el año 1954 por Don Bartolomé Mendizabal, quien comenzó su explotación por medio del método tradicional de galerías. Hoy en día, la extracción de la pizarra se realiza a cielo abierto con una avanzada tecnología de maquinaria, siendo el coste laboral mucho menor y menos perjudicial para los operarios.

La pizarra es una roca metamórfica que se forma a partir de sedimentos arcillosos prensados y en el área norte de la península ibérica es una de las zonas de mayor producción de todo el continente. En cuanto a los productos que realiza, se destacan dos grandes grupos:

- Pizarra para billares:
- Pizarra para baldosas:

La pizarra para baldosas se hace artesanalmente y está exfoliada y perfectamente estratificada. Además, es muy homogénea, y permite extraer tableros regulares de grandes dimensiones. Se pueden adquirir de 3 acabados distintos, exfoliado, pulido o abujardado, como se puede apreciar en la figura:



Muestras de baldosas Exfoliadas, Pulidas y Abujardadas

5.5.2.-Presentación del producto

El producto analizado es una baldosa exfoliada de 600x300mm y el espesor es de 20mm.



Baldosa exfoliada

Las medidas de ecodiseño aplicadas se describen en el apartado 5.5.4.

5.5.3.- Evaluación inicial

5.5.3.1.- Alcance y suposiciones de la evaluación inicial

La siguiente tabla recoge los procesos estudiados del ciclo de vida – extracción, producción, y distribución – de 1 m² de la baldosa evaluada.

Suposiciones:

- Suponemos 50 años de funcionamiento de la extracción y una vida útil de la maquinaria de 25 años.
- La producción anual de baldosas de pizarra es de 40.000 m².
- La distancia entre la mina y las instalaciones productivas es de 1 km.
- Tanto la roca residual del proceso de extracción como la roca residual de producción se reutiliza en la regeneración de la cantera, por lo que el único impacto negativo de estas rocas es el generado por su transporte desde su origen a la cantera.
- Se supone una distancia media de distribución de 50 km.



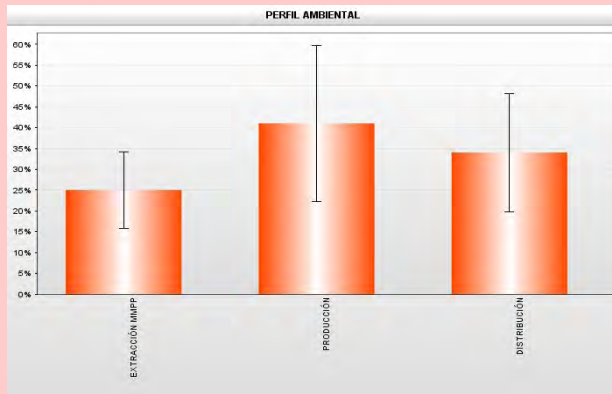
Unidad funcional: 1m2 de baldosa de pizarra		
EXTRACCIÓN DE MATERIAS PRIMAS		
Instalaciones		
Mina	5.148E-7	unidad
Maquinaria	0.0444	kg
Materias Primas		
Piedra extraída de la mina	466.668	kg
Consumos		
Gasoleo B	0.7	kg
Aceite	9.0185E-3	kg
Electricidad	0.723	kwh
Grasas	8.08E-3	kg
Anticongelante	1.931E-3	kg
Brea	0.243	kg
Transporte de mina hasta fabrica		
Transporte camión	0.224	tkm
Residuos		
Roca residual - Regeneración de cantera	-354.668	kg
Transporte	3.55E-2	Tkm
PRODUCCIÓN		
Instalaciones		
Infraestructura	5.148E-7	unidad
Maquinaria	0.075	kg
Consumos		
Combustible	0.598	MJ
Electricidad	4.1226	kwh
Aceites	2.317E-4	kg
Agua	0.207	m3
Madera	2.669E-3	m3
Residuos		
Pizarra residual - Regeneración de cantera	-56	kg
Aguas residuales	30.947	kg
Transporte	2.24E-2	Tkm
DISTRIBUCIÓN		
Embalaje		
Madera	7.627E-3	m3
Plástico	1.572E-2	kg
Espuma de poliuretano	3.114E-3	kg
Bromuro de metilo	2.864E-2	kg
Cartón	4.696E-2	kg
Poliexpán	3.089E-4	kg
Residuos		
Madera a incineradora	2.677	kg
Plásticos a vertedero	7.862E-4	kg
Transporte		
Transporte camión	3.22	tkm

Principales procesos del ciclo de vida de la baldosa de pizarra estudiada



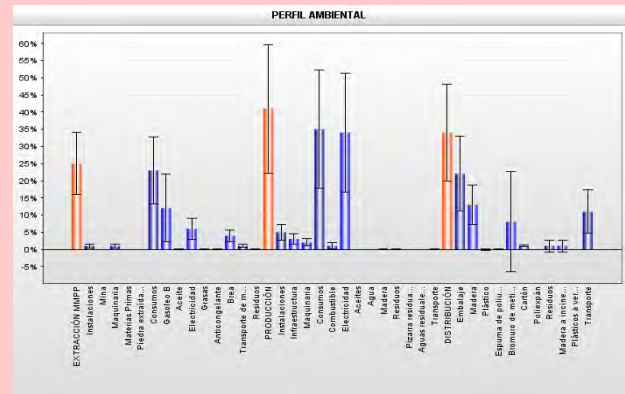
5.5.3.2.- Resultados de la evaluación inicial

La siguiente figura muestra el perfil ambiental de las etapas estudiadas del ciclo de vida de la baldosa de



Perfil ambiental de la baldosa de pizarra

pizarra, en el que se puede observar que el 41% ($\sigma = 19\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe a su fase de producción, el 34% ($\sigma = 14\%$) a su distribución y el 25% ($\sigma = 9\%$) a la extracción de la materia prima.



Aspectos ambientales de la baldosa de pizarra

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del proceso y por lo tanto, las etapas y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C5-5 para más detalles):

- En Extracción de materia prima, un 23% del impacto ambiental global se debe a los consumos (12% gasoleo B, 6% electricidad y 3% brea) y un 1% tanto para la maquinaria como para el transporte del material al centro de producción.
- En Producción, un 34% del impacto se debe al consumo eléctrico y un 5% al la infraestructura y maquinaria.
- En Distribución, un 22% del impacto se debe al embalaje y un 11% al transporte en camión. Dentro del embalaje, un 13% corresponde a la madera y un 8% al bromuro de metilo para el tratamiento de la misma.

cambio de maquinaria que se tiene previsto realizar es la sustitución de las antiguas maquinas cortabloques (BISSO cortabloques) por una nueva máquina (Sunen modelo SP1600), con lo que se conseguiría ahorrar, para la misma producción, casi 40.000 kWh al año.

Rediseño de material de embalaje. (CAP 4. Ficha PNAT-007)

- En colaboración con el Aula de Ecodiseño de Mondragón, se ha realizado el diseño de unos nuevos palets de plástico (HDPE) para el 15% de los envíos que se realizan. Estos palets tienen una vida útil de 10 años y entrarían en un sistema de devolución-retorno. Con esta medida se consigue, a parte de la reducción de consumo de madera, la disminución de necesidad de consumo de sustancias insecticidas, y aumentar la vida útil del material de distribución.
- Se tiene previsto empezar a realizar envíos con este tipo de palets a partir de enero de 2009.

5.5.4.-Estrategias de mejora ambiental

Eficiencia energética. (CAP 4. Ficha PNAT-002)

- Optimización de la red eléctrica: Se consigue una reducción de consumo eléctrico de un 5% sustituyendo la antigua línea eléctrica por una nueva, disminuyendo así las pérdidas causadas por la utilización de secciones de tubo inadecuadas.
- Cambio de maquinaria, lo cual reduce considerablemente la electricidad consumida durante la Producción. El

5.5.5.- Evaluación final

5.5.5.1.- Alcance y suposiciones de la evaluación final

La siguiente tabla recoge los procesos estudiados del ciclo de vida – extracción de materia prima, producción, y distribución – de la baldosa de pizarra evaluada, una vez aplicadas las medidas de ecodiseño anotadas en el apartado 5.5.4. Las mismas suposiciones que fueron aplicadas en la situación inicial se aplicaron en esta.



Unidad funcional: 1m2 de baldosa de pizarra		
EXTRACCIÓN DE MATERIAS PRIMAS		
Instalaciones		
Mina	5.148E-7	unidad
Maquinaria	0.0444	kg
Materias Primas		
Piedra extraída de la mina	466.668	kg
Consumos		
Gasoleo B	0.7	kg
Aceite	9.019E-3	kg
Electricidad	0.687	kwh
Grasas	8.08E-3	kg
Anticongelante	1.931E-3	kg
Brea	0.243	kg
Transporte de mina hasta fabrica		
Transporte camión	0.224	tkm
Residuos		
Roca residual - Regeneración de cantera	-354.668	kg
Transporte	3.55E-2	Tkm
PRODUCCIÓN		
Instalaciones		
Infraestructura	5.148E-7	unidad
Maquinaria	0.075	kg
Consumos		
Combustible	0.598	MJ
Electricidad	2.618	kwh
Aceites	2.317E-4	kg
Agua	0.207	m3
Madera	2.669E-3	m3
Residuos		
Pizarra residual - Regeneración de cantera	-56	kg
Aguas residuales	30.947	kg
Transporte	2.24E-2	Tkm
DISTRIBUCIÓN		
Embalaje		
Madera	6.482E-3	m3
Plástico A*	1.572E-2	kg
Espuma de poliuretano	3.114E-3	kg
Bromuro de metilo	2.434E-2	kg
Cartón	4.696E-2	kg
Poliexpán	3.089E-4	kg
Plástico B*	0.021	kg
Residuos		
Madera a incineradora	2.275	kg
Plásticos a vertedero	7.862E-4	kg
Transporte		
Transporte camión	3.22	tkm

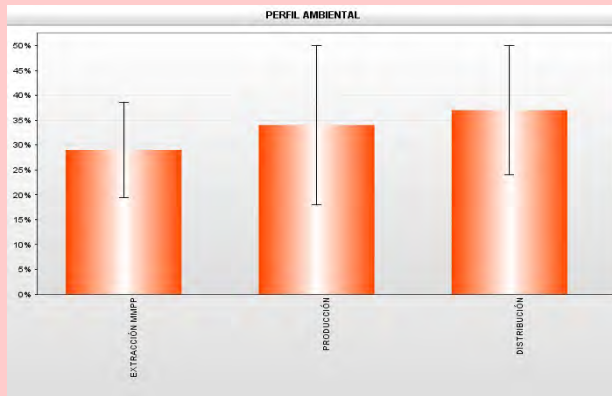
* El plástico A hace referencia a los flejes y films del embalaje, mientras que el plástico B es el HDPE de los nuevos palets.

Principales procesos del ciclo de vida de la baldosa de pizarra estudiada

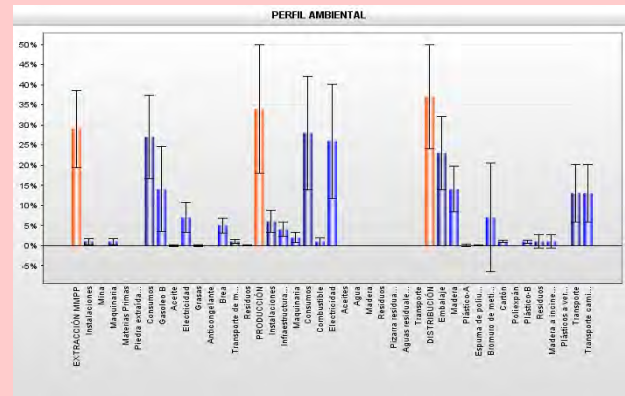


5.5.5.2.- Resultados de la evaluación final

La siguiente figura muestra el perfil ambiental de las etapas estudiadas del ciclo de vida de la baldosa de pizarra una vez aplicadas las medidas de ecodiseño



Perfil ambiental de la baldosa de pizarra



Aspectos ambientales de la baldosa de pizarra

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del proceso y por lo tanto, las etapas y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C5-5 para más detalles):

- En Extracción de materia prima, un 27% del impacto ambiental global se debe a los consumos (14% gasoleo B, 7% electricidad y 5% brea) y un 1% tanto para la maquinaria como para el transporte del material al centro de producción.
- En Producción, un 28% del impacto se debe al consumo eléctrico y un 6% al la infraestructura y maquinaria.

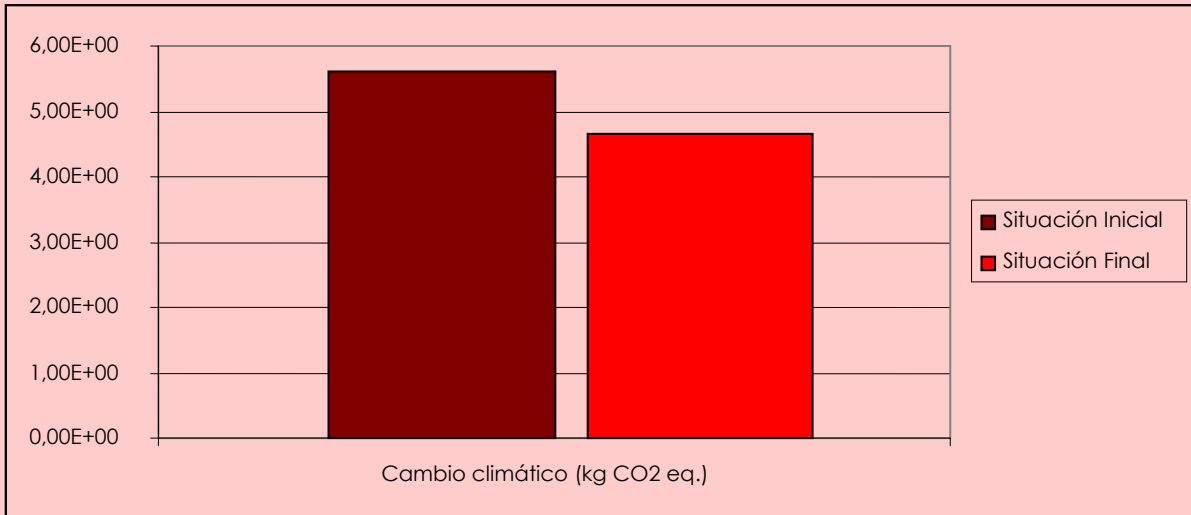
- En Distribución, un 23% del impacto se debe al embalaje y un 13% al transporte en camión. Dentro del embalaje, un 14% corresponde a la madera, un 7% al bromuro de metilo para el tratamiento de la misma y un 1% al cartón y al HDPE de los nuevos palets.

5.5.6.-Resultados y conclusiones

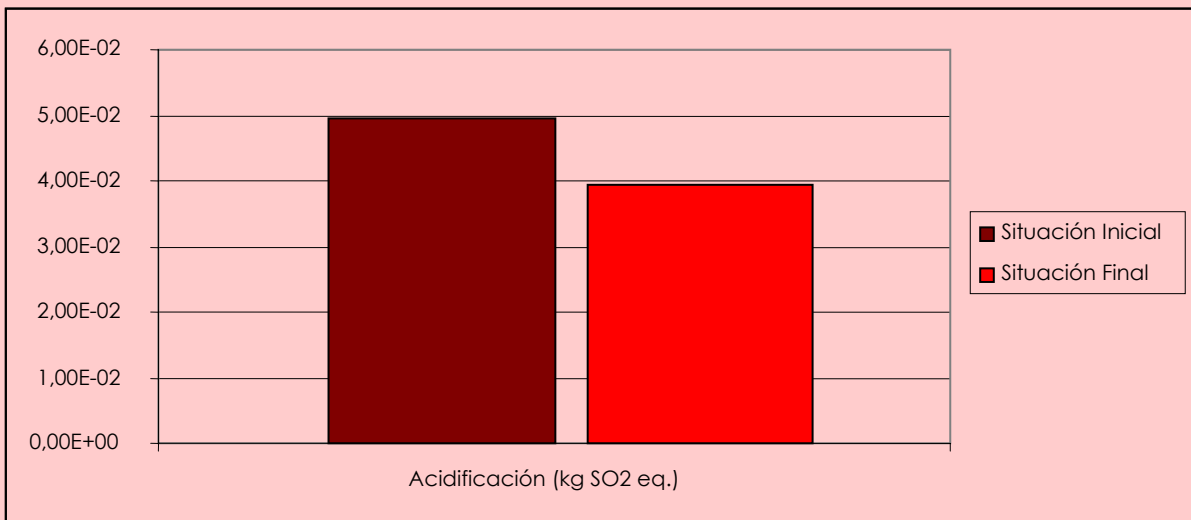
En la siguiente tabla se anotan los resultados numéricos comparados de los dos procesos de rehabilitación de suelos contaminados estudiados, comprobándose la mejora global del comportamiento ambiental de la segunda metodología frente a la primera.

INDICADORES	SITUACIÓN INICIAL	SITUACIÓN FINAL
Cambio climático (kg CO2 eq.)	5,61E+00	4,66E+00
Acidificación (kg SO2 eq.)	4,97E-02	3,93E-02
Destrucción capa ozono (kg CFC-11 eq.)	1,11E-06	1,01E-06
Oxidantes fotoquímicos (kg etileno eq.)	2,31E-03	1,88E-03
Eutrofización (kg NOx eq.)	2,98E-02	2,58E-02

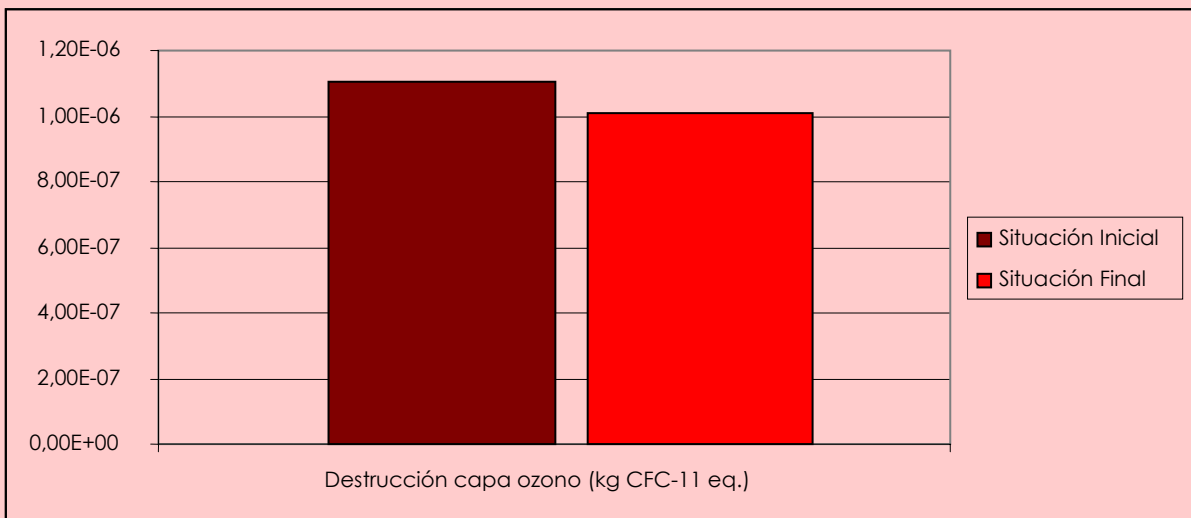
Comparación de resultados



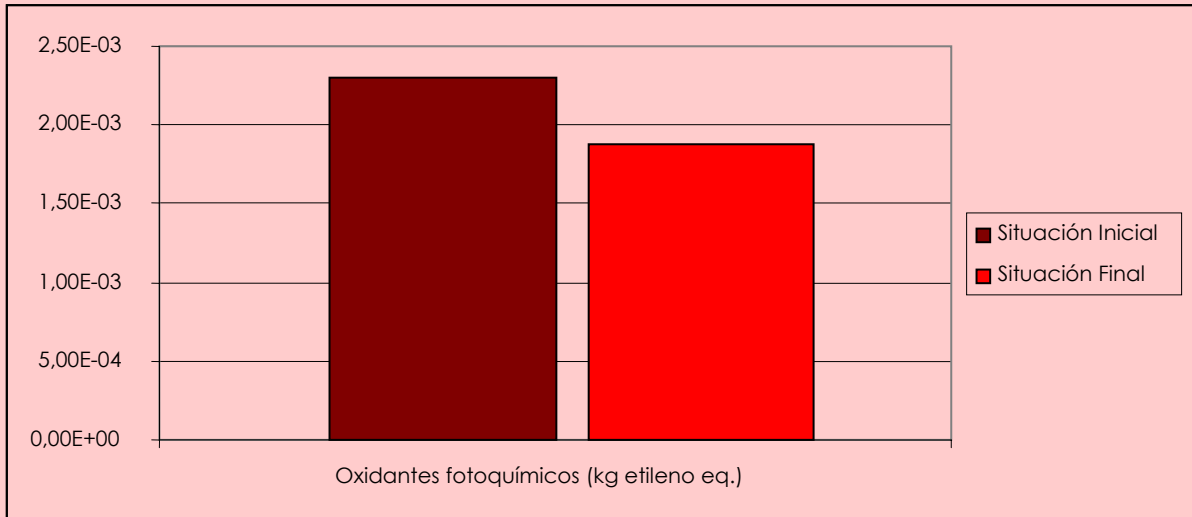
Comparación de resultados del indicador cambio climático



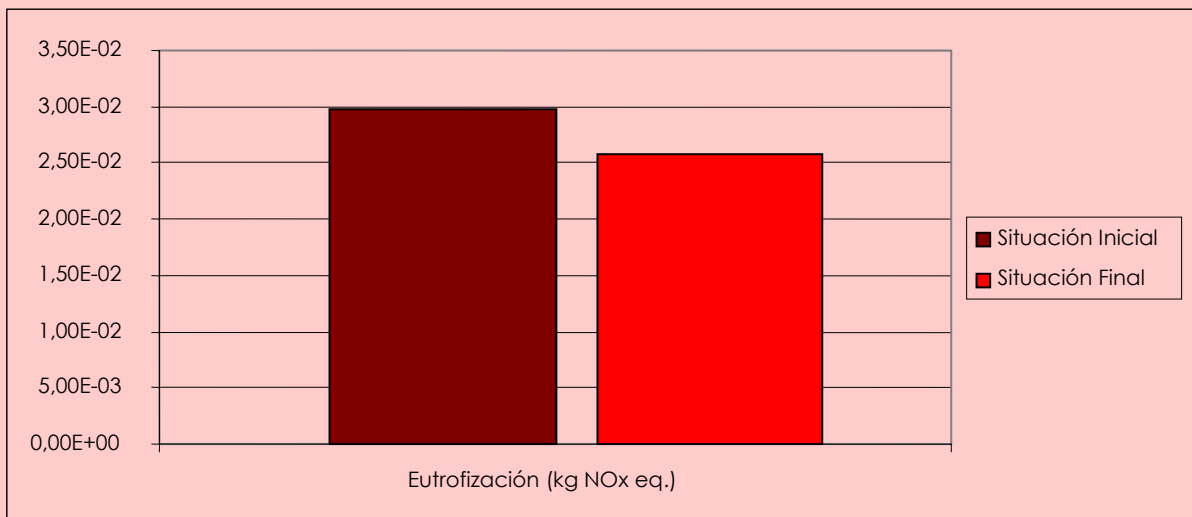
Comparación de resultados del indicador acidificación



Comparación de resultados del indicador destrucción de la capa de ozono



Comparación de resultados del indicador oxidantes fotoquímicos



Comparación de resultados del indicador eutrofización



5.6.- PROIEK:: HABITAT & EQUIPMENT, S.A

5.6.1.- Presentación de la empresa

Proiek::HABITAT & EQUIPMENT es una empresa perteneciente al grupo Mondragon que apuesta por un nuevo concepto de producto y servicio en el mundo del mobiliario público y la arquitectura. Integrada en uno de los principales grupos industriales del país cuenta en la actualidad con una plantilla de 70 personas. Como pilares destacan su oficina técnica, así como el equipo de diseño y desarrollo de producto. A nivel industrial está dotada con la más alta tecnología en medios fabriles.

Entendemos que los espacios son algo más que una mera superficie, un área geométrica, una retícula a rellenar. Nosotros trabajamos siendo conscientes de que los espacios que habitamos deben fomentar la calidad de vida, deben usarse y disfrutarse.

Manteniendo como líneas principales de trabajo el mobiliario público y proyectos singulares para arquitectura, basa su filosofía en 4 pilares básicos:

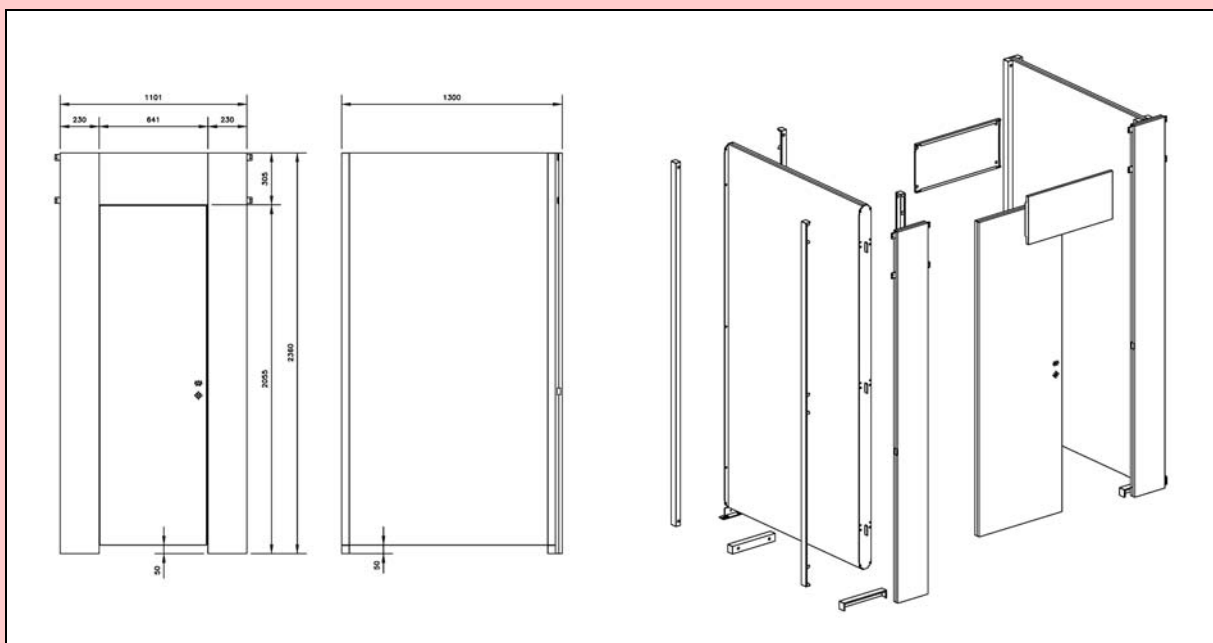
- La cultura del proyecto: entendida como la imprescindible incorporación de la creación intelectual al proceso industrial, entendiendo el proceso como un valor en sí mismo.
- La capacidad industrial: las ideas precisan una adecuada plasmación física, que sólo es posible sustentar en la óptima fabricación de los objetos. Para ello Proiek:: dispone de la experiencia y el aval de uno de los principales grupos industriales del país.
- La solvencia de los materiales: apostando siempre por productos de calidad, con escaso mantenimiento y alta resistencia, tanto a los agentes climáticos como al uso diario.
- La adaptación a las necesidades humanas: vocación de atender nuevas necesidades sociales como la accesibilidad y la sensibilidad hacia el medio ambiente, colocando las ideas y los objetos al servicio de las personas y el lugar donde se ubican.

El compromiso de trabajo parte del proyecto, entendiendo éste, como una combinación de carácter empresarial proactivo y capacidad de proyectar el futuro. Estos factores conducen a una nueva forma de entender el uso del metal en la arquitectura, aportando prospección e innovación, ofreciendo productos de calidad.

La importancia que se otorga al proceso posiciona a Proiek::, no como unos meros manipuladores de metales, sino como agentes propositivos hacia el cliente, ofreciéndole soluciones de una forma activa y teniendo en cuenta factores como el ahorro, la ecología, la innovación, la calidad estética y las relaciones con el entorno de uso.

5.6.2.- Presentación del producto

Cabina Sanitaria en Acero Inoxidable AISI 304 acabado satinado. Todos los elementos de dimensiones según plano de conjunto, siendo alguna de las dimensiones modificables según requerimientos de obra. Incluso tornillería de inoxidable, soldaduras y todo el material necesario para su correcto montaje. Material de relleno de poliexpan.



Conjunto



5.6.3.- Evaluación inicial

5.6.3.1.- Alcance y suposiciones de la evaluación inicial

La siguiente tabla recoge los procesos estudiados del ciclo de vida – producción y distribución – de la cabina sanitaria evaluada.

Suposiciones:

- La capacidad de producción de la empresa es de 350 baños anuales.
- Se suponen 50 años de funcionamiento de la planta.
- Se suponen 25 años de vida útil de la maquinaria.
- Se supone una distancia media de suministro de la materia prima de 40 km.
- Se supone una distancia media de distribución del producto de 250 km.

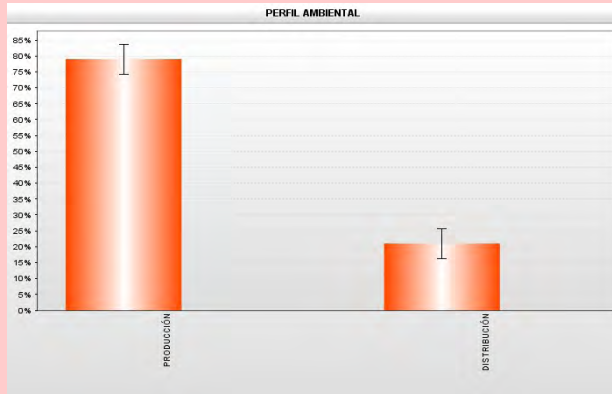
Situación Inicial: Cabina sanitaria		
Unidad funcional: 1 unidad		
PRODUCCIÓN		
Instalaciones		
Infraestructura	0.286	m2
Maquinaria	5.714E-5	kg
Materias Primas		
Acero inoxidable	218	kg
Poliexpan	7	kg
Suministro MMPP	18	tkm
Consumos		
Electricidad	40	kwh
Residuos		
Recortes de inox. – Para reciclaje	4	Kg
DISTRIBUCIÓN		
Embalaje		
Flejes de acero	0.471	kg
Cartón	3.27	kg
Plástico	5.4	kg
Transporte		
Camión	112,5	tkm

Principales procesos del ciclo de vida de la cabina sanitaria estudiada



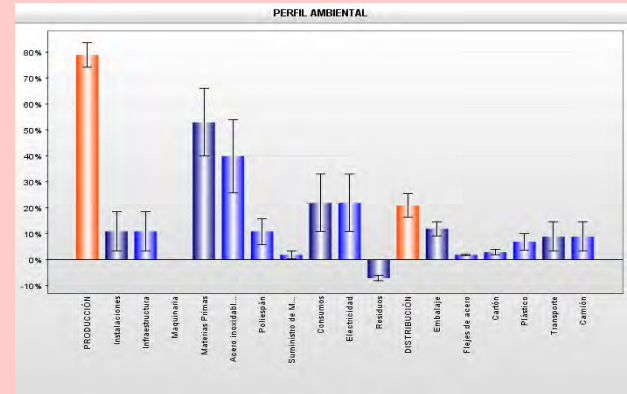
5.6.3.2.- Resultados de la evaluación inicial

La siguiente figura muestra el perfil ambiental de las etapas estudiadas del ciclo de vida de la cabina



Perfil ambiental de la cabina sanitaria

sanitaria, en el que se puede observar que el 79% ($\sigma = 5\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe a su fase de producción y el 21% ($\sigma = 5\%$) a su distribución.



Aspectos ambientales de la cabina sanitaria

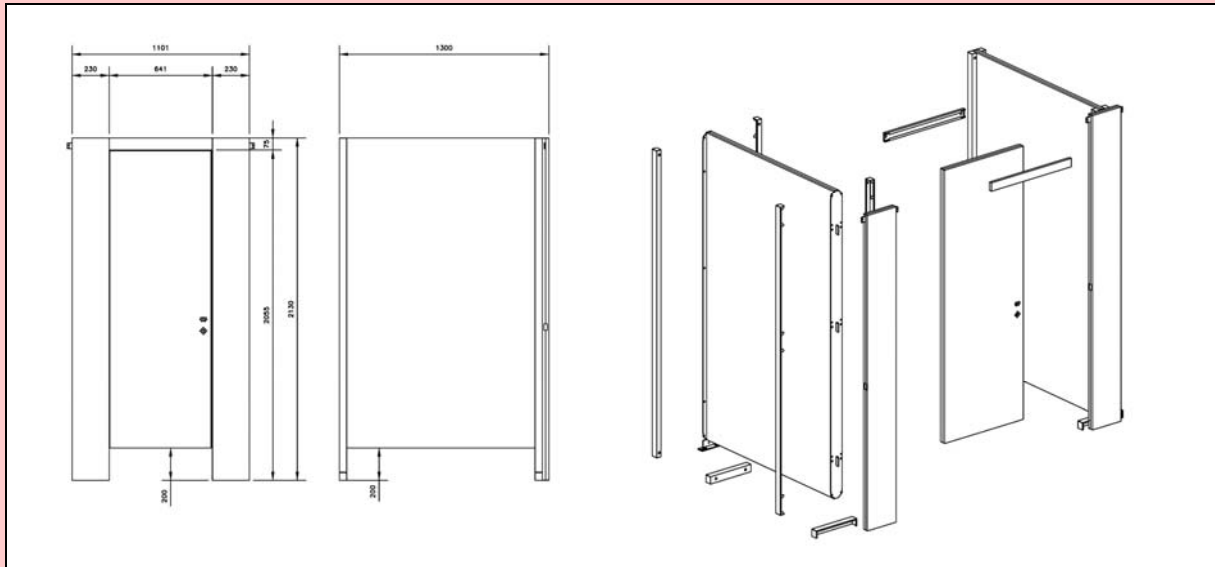
La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C5-6 para más detalles):

- En producción, un 53% del impacto ambiental global se debe a las materias primas, un 22% a los consumos (electricidad) y un 11% a las infraestructuras y maquinaria. En cuanto a las materias primas, un 40% del impacto corresponde al acero inoxidable, un 11% al poliexpán y un 2% al suministro. Al realizar el balance del impacto de la gestión del residuo obtenido (recortes de acero inoxidable), se tiene en cuenta el impacto positivo que genera su reciclado, frete a su gestión como residuo.
- En distribución, el 12% del impacto se debe al embalaje y un 9% al transporte.

- Reducción de tamaño de cabina (CAP 4. Ficha MET-005), dentro de unos límites técnicos. Con esta medida se consigue un ahorro del 15% de acero inoxidable y una reducción proporcional del volumen de material de relleno necesario. La aplicación de esta medida dependerá de si el diseño final se amolda a las necesidades del cliente. El diseño final se muestra en la figura
- Sustitución del material de relleno de poliexpán por láminas de STEICOcanaflex, material de celulosa de cáñamo (CAP 4. Ficha AIS-010). Los motivos de esta elección son:
 - Densidad. Dentro de las alternativas estudiadas, este material posee la densidad más adecuada (40 kg/m³), superior a la del poliexpán, pero adecuada para las necesidades técnicas del producto.
 - Coste relativamente bajo.
 - Proximidad de proveedor.

5.6.4.-Estrategias de mejora ambiental

Las medidas de ecodiseño estudiadas en la evaluación final son:



Estas medidas han sido estudiadas en este proyecto y serán aplicadas en una futura producción de cabinas sanitarias, siempre y cuando estas sean compatibles con las necesidades del pedido.

5.6.5.- Evaluación final

5.6.5.1.- Alcance y suposiciones de la evaluación final

La siguiente tabla recoge los procesos estudiados del ciclo de vida – producción y distribución – de la cabina sanitaria evaluada, una vez aplicadas las medidas de ecodiseño descrita en el apartado 5.6.4. Las mismas suposiciones que fueron aplicadas en la situación inicial se aplicaron en esta.

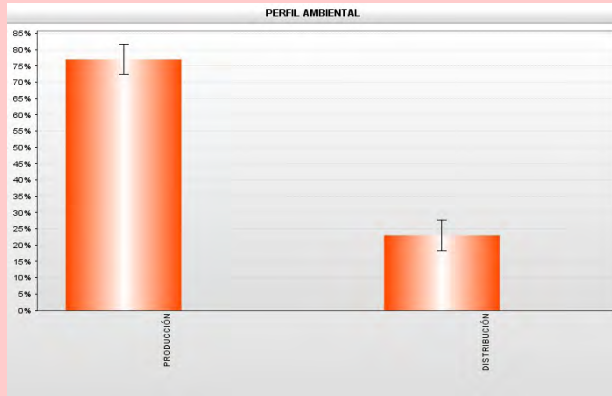
Situación Inicial: Cabina sanitaria		
Unidad funcional: 1 unidad		
PRODUCCIÓN		
Instalaciones		
Infraestructura	0.286	m2
Maquinaria	5.714E-5	kg
Materias Primas		
Acero inoxidable	185.3	kg
Relleno (Fibra de cañamo)	8.72	kg
Suministro MMPP	15.3	tkm
Consumos		
Electricidad	40	kwh
Residuos		
Recortes de inox. – Para reciclaje	4	kg
DISTRIBUCIÓN		
Embalaje		
Flejes de acero	0.471	kg
Cartón	3.27	kg
Plástico	5.4	kg
Transporte		
Camión	95.6	tkm

Principales procesos del ciclo de vida de la cabina sanitaria estudiada



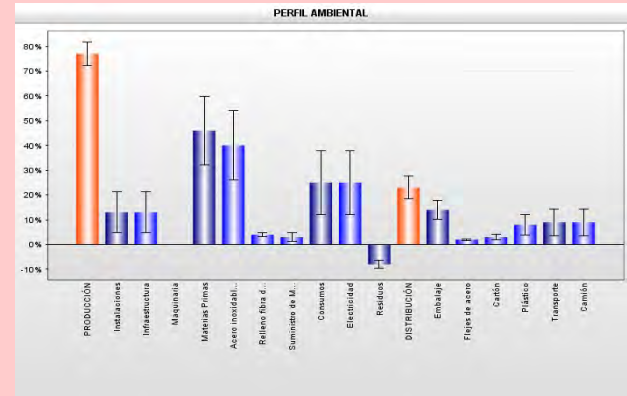
5.6.5.2.- Resultados de la evaluación final

La siguiente figura muestra el perfil ambiental de las etapas estudiadas del ciclo de vida de la cabina



Perfil ambiental de la cabina sanitaria

sanitaria, en el que se puede observar que el 77% ($\sigma = 5\%$) del impacto ambiental global - suponiéndose una importancia equivalente de todos los indicadores - se debe a su fase de producción y el 23% ($\sigma = 5\%$) a su distribución.



Aspectos ambientales de la cabina sanitaria

La figura anterior muestra los aspectos ambientales más significativos del producto y por lo tanto, los procesos y materiales prioritarios en materia de mejora ambiental bajo una perspectiva ambiental global o de importancia equivalente de todos los indicadores. A continuación, se resumen los resultados principales de la evaluación ambiental global (véase ANEXO C5-6 para más detalles):

- En producción, un 46% del impacto ambiental global se debe a las materias primas, un 25% a los consumos (electricidad) y un 13% a las infraestructuras y maquinaria. En cuanto a las materias primas, un 40% del impacto corresponde al acero inoxidable, un 4% al relleno de fibra de cáñamo y un 3% al suministro. Del mismo modo que en el caso inicial, al realizar el balance del impacto de la gestión del residuo obtenido (recortes de acero inoxidable), se tiene en

cuenta el impacto positivo que genera su reciclado, frete a su gestión como residuo.

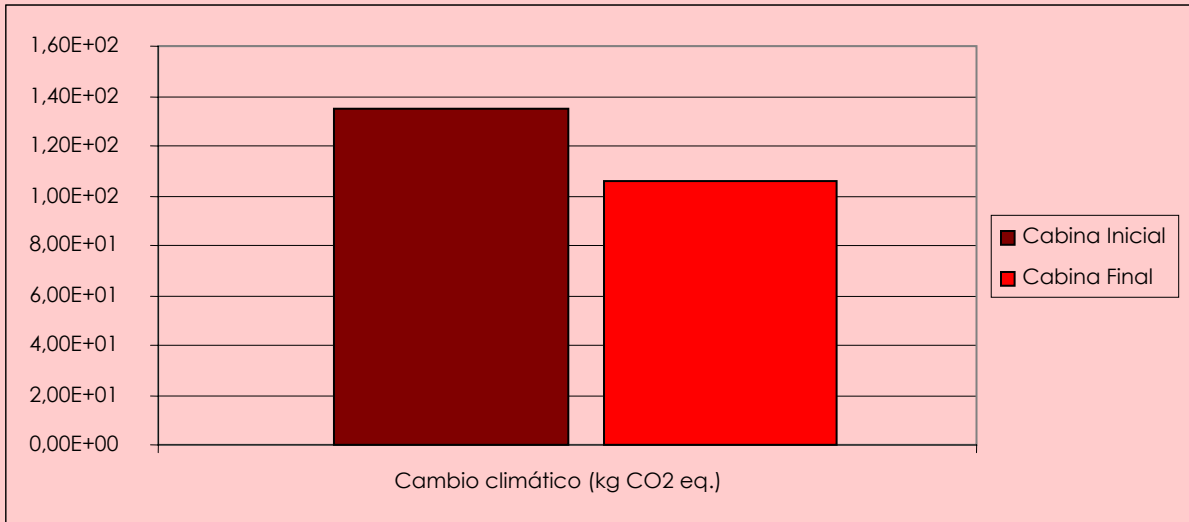
- En distribución, el 14% del impacto se debe al embalaje y un 9% al transporte.

5.6.6.-Resultados y conclusiones

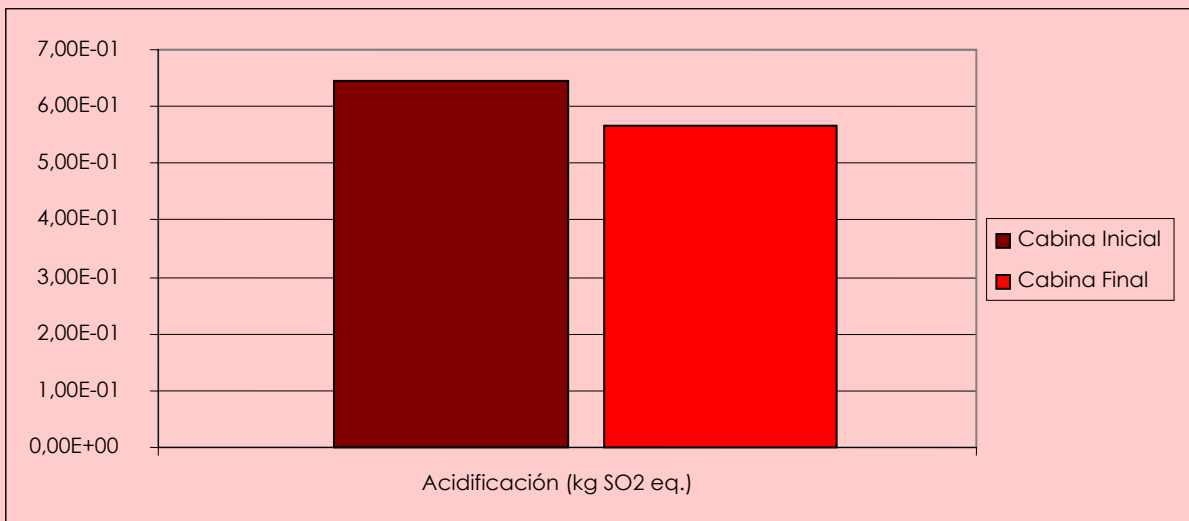
En la siguiente tabla se anotan los resultados numéricos comparados de las dos cabinas sanitarias estudiadas, comprobándose la mejora global del comportamiento ambiental tras aplicar las medidas descritas en el apartado 5.6.4.

INDICADORES	SITUACIÓN INICIAL	SITUACIÓN FINAL
Cambio climático (kg CO2 eq.)	1,35E2	1,06E2
Acidificación (kg SO2 eq.)	6,46E-1	5,66E-1
Destrucción capa ozono (kg CFC-11 eq.)	8,12E-6	7,36E-6
Oxidantes fotoquímicos (kg etileno eq.)	3,76E-2	3,13E-2
Eutrofización (kg NOx eq.)	4,61E-1	4,09E-1

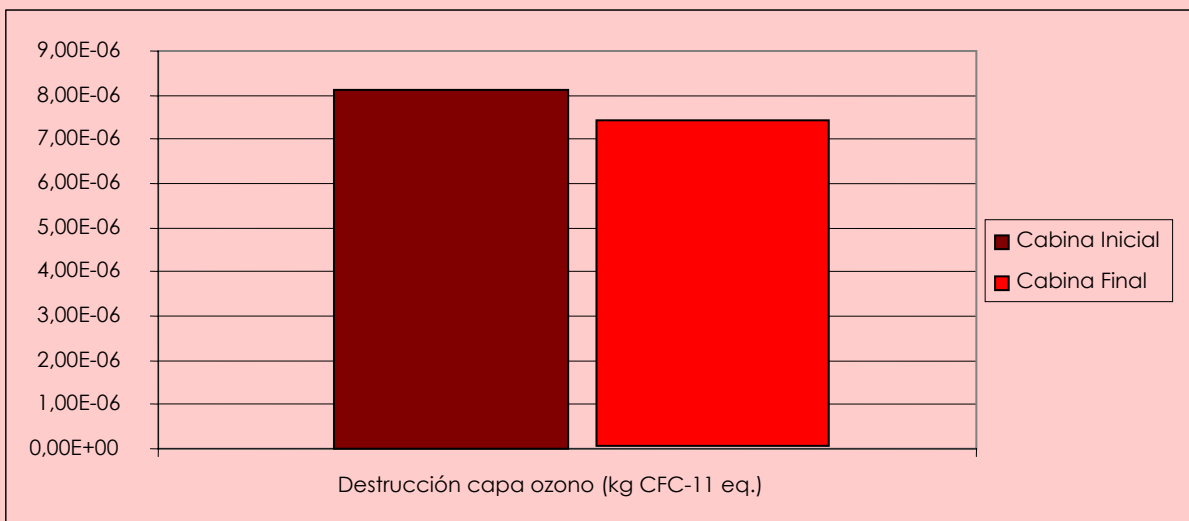
Comparación de resultados



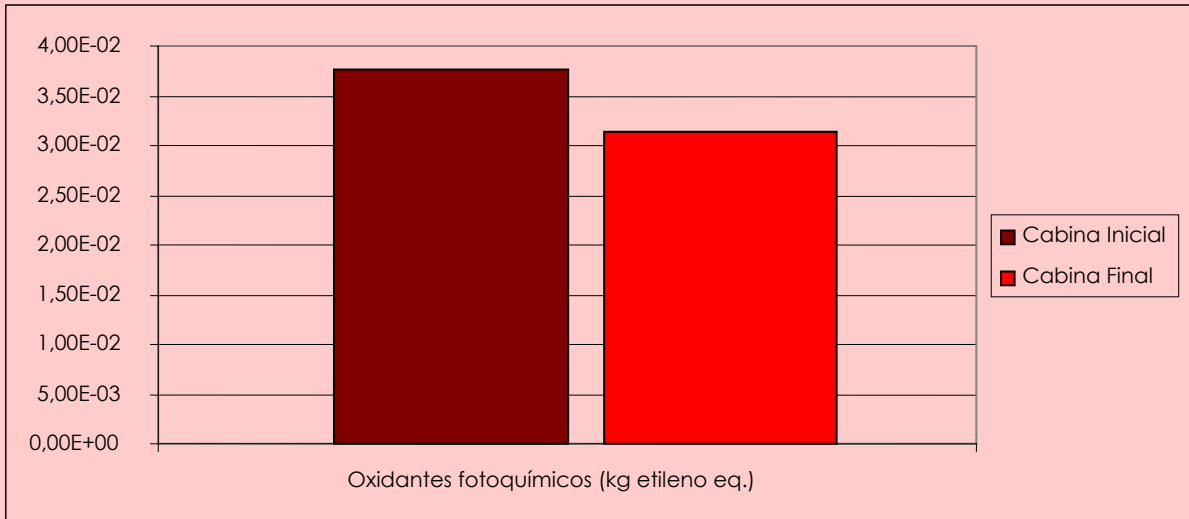
Comparación de resultados del indicador cambio climático



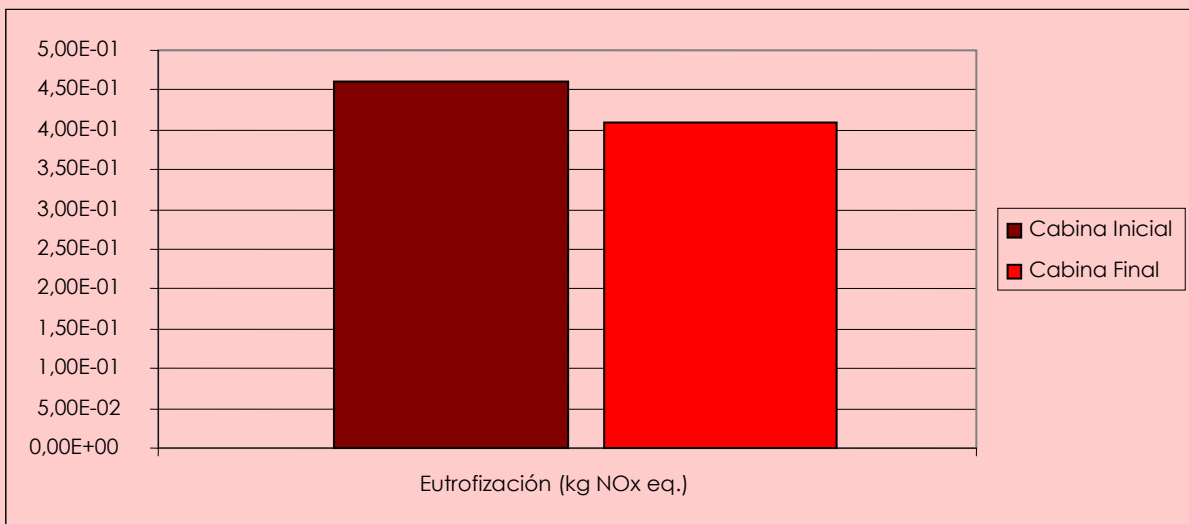
Comparación de resultados del indicador acidificación



Comparación de resultados del indicador destrucción de la capa de ozono



Comparación de resultados del indicador oxidantes fotoquímicos



Comparación de resultados del indicador eutrofización