



## Guías Tecnológicas

### Directiva 96/61 relativa a la prevención y control integrados de la contaminación

#### Epígrafe 3.5 Fabricación de cerámica sanitaria



**Fundación Entorno**  
Empresa y Medio Ambiente

Ministerio de Industria  
y Energía





## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Objeto del documento

La presente Guía resume el estudio de prospección tecnológica del sector de fabricación de cerámica sanitaria con objeto de recoger los aspectos más relevantes del Informe Tecnológico de manera que las personas interesadas puedan disponer de un documento de consulta más manejable.

En caso de estar interesado en consultar el documento completo, puede solicitarlo por escrito en:

Fundación Entorno, Empresa y Medio Ambiente  
C/Padilla 17, ático. 28006 - Madrid  
Telf. 91-575 63 94 Fax. 91-575 77 13  
e-mail: administrador@fundacion-entorno.org

### 1.2 Metodología de trabajo

Tras contactar con las diferentes asociaciones empresariales y demás entidades con competencias en los sectores industriales seleccionados, se diseñó la siguiente metodología de trabajo para la elaboración de estos estudios:

**Fase I: Informe Preliminar.** Se realizó un primer informe con el objetivo de definir el ámbito de estudio e identificar las actividades incluidas en cada epígrafe. Ello permitió llevar a cabo para cada sector un informe previo sobre la situación tecnológico-ambiental que serviría de base para el trabajo a realizar directamente con las empresas en una fase posterior. Estos documentos quedaron recogidos en un CD-Rom y fueron distribuidos a las partes interesadas.

**Fase II: Mesas de trabajo.** Con objeto de poder contar con la opinión directa de las empresas, se convocaron distintas reuniones sectoriales de trabajo con el objetivo principal de discutir el contenido del Informe elaborado en la fase anterior. Además, en estas sesiones pudimos proporcionar a las empresas información sobre el desarrollo de los trabajos realizados para la definición de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD's) del sector.

**Fase III: Trabajo de campo.** Las jornadas de trabajo y el compromiso adquirido por las organizaciones empresariales, nos ayudaron a contactar con empresas representativas de cada sector para la realización de visitas en las que, con la ayuda de un cuestionario, se recopilaron una serie de datos que pudieron ser comprobados *in situ* por nuestros asesores. La amplitud y relevancia del estudio requirió que la muestra de empresas a visitar pudiera ser extrapolable a la globalidad del sector, por lo que se diseñaron los siguientes criterios de selección:

TIPO DE HORNO		
Nº CENTROS	HORNO TÚNEL	HORNO INTERMITENTE
VISITADOS	3	3
AFECTADOS(*)	3	3

(\*) Se visitaron tres empresas, una de las cuales no estaría afectada por la IPPC. Las tres disponen de ambos tipos de hornos.

**Fase IV: Informes Tecnológicos.** De acuerdo con las características de cada sector, la información recopilada en las fases anteriores fue analizada y evaluada para la confección del Informe Tecnológico objeto del programa. Para que este documento constituyera una potente herramienta en las negociaciones para la determinación de las MTD's, los informes se diseñaron siguiendo un esquema similar a los documentos de referencia que se elaborarán en el Institute for Prospective Technological Studies (JRC-IPTS). Estos documentos están a disposición del público en formato CD-Rom.

**Fase V: Difusión.** Uno de los objetivos que dan sentido a este proyecto es contar con la opinión directa de los industriales, ya que son pocas las veces en que la negociación preceda la norma. Por ello, además de la edición y distribución gratuita tanto de los Informes Preliminares como de los Finales, se ha participado en diferentes foros profesionales para difundir los resultados del estudio.

**Fase VI: Guías Tecnológicas.** Para que las partes interesadas puedan disponer de una información más manejable y de documentos de discusión para los distintos foros, se han confeccionado las Guías Tecnológicas que resumen los aspectos más significativos del estudio.

### 1.3 Estructura de la Guía

1. **Introducción.** Presentación, objetivos, metodología, estructura del documento.
2. **La Industria del sector en España.** Visión general del estado de la industria en España, actividades e instalaciones afectadas por la Directiva.
3. **Descripción general del proceso productivo.** Diagrama de flujo y descripción de los problemas medioambientales.
4. **Características especiales del proceso productivo.** Descripción detallada de las etapas críticas desde el punto de vista medioambiental.
5. **Criterios de selección de las MTD's.** Aspectos a tener en cuenta para la selección de las MTD's, tomando como referencia la capacidad productiva marcada y los anexos III y IV de la Directiva.
6. **Técnicas disponibles.** Resumen de las técnicas productivas con relevancia a la hora de definir las MTD's y evaluación general de las mismas.
7. **Técnicas disponibles para el control de emisiones.** Resumen de las técnicas correctivas y evaluación general de las mismas.
8. **Mejores Técnicas Disponibles.** Resumen de la información agrupando las diferentes técnicas estudiadas.
9. **Técnicas emergentes.** Resumen de las técnicas en desarrollo para un nivel de control de la contaminación igual o superior al actualmente en uso.
10. **Conclusiones y recomendaciones.** Consecuencias de la aplicación de las MTD's en cada una de las actividades, valoración económica y recomendaciones para facilitar el cambio tecnológico.

### 1.4 Entidades participantes

Las entidades que han colaborado en la realización de este estudio han sido la Confederación Empresarial Española del Vidrio y la Cerámica (EV) y la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio (SECV).

Además han participado otras instituciones como el Instituto de Tecnología Cerámica (ITC), Asociación Nacional de Fabricantes de Cerámica Sanitaria (ANFACESA), Asociación Española de Sanitarista (AES) y empresas del sector.

«

## 2. LA INDUSTRIA DE LA FABRICACIÓN DE CERÁMICA SANITARIA EN ESPAÑA

### 2.1 Panorama general del sector

Las empresas del sector sanitario son seis, las cuales corresponden a nueve factorías. La producción total para el año 1996 fue de 100.250 T representando 32.184 MPts, con un incremento del 2,7 en producción y de un 7,7% en valor y una ocupación del 86% de la capacidad productiva. El número de puestos de trabajo es de 4.040 y la balanza comercial fue favorable a España con 6.140 MPts.

### 2.2 Actividades e instalaciones afectadas por la Directiva 96/61

La industria cerámica está encuadrada en la división 26 (Industrias de otros productos minerales no metálicos) de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE 93) y en concreto, el sector de fabricación de cerámica sanitaria corresponde a la división 26.220 (Fabricación de aparatos sanitarios).

El número de factorías afectadas por la aplicación de la IPPC asciende a 3 centros productivos, con una capacidad del 78,7% de la total española. En la tabla siguiente, se recoge su distribución geográfica:

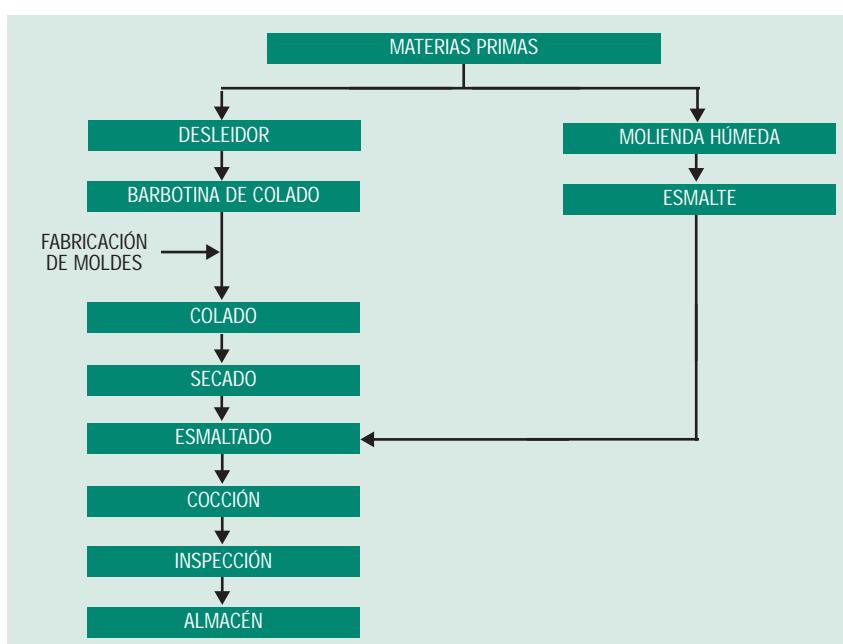
LOCALIZACIÓN	Nº DE CENTROS AFECTADOS
ANDALUCÍA	1
CATALUÑA	1
MADRID	1
TOTAL	3

«

## 3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO

### 3.1 Diagrama de proceso

En este apartado se recoge el diagrama de proceso general correspondiente al sector de fabricación de cerámica sanitaria. Conviene resaltar que el proceso de secado puede efectuarse en hornos clásicos, o bien "al aire" es decir, recorriendo una estancia donde existen determinadas condiciones de humedad y temperatura.



### 3.2 Problemática medioambiental

En este apartado se exponen para cada etapa, la principal problemática medioambiental destacando en verde aquellas que hacen necesaria la implantación de MTD's.

ETAPA	PROBLEMÁTICA MEDIOAMBIENTAL	AFECCIÓN
ALMACENAMIENTO DE MAT. PRIMAS	C. ATMOSFÉRICA	Partículas
MOLIENDA	C. ATMOSFÉRICA C. AGUAS C. RESIDUOS C. RUIDO	Partículas Sólidos en Suspensión,metales Partículas,metales Molesta
FABRICACIÓN MOLDES	C. ATMOSFÉRICA C. AGUAS C. RESIDUOS	Partículas Sólidos en Suspensión Envases,Inertes
COLADO	C. AGUAS C. RESIDUOS	Sólidos en Suspensión Inertes
SECADO	C. ATMOSFÉRICA C. RESIDUOS	Partículas Inertes
ESMALTADO	C. ATMOSFÉRICA C. AGUAS C. RESIDUOS	Partículas Sólidos en Suspensión,metales Envases,losos
COCCIÓN	C. ATMOSFÉRICA C. RESIDUOS C. TÉRMICA	Partículas y gases Inertes Irrelevante

## 4. CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DEL PROCESO PRODUCTIVO

Este capítulo recoge las características más relevantes de las etapas del proceso que han sido analizadas en el estudio con especial dedicación, dado su impacto ambiental y para cuya reducción se recomienda la aplicación de las MTD's.

Estas técnicas se recomiendan fundamentalmente para la etapa de cocción (objeto de la Directiva) y considerando genéricamente los tipos de hornos más característicos.

### 4.1 Horno Túnel/rodillos

#### Etapa: Cocción

CONSUMOS	CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Materias primas	Pieza conformada:arcilla, caolín,feldespato,cuarzo	98%	-
Materias secundarias	Esmaltes Colas	1%	-
Energía	G.Natural E. Eléctrica	1.300-900 kcal/kg 146 kWh/T	El 100% de las empresas utilizan GN

EFFECTO M.A.	ASPECTO M.A.	CARACT.	CANTIDAD	TRATAMIENTO ACTUAL	OBSERVACIONES
Residuos	Sólido	Inerte	16-18%	Vertedero	Restos refractarios y rodillos
C. Atmosférica	Partículas y gases	Partículas,COV's,CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , Vapor H <sub>2</sub> O	N.D.	Ninguno	-
C. Sonora	Ventiladores	Moderado	Baja	-	-
C. Térmica(*)	Gases calientes	T° 1.250°C	Baja	-	Efecto irrelevante

(\*) Se emiten gases a temperaturas muy inferiores por la chimenea de aspiración de aire de enfriamiento

## 4.2 Horno intermitente

### Etapa: Cocción

CONSUMOS	CARACTERIZACIÓN	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Materias primas	Pieza conformada:arcilla, caolín,feldespato,cuarzo	98%	-
Materias secundarias	Esmaltes Colas	1%	-
Energía	G.Natural E.Eléctrica	1.900 kcal/kg 146 kWh/T	El 100% de las empresas utilizan GN

EFFECTO M.A.	ASPECTO M.A.	CARACT.	CANTIDAD	TRATAMIENTO ACTUAL	OBSERVACIONES
Residuos	Sólido	Inerte	16-18%	Vertedero	Restos refractarios y rodillos
C.Atmosférica	Partículas y gases	Partículas,COV's,CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , Vapor H <sub>2</sub> O	N.D.	Ninguno	-
C.Sonora	Ventiladores	Moderado	Baja	-	-
C.Térmica(*)	Gases calientes	T <sup>o</sup> 1.250°C	-	-	Efecto irrelevante

(\*) Se emiten gases a temperaturas muy inferiores por la chimenea de aspiración de aire de enfriamiento.



## 5. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MTD'S

El primer criterio ha sido la limitación de la aplicación de la Directiva al epígrafe 3.5 en cuanto al tamaño de las instalaciones afectadas, que no deben superar alguno de estos dos condicionantes:

- Capacidad de producción superior a 75 T/día
- Capacidad de horneado de más de 4 m<sup>3</sup> y de más de 300 kg/m<sup>3</sup> de densidad de carga por horno.

El segundo criterio ha sido definir los principales parámetros contaminantes del sector. En la mayor parte de las factorías visitadas, el principal impacto se debe a las emisiones atmosféricas originadas en los hornos de cocción que descargan COV's, NO<sub>x</sub> y CO<sub>2</sub>. En cuanto a los vertidos industriales, el sector ha resuelto su problema con tratamientos físico-químicos y la reutilización y reciclado de sus aguas industriales.

Asimismo, se han considerado algunos de los criterios recogidos en el anexo IV de la Directiva, como:

- Uso de técnicas que produzcan pocos residuos.
- Recuperación y reciclado de sustancias generadas y utilizadas en el proceso y de los residuos cuando proceda.
- Avances técnicos y evolución de los conocimientos científicos.
- Carácter, efectos y volumen de las emisiones de que se trate.
- Eficacia energética del proceso.
- Plazo que requiere la implantación de una MTD.

Sin embargo, conviene recordar que existen otros factores limitantes en la aplicación de las MTD's propuestas en este estudio, que no se han considerado para definir los criterios de selección. Estos factores son de tipo económico, técnico y geográfico. De forma genérica se pueden aportar algunos impedimentos que afectarían a la aplicación de la propuesta:

- Instalación de empresas en zonas que no permitan reutilizar sus residuos.
- Pequeño valor añadido de algunos productos que dificultaría la implantación de las MTD's debido al excesivo incremento de sus costes operativos.
- Problemática que plantearía en algunos casos la implantación de equipos por limitación física.
- Imposibilidad de sustitución de algunas materias primas que contienen sustancias no deseables dentro del proceso productivo.
- Imposibilidad técnica de implantación de algunas medidas depuradoras por la necesidad previa de adecuar el proceso productivo.



## 6. TÉCNICAS DISPONIBLES

En este apartado se presentan tablas que resumen de forma comparativa las diferentes técnicas productivas utilizadas para las etapas relevantes a la hora de definir las MTD's.

### Etapa: Cocción

		TIPO DE HORNO		
ASUNTO A EVALUAR		INTERMITENTE	TÚNEL	RODILLOS
Consumo de materiales	Aire ambiente (Nm <sup>3</sup> /T)	1.800	5.000	N.D.
Consumo de energía	Térmica (kcal/kg)*	1.900	1.300	900
	Eléctrica (kWh/T)**		146,7	
Emisiones	A la atmósfera (Nm <sup>3</sup> /T)	N.D.	5.000	N.D.
	Ruido		Moderado	
	Olores	N.A.		Ligero
Generación de residuos	Sólidos		Refractarios	Ref.rodillo
Influencia en la calidad del producto	Sanitarios		Normal	
Costes	Inversiones	Alto	Medio-Alto	Alto
	De operación	Alto	Medio	Alto
	Total	Alto	Medio-Alto	Alto
Experiencias anteriores	Años de mercado		>20	
	Nº de aplicaciones conocidas		>100	

(\*) En hornos muflados se consumen 4.500 Kcal/Kg

(\*\*) Consumo medio para los tres tipos de horno



## 7. TÉCNICAS DISPONIBLES PARA EL CONTROL DE EMISIONES

En base a los resultados de las visitas realizadas a empresas afectadas, se demuestra que los valores de los contaminantes emitidos de ácido clorhídrico, ácido fluorhídrico y dióxido de azufre se encuentran por debajo de los límites establecidos por los países más exigentes en materia medioambiental; por tanto, no se considera necesario la recomendación de utilizar medidas depuradoras, como sucede en las otras actividades del sector.



## 8. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES

En esta actividad no se considera necesario en la actualidad la implantación de técnicas de depuración atmosférica. Sin embargo, si se recomienda:

- La sustitución de los hornos muflados por hornos de rodillos de combustión directa lo que supondría un ahorro energético del orden de 3.200 Kcal /Kg de porcelana.
- Limpieza periódica de las vagonetas que soportan las piezas sanitarias, para eliminar/disminuir las emisiones de partículas originadas por rotura de piezas.
- Mejorar la eficiencia del proceso de combustión para disminuir la concentración de in quemados y emisiones de monóxido de carbono.



## 9. TÉCNICAS EMERGENTES

### 9.1. Filtros biológicos en la depuración de gases biodegradables, orgánicos e inorgánicos

Estos equipos se utilizan para eliminación de olores y COV's. La eliminación de COV's evita el efecto sinérgico de combinarse este contaminante con los NO<sub>x</sub> y generar oxidantes fotoquímicos. La capacidad de eliminación de compuestos orgánicos cubre tanto a los compuestos aromáticos como a los alifáticos.

Esta técnica, cuando su aplicación es factible, destaca por sus bajos costes de inversión y operación, comparado con técnicas convencionales como la adsorción, la absorción, la condensación y los procesos de incineración térmica y catalítica.

### 9.2. Reducción catalítica selectiva de NO<sub>x</sub> (proceso SCR)

Esta técnica, se basa en la utilización del NH<sub>3</sub> como reductor de los óxidos de nitrógeno en presencia de oxígeno. Las nuevas líneas de investigación se dirigen hacia el desarrollo de sistemas combinados, eliminándose conjuntamente los óxidos de nitrógeno presentes en la corriente gaseosa. En este sentido cabe citar los procesos DeNO<sub>x</sub>-DeSO<sub>x</sub> y DeNO<sub>x</sub>-DeCO, en los que se emplean catalizadores constituidos por mezclas de óxidos metálicos.



## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 10.1 Problemática medioambiental y carencias tecnológicas

El sector cerámico engloba actividades productivas con dos características principales que condicionan básicamente sus afecciones al medio ambiente: el uso de materias primas no metálicas y la utilización de procesos térmicos a elevadas temperaturas.

Así, los aspectos medioambientales más relevantes a considerar, son:

- Las emisiones de partículas y dióxido de azufre han disminuido por la sustitución de los combustibles clásicos por el gas natural. En las actividades de fabricación de materiales sanitarios su utilización está totalmente generalizada.
- Respecto a la contaminación generada por los vertidos industriales, en el caso de la porcelana sanitaria se emplea como técnica depuradora el tratamiento físico-químico para reducir la concentración de sólidos en suspensión, de fluoruros y, en su caso, de los metales pesados procedentes de los esmaltes.
- En cuanto a la generación de residuos inertes hay que señalar que se reutilizan como materias primas en el propio proceso de fabricación especialmente los que contienen material crudo.
- En este tipo de industrias se lleva a cabo la separación y clasificación de los residuos peligrosos generados (aditivos orgánicos, lodos residuales de esmaltes y fangos procedentes del tratamiento de depuración), efectuándose la declaración anual y su entrega al gestor autorizado.
- La contaminación originada por ruidos y olores (en el esmaltado emisión de COV's) tiene un carácter puntual que normalmente no traspasa los umbrales del recinto industrial.

En cuanto a aspectos tecnológicos, el sector de cerámica sanitaria dispone de una tecnología que se puede homologar con la que se utiliza en los países más desarrollados, a pesar de la fuerte dependencia de maquinaria extranjera.

### 10.2 Inversiones necesarias

Como en el resto de las actividades del sector cerámico, la cocción es la etapa principal en el proceso de fabricación de sanitarios. Sin embargo, en base a la información recopilada, se comprobó que los niveles de emisión de los contaminantes específicos – FH, CIH – se encuentran muy por debajo de los límites exigidos en los países más avanzados en materia de medio ambiente, por lo que no se requiere ninguna medida correctora.

No obstante, la sustitución de los hornos muflados todavía en funcionamiento sería conveniente. El coste estimado según la alternativa considerada sería de:

- Horno túnel (43,2 T/día) asciende a 400 MPts
- Horno rodillos (22,4 T/día) asciende a 388 MPts.
- Horno intermitente (7 T/día) asciende a 150 MPts.

### 10.3. Recomendaciones y actuaciones previstas

Además de la sustitución de los hornos muflados sería conveniente:

- Estudiar la posibilidad de implantar cámaras electrostáticas para el esmalte de las piezas. Esta medida disminuiría los riesgos laborales y duplicaría la capacidad de esmaltado.
- Implementar la cubrición de las vagonetas con placas de fibra cerámica al vacío. Esta medida permitiría disminuir el consumo de energía, conseguir una mayor homogeneidad de temperaturas y aumentar la vida del hormigón refractario.
- Estudiar la posibilidad de reutilizar no sólo el esmalte blanco, sino también el esmalte coloreado utilizado en la etapa de esmaltado.

Según el último calendario, los trabajos para la determinación a nivel europeo de las MTD's del sector cerámico tienen previsto comenzar en el año 2001 y corresponden al Grupo de Trabajo Técnico número 12.



Colaboran:



SOCIEDAD ESPAÑOLA  
DE  
CERÁMICA Y VIDRIO

**EV**

Ejecución Técnica:

