



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 5 – ABRIL DE 2008

“ESTUDIO SOBRE LOS MATERIALES CERÁMICOS EN ESPAÑA”

AUTORIA REBECA GARCÍA MARISCAL
TEMÁTICA TECNOLOGÍA
ETAPA BACHILLERATO

Resumen

Estudio de la importancia de los materiales cerámicos en nuestro país. Teniendo en cuenta su composición, procesado y el impacto ambiental y económico que supone la actividad de estas empresas. Será de utilidad en la asignatura de Tecnología en el tema de Ciencias de los materiales.

Palabras clave

Cerámica, arcilla, ladrillo.

1. MATERIALES CERÁMICOS

La palabra *Cerámica* proviene del griego *keramiké*, femenino de *kerameicos*, cerámico.

Productos cerámicos son aquellos artículos hechos por el hombre, moldeados o modelados con materiales terrosos, y después endurecidos permanentemente por el calor.

La industria cerámica utiliza minerales y rocas comunes, y produce ladrillos o tejas, porcelanas decorativas o loza utilitaria. Su principal materia prima es la arcilla, pero también necesita otras sustancias. En la fabricación de ladrillos, terracotas, tejas o cacharrería, sólo se necesita arcilla, pero la producción de loza o porcelana son necesarios el feldespato y el cuarzo. Para ciertas porcelanas es esencial la bauxita, y algunas exigen incluso sustancias muy refractarias, tales como la andalucita. También se emplean bentonitas, tierras de batanes y otras sustancias aluminicas, así como pirofilita, circón, y espatoflúor, pero la espina dorsal de la industria es la arcilla.

2. RELACIONES DE LA TECNOLOGÍA CERÁMICA CON LOS DISTINTOS TIPOS CAMPOS DE LA INGENIERÍA

La *tecnología cerámica* es la ciencia de los materiales que se trabaja en estado plástico y que desarrollan una estructura rígida después de someterlos a calentamiento. Debido a la gran diversidad

de aplicaciones que pueden tener estos materiales, hace que se relacione con muchos campos de la ingeniería; con la ingeniería electrónica porque los materiales cerámicos son semiconductores piezoeléctricos, termoelectrónicos y presentan

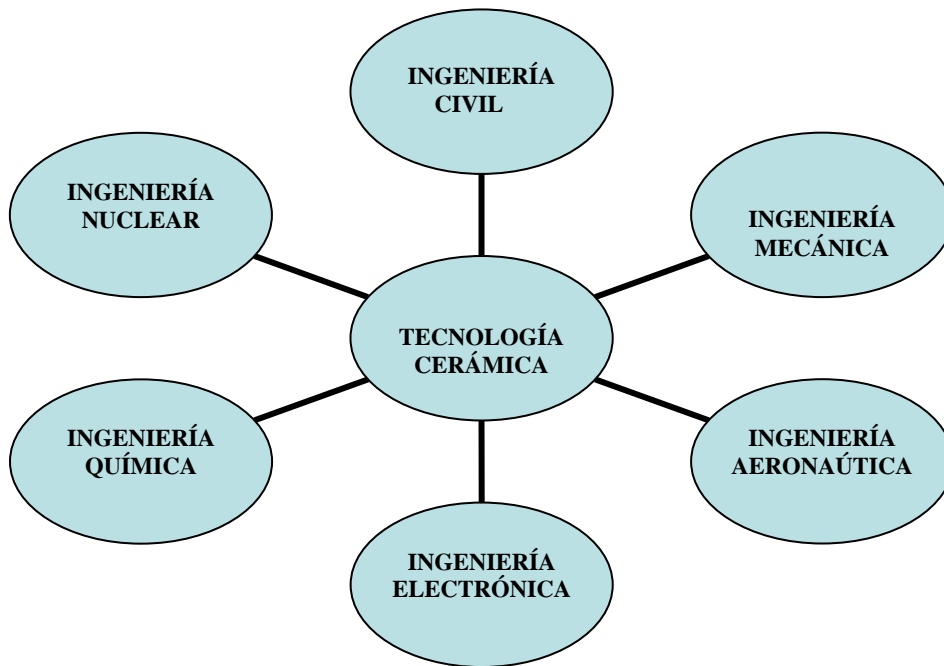


Figura 1. Relaciones de la tecnología cerámica con los distintos campos de la ingeniería.

propiedades magnéticas y ópticas; con la ingeniería aeronáutica, son utilizados principalmente como componentes de la nave (aquellos que deben resistir altas temperaturas sin fundirse), y como combustibles; en ingeniería nuclear también es utilizado como combustible, y como componente en la estructura de los reactores nucleares; son materiales resistentes a la corrosión lo que hace que tenga aplicación en ingeniería química; la relación con la ingeniería civil y arquitectura es clara, utilizándolos primordialmente como material de construcción; y por último, la correlación con la ingeniería mecánica es mutua, ya que ésta es utilizada para estudiar las propiedades de estos materiales, entre otros.

3. ARCILLAS Y ARCILLAS COMUNES

La *arcilla* es una de las sustancias minerales de empleo más extenso y antiguo que haya utilizado jamás el hombre. Ligada a históricamente al desarrollo de su agricultura, industria y cultura. Conserva la historia de razas antiguas escritas en tablillas, en edificios de ladrillo, en monumentos y en objetos cerámicos. Sus productos representan la historia del hombre, y gracias a los hermosos objetos que se pueden hacer con la arcilla podemos seguir la evolución del arte delicado de los chinos, el utilitarismo de los romanos o el humor de los incas. En el siglo XVIII llegó a un máximo la riqueza de los artículos de cerámica, pero actualmente la utilidad es lo que predomina en los numerosos empleos que tienen



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 5 – ABRIL DE 2008

los diversos productos de la arcilla. Es una roca industrial y, debido a su fácil extracción, trabajabilidad y relativa abundancia, lo que ha hecho que se hayan explotado y utilizado desde hace miles de años.

La *arcilla* es una roca de aspecto terroso, constituida fundamentalmente por minerales de la arcilla. Estos minerales son filosilicatos de grano muy fino, a los que acompañan normalmente cuarzo, feldspatos, carbonatos, yeso, óxidos-hidróxidos de hierro y aluminio, y a veces materia orgánica.

Algunas definiciones de arcilla establecen que es un material plástico cuando se mezcla con una cantidad limitada de agua, pero si bien la mayor parte de las arcillas presentan esta propiedad, otras no son plásticas.

El material típicamente arcilloso que le imparte a esta roca sus propiedades industriales específicas está en general en las fracciones finas, cuyo tamaño, aunque no establecido universalmente, está por debajo de las 2 micras (a veces extendido hasta 4 u 8 micras). El material no arcilloso puede ser muy escaso (menos del 5%), pero normalmente oscila entre el 20% y 50%.

Hoy las *arcillas comerciales*, aquellas que sirven como materia prima industrial, están entre los recursos minerales más importantes por el volumen explotado y por el valor de la producción. La demanda aumenta anualmente, 500 millones de toneladas en 1985 y se espera que para el año 2000 sea mayor de los mil millones de toneladas. Un 90% de la producción se consume preferentemente para la fabricación de materiales de construcción y agregados. Estas arcillas, denominadas como *arcillas cerámicas*, *arcillas comunes*, *arcillas para la construcción*, etc. Son arcillas compuestas por dos o más minerales de la arcilla, preferentemente illita y esmectita, con importantes cantidades de carbonatos y cuarzo. Estas arcillas suponen más del 70% del valor total de las arcillas comerciales y son objeto de comercio internacional. Sólo un 10% de la producción lo constituyen las *arcillas especiales*, utilizadas para la fabricación de papel, caucho, pinturas, absorbentes, decolorante, arenas de moldeo, productos químicos y farmacéuticos, agricultura, etc. Estas últimas arcillas están fundamentalmente constituidas por un mineral de la arcilla, y cuyas propiedades dependen especialmente de las características de ese mineral.

En nuestra exposición presentaremos especial atención al estudio de las *arcillas comunes*, aunque en la literatura las *arcillas especiales* han recibido siempre más atención que las primeras, debido a factores tales como: a) su amplia distribución geográfica, b) la gran variedad en la tipología de los yacimientos, c) su utilización en la fabricación de productos que no necesitan unas condiciones muy estrictas en los procesos de elaboración, y d) su bajo precio unitario.

El término *arcilla común* está estrechamente ligado a su utilidad como material cerámico de construcción y cerámica roja. Por este motivo la mayor parte de las definiciones existentes están enfocadas bajo este punto de vista.

Las reservas de *arcillas comunes* en el mundo son prácticamente ilimitadas (U.S.Bureau of Mines), teniendo en cuenta el gran número de lugares donde se encuentran (depósitos aluviales, lacustres, marinos, continentales, etc.) Es por esto por lo que no puede hablarse de una distribución y de una producción mundial de este tipo de arcillas ya que su evaluación es prácticamente imposible.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 5 – ABRIL DE 2008

Para que estos yacimientos sean económicamente rentables tienen que ser grandes, fácilmente explotables, accesibles, y bien situados respecto al mercado potencial de los productos facturados, dado el bajo precio que tienen los productos acabados.

Tampoco son necesarias técnicas de prospección sofisticadas, lo único que se requiere es un conocimiento geológico del área a explotar, y algunos sondeos de reconocimiento de poca profundidad.

En nuestro país existen numerosas canteras (~ 500) que explotan *arcillas comunes* para la fabricación de materiales cerámicos de construcción y en alfarería. La mayor parte de ellas están situadas en las proximidades de núcleos grandes de población donde el mercado es más importante. El número exacto es difícil de evaluar y aún más el control de su producción debido a que existen numerosas cooperativas que no están registradas, de cualquier manera las industrias cerámicas mueven grandes toneladas de materias primas y el consumo de arcillas en tierras cocidas y alfareras supera el 60 % de la producción total de arcillas. Como ejemplo se puede decir que en la Comunidad Autónoma Andaluza existían en 1984 unas 130 fábricas, que producen alrededor de 1.450.000 toneladas de materiales de construcción. Este valor representa un 16% del total nacional.

Las industrias más importantes se encuentran en las provincias de Madrid, Toledo, Barcelona, Castellón, Jaén, Zaragoza y Granada.

En lo que respecta a la localización geográfica y geológica de yacimientos en España, se deben considerar como unidades litológicas favorables las de origen continental o transicional, suelos, sedimentos fluviales y marinos, siempre que no hayan sufrido un proceso diagenético posterior muy avanzado.

Esta condición permite descartar prácticamente el bloque Paleozoico que presenta un alto grado de diagénesis en conjunto, quedando como favorables los sedimentos triásicos, cretáceos, terciarios y cuaternarios, estando localizados los mayores depósitos en el Mioceno y Pliocuatnario.

La composición mineralógica más frecuente es de illita, y/o caolinita, montmorillonita, cuarzo y carbonatos. La composición química media para algunas arcillas cerámicas utilizadas en construcción, en función de las distintas edades, se da en la *tabla I*.

La evaluación detallada de los depósitos existentes es prácticamente imposible. A modo de ejemplo, las arcillas para cerámica roja se explotan, bien en niveles importantes o en suelos o depósitos cuaternarios, en casi todas las localidades con diversos grados de intensidad. Sin embargo, en nuestro estudio trataremos de analizar las formaciones geológicas favorables de la zona de Jaén, y en especial la franja de Bailén.

En la zona Beas de Segura, Úbeda (Jaén) se explotan *sedimentos triásicos*, materiales arcillo-arenosos en el Trías y en el contacto Triásico-Mioceno. En función de la mineralogía se pueden diferenciar dos grupos: uno con alto contenido en illita y clorita, y bajo en caolinita (Triásico) y otro constituido por arcillas illítico-caoliníticas (Triásico-Mioceno), en ambos casos la presencia de carbonatos no supera el 10 %. Estas arcillas tienen propiedades tecnológicas (plasticidad, comportamiento a la cocción,



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 5 – ABRIL DE 2008

resistencia mecánica, etc.) aptas para la elaboración de productos cerámicos de buena calidad sin que sea necesario añadir ningún corrector a la pasta cerámica. Además la facilidad que tienen para gresificar hace que en ocasiones se mezclen con margas del Mioceno) o sin aditivos para pavimentos gresificados de intenso color rojo, y para elaborar rebajar la temperatura de cocción. Se usan en la industria bien mezcladas (con margas del mioceno) o sin aditivos para pavimentos gresificados de intenso color rojo, y para elaborar piezas de cerámica artística.

Los sedimentos terciarios como los de origen marino en la cuenca del Guadalquivir, son materiales explotados de la edad Neógena (Mioceno-Plioceno) y están constituidos por sedimentos margosos y limosos de origen marino. La composición mineralógica es de calcita, cuarzo, illita y esmectitas como minerales mayoritarios, con feldespatos, caolinita y clorita en bajas proporciones. Localmente se puede encontrar sepiolita y palygorskita en altos porcentajes, pero no es frecuente.

De estudios de detallados de las canteras que explotan arcillas comunes para la fabricación de materiales de construcción y cerámica artística, así como las propiedades tecnológicas, se puede concluir que la formación que presenta mejores propiedades cerámicas es la denominada Margas Azules, constituida por margas en las que se intercalan niveles más arenosos, y que los centros de producción más importantes se encuentran en las provincias de Sevilla, Huelva y Jaén.

Especial interés tiene la zona de Bailén (NE) por ser uno de los centros más importantes de producción a nivel nacional. En éste área se explotan arcillas miocenas de alto contenido en fracción menor m m (35-45%), su composición mineralógica media (*tabla II*) es de cuarzo (20%), feldespatos (12%), calcita (25%) y filosilicatos (54%), con illita y esmectitas como minerales de la arcilla mayoritarios. La evolución con la temperatura de las propiedades tecnológicas de estos materiales indica que son idóneos para la fabricación de ladrillos y tejas a una temperatura de 850 a 1.100° C, en función del tipo de ladrillo que se quiera obtener.

Hasta 1987 las industrias ladrilleras de Bailén utilizaban mezclas de los distintos materiales (barros) de la zona en proporciones variables (70/ 30 barro blanco / barro rubio, o 70/ 15/ 15 barro rubio/rojo/blanco), pero en los últimos años utilizan preferentemente el barro negro, sólo o mezclado con barro rubio (70/30), para obtener mejor calidad del producto acabado.

4. USOS Y EVOLUCIÓN HISTÓRICA

Los usos de las *arcillas comunes* están relacionados estrechamente con sus propiedades tecnológicas. Los principales son la fabricación de productos cerámicos de construcción (ladrillos, azulejos, tejas, bovedillas) y la alfarería roja. En ocasiones, dependiendo de la composición mineralógica, se usan como componentes del cemento portland mezcladas con calizas. También a veces debido a la propiedad que tienen algunas de estas arcillas de expandirse cuando son calentadas rápidamente a 1.000 - 1.300° C, y a las reacciones que tienen lugar durante este proceso se pueden utilizar como agregados ligeros.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 5 – ABRIL DE 2008

La utilidad de las *arcillas comunes* en alfarería se conoce desde muy antiguo, ya que probablemente fue una de las primeras industrias del hombre y quizá una de las más importantes. Un factor que debió facilitar la industria alfarera es la gran disponibilidad de materias primas, prácticamente omnipresentes. Esta fácil accesibilidad hizo que el hombre aprendiera pronto a hacer uso de las propiedades típicas de las arcillas (buena capacidad de moldeo, endurecimiento por cocción incluso a bajas temperaturas, etc.).

La fabricación de productos cerámicos de construcción con estos materiales arcillosos es también muy antigua, y los primeros ladrillos datados con seguridad son del 1539 -1514 A. C. A partir de esta fecha existen numerosos ejemplos de construcciones antiguas en las que el ladrillo jugó un papel primordial (p. e., Alhambra de Granada, 1213 -1338).

En cuanto a la técnica de fabricación del ladrillo, hay que decir que, en sus aspectos fundamentales, se ha conservado hasta nuestros días. Como hecho curioso, la descripción de la fabricación de ladrillos por medio de moldes dada por Rabauno Mauro en el año 830 se podría aplicar a muchos de nuestros tejares populares. Pero aunque las técnicas se han conservado, la cerámica de construcción ha conocido en el último siglo nuevos adelantos tecnológicos que han permitido la fabricación de distintos tipos de ladrillo (hueco, perforado, etc.), así como un alto grado de mecanización y mayor producción. En la actualidad las dimensiones y propiedades técnicas que deben tener los productos acabados están ya normalizadas.

5. COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES

En la mayoría de los trabajos publicados, el término de *arcilla común* está estrechamente ligado a su utilidad como material cerámico de construcción y cerámica roja. Por este motivo la mayor parte de las definiciones existentes están enfocadas bajo este punto de vista.

Según el comité de nomenclatura definimos *arcilla* como material de origen natural, constituido por minerales con partículas muy finas (fracción <2m m); material plástico que al contacto con el agua adquieren plasticidad; se endurecen con el secado y el calor; contienen filosilicatos y otros minerales que le imparten las mismas propiedades (minerales de la arcilla); los minerales asociados son otros minerales diferentes a los anteriores; las fases asociadas son las fases no cristalinas, independiente de que impartan o no plasticidad, y materia orgánica.

En la clasificación propuesta por Hennicke (1967) para materiales cerámicos, en función del contenido en arcilla, tamaño de partícula, porosidad y color del producto acabado, quedarían definidas como «silicatos cerámicos, porosos, con una capacidad de absorción de agua mayor del 60%, que se utilizan para la fabricación de materiales toscos».

Barahona (1974) las define como materiales donde la composición de la fracción fina es illita, clorita, montmorillonita, caolinita e interestratificados, como minerales cristalinos, y en ocasiones alófana como material amorfo. En las fracciones gruesas se encuentran proporciones variables de cuarzo, mica



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 5 – ABRIL DE 2008

(moscovita, biotita), calcita, dolomita, feldspatos y yeso como minerales mayoritarios, y pirita, siderita, hematites, magnetita, gibsita, goethita, en cantidades pequeñas. Finalmente también pueden contener sales solubles y materia orgánica en proporciones variables pero siempre reducidas.

Según Konta (1980), estas arcillas se caracterizan por la presencia de altas proporciones de granos de tamaño arena, representados por cuarzo, mica y fragmentos de rocas y minerales clásticos, incluso carbonatos y yeso. Los minerales arcillosos presentes están representados por mezclas de caolinita, montmorillonita, clorita y minerales interestratificados. El contenido en estos minerales puede ser bajo pero suficiente como para que tengan la plasticidad necesaria. En ocasiones estas arcillas están pigmentadas por la presencia de óxidos de hierro.

Una definición de *arcillas comunes* relacionada claramente con su utilidad es la de Patterson y Murray (1983), que las consideran como una masa arcillosa con plasticidad suficiente para ser moldeadas y una temperatura de vitrificación alrededor de 1.100°C . Los minerales presentes son de los grupos de las micas, cloritas, esmectitas, caolinita, cuarzo y otros detríticos.

Es lógico suponer, por las definiciones dadas anteriormente, que la composición química de estas arcillas es muy variada y estará gobernada por los tipos de minerales presentes y las proporciones relativas entre ellos.

Konta (1980), en una clasificación basada en la composición química, diferencia dos grupos de «arcillas comunes»: a) barros y arcillas de alfarería, y b) arcillas y barros de ladrillería.

a) *Los barros y arcillas de alfarería* tienen bajo contenido en alúmina (16-23 %) y alta proporción de compuestos de hierro. Este primer grupo lo subdivide (Reumann, 1968-1971) en otros dos: 1) arcillas de alfarería con un contenido en hierro comprendido entre un 3,5 y un 16% y bajo o nulo contenido en CaO, que cocidas tienen un color rojo. Este color se mantiene en una región de temperaturas comprendida entre 960°C y 1.040°C , y si se calientan a temperatura superior cambian de color (marrón rojizo). La composición química media para este tipo de barro se da en la *tabla III, columna 1* y 2) arcillas de alfarería con alta proporción de calcita, a veces hasta un 40 %. Estos productos tienen un color blanco amarillento a una temperatura de $1.000 - 1.100^{\circ}\text{C}$. Su composición química media se expresa la *tabla III, columna 2*.

b) *Las arcillas y barros de ladrillería* tienen una composición química variada, pero en general con altos contenidos en sílice, hierro total, e incluso CaO, $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ (*tabla III, columna 3*).

Las propiedades de las arcillas comunes tienen también un amplio rango de variación. Están influenciadas por numerosas variables: granulometría, composición global y de la fracción arcilla, tipo de cationes de cambio, cristalinidad de los minerales de la arcilla, etc.

En función de la utilización de las arcillas comunes se pueden considerar dos tipos de propiedades:

a) Las que influyen sobre el comportamiento de estos materiales durante la fabricación: Plasticidad, afectada por el tipo de mineral de la arcilla, tamaño de partícula, porcentaje y tipo de los minerales no



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 5 – ABRIL DE 2008

arcillosos, etc., y Propiedades de secado y cocción (resistencia mecánica, contracción de las piezas en verde, rango de temperatura de vitrificación, etc.), afectadas también por la mineralogía y tamaño de grano. De ellas, una de las más importantes es la temperatura de vitrificación, ya que cuando se supera un valor límite el producto final obtenido es un vidrio no utilizable en la industria. Por este motivo se prefieren arcillas con amplio margen de vitrificación, ya que no necesitan un control rígido de la temperatura de cocción.

b) Las propiedades de los productos acabados: resistencia mecánica en cocido, eflorescencias, permeabilidad, etc. Todas ellas función de los productos de transformación que aparecen durante la cocción, condicionados en su mayor parte por la mineralogía global.

Muchas de las exigencias que implican estas propiedades son contradictorias entre sí. Por ejemplo, las arcillas altamente plásticas son fáciles de moldear pero difíciles de secar; la presencia de cuarzo es deseable en cuanto que disminuye la contracción al secado, pero actúa como un fuerte abrasivo, por tanto, la materia ideal es difícil de conseguir y será aquella en la que exista un equilibrio entre las propiedades deseables y las que no lo son.

6. TECNOLOGÍA

La mayoría de las industrias cerámicas existentes en España tienen una tecnología pobre, y aunque en los últimos años se han formado cooperativas que agrupan un gran número de fábricas con el objeto de mejorar la calidad y disminuir los costos del producto acabado, aún siguen existiendo algunas industrias muy rústicas donde se utilizan incluso hornos árabes.

Esa situación provoca que incluso con arcillas de buena calidad se obtenga un ladrillo defectuoso, normalmente por falta de control pirométrico en los hornos o por el uso de combustibles inadecuados que dan una mala cocción y productos con una resistencia mecánica fuera de toda normalización. A estos problemas se suma la falta de un conocimiento adecuado de las materias primas, que puede conducir a defectos en las piezas fabricadas, y / o a un empleo no racional de las mismas. Además el material se usa, en casi todas las industrias, tal y como sale de cantera, sin ningún tipo de selección previa, ni preparación de posibles mezclas que mejoren la calidad del producto acabado. Por todo esto se hace necesario en un futuro mejorar la calidad de las materias primas, optimizar las técnicas de producción y realizar mezclas experimentales para fabricar materiales más especializados que tengan mayor valor añadido.

Una excepción a lo comentado anteriormente la constituyen las fábricas existentes en la zona de Bailén, en el País Valenciano y en Toledo, ya que por su importancia a nivel nacional poseen tecnologías más avanzadas. En ellas se realiza una selección de materias primas, aunque esta selección es normalmente fruto de la experiencia y no de un conocimiento de la mineralogía de los materiales. Se hacen mezclas en función del tipo de producto que deseen obtener y poseen hornos con control de temperatura.

Debido a la gran variedad en la composición de las «arcillas comunes», es evidente que encontrar la arcilla ideal que tenga la plasticidad adecuada para ser moldeada, una distribución granulométrica



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 5 – ABRIL DE 2008

ajustada a los productos a realizar, y con una mineralogía que permita una cocción económica (productos idóneos a temperaturas bajas), es generalmente difícil. Por ello normalmente se realiza un proceso de fabricación estándar, con objeto de intentar acercarse a las condiciones idóneas, que consta de cinco etapas: Extracción, Preparación mecánica, Moldeo, Secado y Cocción, siendo las tres últimas las de mayor importancia.

6.1 Extracción

La explotación de arcillas comunes se realiza generalmente a cielo abierto. Se prefiere explotar los depósitos sin monteras o de escaso espesor, y poco edafizados, debido a que pueden aparecer gravas, nódulos de carbonatos y acumulaciones de materia orgánica no deseables en las materias primas. La extracción se realiza mediante palas mecánicas y/ o excavadoras.

6.2 Preparación mecánica

La materia prima procedente de cantera pasa por procesos de trituración, tamizado, mezclado y amasado.

El tamizado tiene por objeto aumentar el valor cerámico de la arcilla, ya que se eliminan las partículas groseras y algunas impurezas de distinta naturaleza. A la etapa de mezclado y amasado el material llega en tamaños inferiores al milímetro, y en este proceso se pretende dotar al producto de una homogeneidad y humedad que le confieran una buena resistencia mecánica.

6.3 Moldeo

En esta fase se realiza un control de humedad y se evalúa la capacidad de moldeo mediante la determinación de la plasticidad, bien por métodos directos en el que el material se somete a esfuerzos medibles, o indirectos donde la plasticidad se expresa en función del agua que hay que añadir a la mezcla para obtener los valores óptimos (Índice de Riecke, Índice de Barna).

6.4 Secado

Durante este proceso se elimina, mediante diversas técnicas, el exceso de agua procedente de la etapa anterior. Se controlan los siguientes factores: velocidad, contracción y roturas de secado. Los secados naturales (al aire libre) son los más antiguos pero están sujetos a limitaciones estacionales. Por ello, se tiende a utilizar secaderos artificiales que permiten un mejor control, producción continuada y menores pérdidas de productos. Dichos secaderos suelen ser cámaras y túneles que aprovechan el calor de los hornos de cocción.

6.5 Cocción



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 5 – ABRIL DE 2008

Después del moldeo y secado, la cocción es el proceso fundamental que imparte las propiedades definitivas a las piezas fabricadas. Los factores a tener en cuenta son de dos tipos: los relativos al horno y las características del producto a cocer. En el primer caso se requiere que la atmósfera del horno no tenga impureza y un control del tiempo y temperatura. En el segundo, es necesario controlar los cambios dimensionales durante la cocción, la temperatura y margen de vitrificación, también es conveniente que los productos a cocer sean uniformes, evitando que piezas de distintas dimensiones entren a la vez en el horno, lo que produciría grietas, deformaciones y roturas. Una vez finalizada la cocción se extrae el material del horno y se enfría.

6.6 Control de calidad

El control de calidad del producto acabado, necesario para asegurar que la calidad exigida se mantiene uniforme a lo largo de sucesivas remesas, depende de varios factores: a) clase de ladrillo (macizo, hueco, perforado); b) formato homologado, ya que las dimensiones del ladrillo constituyen uno de los problemas fundamentales de coordinación modular en la edificación; c) regularidad de dimensiones, esta es una condición que garantiza la calidad; d) forma, se tiene en cuenta la rectitud de las aristas; e) resistencia a la compresión; f) otras características, dentro de ellas se pueden citar el color, la absorción, succión y la durabilidad del ladrillo (heladicidad, dilatación potencial, eflorescibilidad).

7. HISTORIA DEL LADRILLO

Ladrillo, bloque de arcilla o cerámica cocida empleado en la construcción y para revestimientos decorativos. Los ladrillos pueden secarse al sol, pero acostumbran a secarse en hornos. Tienen un coste bastante bajo, resisten la humedad y el calor y pueden durar en algunos casos más que la piedra. Su color varía dependiendo de las arcillas empleadas y sus proporciones cambian de acuerdo a las tradiciones arquitectónicas. Algunos ladrillos están hechos de arcillas resistentes al fuego para construir chimeneas y hornos. Otros están hechos con vidrio o se someten a procesos de vitrificación. Los ladrillos se pueden fabricar de diferentes formas, dependiendo de la manera en que se vayan a colocar sus costados largos (al hilo) y sus extremos cortos (cabezales).

El ladrillo constituyó el principal material en la construcción de las antiguas Mesopotamia y Palestina, donde apenas se disponía de madera y piedras. Los habitantes de Jericó en Palestina fabricaban ladrillos hace unos 9.000 años. Los constructores sumerios y babilonios levantaron zigurats, palacios y ciudades amuralladas con ladrillos secados al sol, que recubrían con otros ladrillos cocidos en hornos, más resistentes y a menudo con esmaltes brillantes formando frisos decorativos. En sus últimos años los persas construían con ladrillos al igual que los chinos, que levantaron la gran muralla. Los romanos construyeron baños, anfiteatros y acueductos con ladrillos, a menudo recubiertos de mármol.

En el curso de la edad media, en el imperio bizantino, al norte de Italia, en los Países Bajos y en Alemania, así como en cualquier otro lugar donde escaseara la piedra, los constructores valoraban el ladrillo por sus cualidades decorativas y funcionales. Realizaron construcciones con ladrillos templados, rojos y sin brillo creando una amplia variedad de formas, como cuadros, figuras de punto de espina, de tejido de esterilla o lazos flamencos. Esta tradición continuó en el renacimiento y en la arquitectura georgiana británica, y fue llevada a América del norte por los colonos. El ladrillo ya era conocido por los



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 5 – ABRIL DE 2008

indígenas americanos de las civilizaciones prehispánicas. En regiones secas construían casas de ladrillos de adobe secado al sol. Las grandes pirámides de los olmecas, mayas y otros pueblos fueron construidas con ladrillos revestidos de piedra. Pero fue en España donde, por influencia musulmana, el uso del ladrillo alcanzó más difusión, sobre todo en Castilla, Aragón y Andalucía. El ladrillo industrial, fabricado en enormes cantidades, sigue siendo un material de construcción muy versátil. Existen tres clases: ladrillo de fachada o exteriores, cuando es importante el aspecto; el ladrillo común, hecho de arcilla de calidad inferior destinado a la construcción; y el ladrillo refractario, que resiste temperaturas muy altas y se emplea para fabricar hornos.

8. PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES

En los últimos años la industria cerámica, especialmente el sector ladrillero, ha sufrido un aumento importante en su nivel tecnológico y calidad media de sus productos acabados, pero poco o nada se ha hecho en lo que se refiere al control del gran volumen de emisión de elementos contaminantes cedidos a la atmósfera provocado por la gran masa de producción que se lleva a cabo en los grandes núcleos cerámicos del país (400 millones de m² anuales en el sector más relevante, el de pavimentos cerámicos, y 15 millones de toneladas/año en la producción de ladrillos y tejas). En la actualidad en España no se han hecho estudios exhaustivos y periódicos sobre este tipo de emisiones, a excepción del área de Bailén, en los que se han iniciado recientemente sobre la emisión de elementos altamente perjudiciales como el flúor y cloro.

En la industria cerámica se genera contaminación en los distintos procesos de producción, y es por esto, por lo que cada vez se están introduciendo leyes cada vez más severas en materia de contaminación atmosférica, ya que se ha comprobado los efectos perjudiciales en plantas y animales de los entornos de los centros de producción.

En general, se ha comprobado que la emisión de los elementos contaminantes a la atmósfera es diferente y es función directa del tratamiento y elaboración cerámica: extracción y preparación de la materia prima, secado y cocción. Además no sólo depende del tratamiento en sí para la elaboración del producto, sino del tipo de materia prima que se tenga, y el tipo de producto que se quiera fabricar (ladrillos, azulejos, porcelana, sanitarios, refractarios, etcétera).

El problema medioambiental comienza ya en la propia cantera. Las grandes masas de tierra que han de ser movilizadas hacen que se disperse gran cantidad de polvo a la atmósfera, no sólo en la propia excavación, sino también dentro de la misma fábrica, aspecto éste último poco cuidado a excepción de contadas empresas en las que constantemente limpian sus instalaciones, como en Malpesa (Bailén).

Otras de las causas del impacto ambiental directo por la industria cerámica en lo que refiere a contaminación atmosférica principalmente es la utilización de la energía térmica.

La demanda de energía en estos últimos años ha experimentado un gran aumento, esto, unido a las modificaciones hechas en lo que a la elección de combustible se refiere para producirla, han influido en la cantidad y características de los agentes contaminantes emitidos.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 5 – ABRIL DE 2008

La evolución habida en el consumo de los diferentes tipos de combustible (*Figura 2*) pone de manifiesto el uso generalizado del gas natural en estos últimos cinco años, frente a combustibles fósiles derivados del petróleo, donde además dentro de estos, ha descendido el consumo del fuelóleo y gasóleo con respecto al GLP (Gases Licuados del Petróleo).

En los últimos años en el sector cerámico español se ha incrementado notablemente el reciclado de los fangos de la depuración de aguas residuales, comenzando a hacerse significativa durante los años 1990-91, aunque se lleva a cabo en algunas empresas, en general es muy minoritario. Estos fangos por su composición, pueden reutilizarse para la fabricación de esmaltes.

El reciclado se lleva a cabo casi exclusivamente en las empresas que fabrican baldosas esmaltadas y polvo atomizado conjuntamente, es decir, en procesos con preparación de pastas que son los que presentan mayores facilidades para realizar el reciclado conjunto de aguas y fangos. En 1992 la mayor parte de las fábricas que poseen estos dos procesos en la misma planta, reciclan la totalidad de las aguas residuales y fangos, adicionándolos a la composición del soporte. Las empresas que no disponen de procesos de preparación de pastas vía húmeda y de fabricación de baldosas en una misma planta productiva, tienen más limitaciones a la hora de reciclar sus residuos, pues tienen que realizar un transporte de los mismos hasta la planta de preparación de pastas, exigiendo en la mayoría de los casos, un tratamiento previo de los mismos antes de proceder a su reciclado. Aun así, en 1992 se inicia el reciclado en este tipo de plantas. En empresas de fabricación de fritas y esmaltes la tendencia es reciclar sus residuos e incorporarlos, no para fabricar esmaltes, sino destinándolos a plantas de atomización de arcillas.

El proceso de cocción es otro de los factores que dañan seriamente el medioambiente. En este proceso tiene lugar la destrucción de unas fases y la creación de otras nuevas, emitiéndose elementos volátiles que contaminan la atmósfera como son por ejemplo, el flúor, cloro, bromo, plomo, NO₂, SO₂, etcétera.

Nos centraremos ahora en el estudio del sector ladrillero y de los elementos contaminantes considerados más perjudiciales como son, el flúor, cloro y azufre.

Los factores que controlan de forma preferente las emisiones son:

a. La concentración de los elementos contaminantes presentes en la materia prima.

No es lo mismo una arcilla del Nilo, que posee un alto contenido en ClNa, que las que proceden por ejemplo de Bailén, con menor contenido. Por lo tanto, el riesgo de contaminación será mayor para contenidos más elevados de flúor, cloro y azufre en las materias primas.

b. Cantidad de elementos contaminantes cedidos durante el proceso industrial de cocción.

No todos los barros tienen las mismas emisiones. Dichas emisiones están condicionadas por la composición mineralógica, temperatura, condiciones y tiempo de cocción, y tipo de combustible. Así por



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 5 – ABRIL DE 2008

ejemplo, como veremos más adelante, una muestra con un alto contenido en carbonato cálcico emitirá, a una temperatura dada, menos flúor que cuando el primero es inexistente.

c. Contenido en flúor, cloro y azufre de las materias primas.

El contenido en *flúor* está relacionado normalmente a filosilicatos. El mayor contenido en flúor se encuentra en las *illitas* que puede contener importantes cantidades en su estructura sustituyendo al OH^- , y en menor grado se encuentra en *montmorillonitas* y menor aun en *caolinita* y *apatito*.

Existe una gran variedad respecto a la concentración de flúor existente en las materias primas utilizadas en las industrias ladrilleras de Europa.

Estudios que se vienen realizando desde los años 70 en Italia, han puesto de manifiesto contenidos medios de flúor para las distintas formaciones geológicas, que son materia prima de la industria ladrillera. Las concentraciones varían entre 50 y 1250 ppm (0'05-0'125%) y la media está entorno a 860 ppm.

Datos obtenidos por distintos autores indican que las materias primas utilizadas en Alemania tienen una concentración en flúor comprendidas entre 400 y 700 ppm. En general los contenidos en flúor aumentan en las arcillas del Keuper y Bundsandstein, y son menores en el Terciario y Wealdense, dónde en estos dos últimos casos la *kaolinita* es el mineral mayoritario.

En Polonia existe un amplio rango de variación de 330 a 1300 ppm de flúor, para las materias primas de edades comprendidas desde el Carbonífero hasta el Cuaternario.

En Inglaterra los porcentajes de flúor referidos al Paleozoico están entre 160-800 ppm, para el Mesozoico entre 440-2580 ppm y en la media para el período Terciario (Oligoceno, Eoceno, Paleoceno) es de 580 ppm.

En España, estudios recientes realizados en la zona de Bailén han revelado contenidos en flúor entre 800-1000 ppm para el Triásico, y entre 500-1100 ppm para el Mioceno.

El *cloro* en las materias primas está en función de los porcentajes en sales solubles, especialmente en *halita*, y minerales de la arcilla.

En Italia la concentración de cloro encontrada en la materia prima tienen un rango de variación muy amplio, de 10 a 1000 ppm. Las concentraciones más bajas corresponden a arcillas del Oligoceno, Holoceno y Pleistoceno, y las más altas a las del Plioceno.

En Bailén, para las arcillas terciarias los valores son muy bajos y del orden de 60 ppm.

Por el momento no se disponen de datos que indiquen la concentración en cloro en la materia prima de otros países.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 5 – ABRIL DE 2008

Los contenidos en *azufre* están condicionados por el porcentaje en pirita, yeso y materia orgánica. En el azufre existen otros factores determinante como son las condiciones de cocción y el tipo de combustible utilizado.

En lo que respecta a los contenidos en azufre en Italia, son mayoritarias las muestras con bajo contenido en azufre, aunque pueden variar de <100 a 6000 ppm (<0'01-0'6%). Las arcillas del Holoceno y Pleistoceno son las que presentan menores contenidos en azufre en comparación con las del Plioceno, con mayores porcentajes.

En Alemania se dan valores medios de 0'39%, aunque otros autores difieren respecto a esta cantidad.

En Portugal el porcentaje es de 0'12% para la zona de Aveiro.

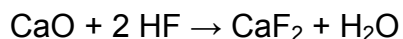
En Bailén (España), los porcentajes de azufre son muy variables incluso dentro de la misma formación geológica, y oscila entre 80 y 2360 ppm.

Factores que influyen en la cantidad de elementos cedidos a la atmósfera durante la cocción.

1. **Composición mineralógica.**

La liberación de *flúor* no se produce a la misma temperatura para todo los minerales presentes en arcillas de ladrillería. Los filosilicatos tienen una liberación apreciable de flúor a partir de 350° aunque el porcentaje de emisión aumenta con la temperatura y en función del tipo de filosilicato. En el caso de la liberación de flúor en el apatito, ésta no se produce hasta unos 600-700°C, en la *flogopita* a 900°C y en la Biotita a unos 800°C, seguida de HF a 850°C y SiF₄ antes de 1050°C.

El contenido en calcita puede limitar la emisión de flúor. Arcillas con bajo contenido en carbonatos no liberan flúor hasta alcanzar unos 800°C. El CaO producido durante la descomposición del carbonato cálcico neutraliza la emisión de flúor, según la reacción:



El fluoruro de calcio producido en esta reacción es estable hasta unos 900°C, por encima de esta temperatura se invierte le reacción especialmente en presencia de vapor de agua, aunque en la mayoría de los casos esta temperatura no es rebasada por los hornos, en los que se suele cocer a una temperatura de unos 850°C.

Algunos autores han comprobado que un tamaño de grano fino del carbonato favorece la inmovilización del flúor.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 5 – ABRIL DE 2008

2. *Temperatura de cocción, tiempo de cocción y tipo de combustible.*

Algunos autores han comprobado que se emiten menos gases cociendo a temperaturas menores de 1000°C, aumentando la velocidad de cocción y aumentando el intervalo de precalentamiento.

Son pocas las industrias que tiene un control exhaustivo de la temperatura de cocción. En la mayor parte de estas aun se siguen utilizando hornos tipo Hoffman. Un control preciso de la temperatura se sigue mediante hornos eléctricos como los utilizados en Malpesa (Bailén), además de no emitir productos provenientes de la ignición del combustible.

A continuación estudiaremos los datos de emisiones de flúor, cloro y azufre obtenidos para distintos países. En todos los casos, a excepción de Italia donde llevan ya décadas estudiando este problema, son datos poco relevantes y representativos de la realidad.

En España, aun no existe ninguna normativa sobre tasa de emisiones, aunque pronto la CEE la establecerá, concediéndoles a las empresas un plazo de siete años para que modifiquen su proceso de producción, eliminando o reduciendo su tasa de emisión según se estipule.

Las emisiones de *flúor* en el caso de ladrillerías italianas oscilan entre un 0 y un 83 %, aunque en la mayor parte de los casos está por debajo del 40%. El moderado nivel de emisión se debe al contenido en carbonatos de las arcillas (15-25%) que retienen el flúor, y las temperaturas de cocción inferiores a 950°C.

En las fábricas portuguesas de Aveiro las emisiones de flúor rondan el 0'030% y se debe a la temperatura y mineralogía que presenta la materia prima utilizada.

En Alemania es el factor temperatura el que controla la intensidad de la emisión de flúor, siendo baja alrededor de 100°C (30% del contenido inicial), aumenta entre 1020-1050°C (al 50%), y hacerse considerablemente elevada si se superan los 1150°C (70%).

En Bailén la emisión de flúor es del 40 % del contenido inicial a la temperatura de cocción más frecuente (850°C), si bien existen fábricas cuya emisión es menor de 100 ppm. En este caso el contenido en flúor original, el contenido en carbonatos y la temperatura de cocción son los factores que controlan la emisión.

A pesar de todo, todos los países superan el límite de 5 mg/Nm³ indicado en la normativa alemana en vigor desde 1986.

Algunas investigaciones han llegado a demostrar que el tipo de horno juega un papel importante en las emisiones. La presencia de dióxido de azufre en el humo de la combustión, ligado al tipo de combustible utilizado, impide la fijación del flúor en la estructura interna del horno y en particular del refractario, favoreciendo la emisión de flúor a la atmósfera.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 N° 5 – ABRIL DE 2008

La presencia de *cloruros* en la materia prima lleva consigo una serie de reacciones debido a que el cloruro sódico es muy inestable durante los procesos de cocción. Se inicia a los 400°C y terminan con la emisión de vapores de cloro asociados a vapores alcalinos. A este resultado se llega a través de ácido clorhídrico y cloruro potásico por reacción de sodio con minerales arcillosos potásicos mica-illita.

Las pérdidas de cloro en arcillas cocidas son siempre altas, del orden de 50% a 700°C y de 100% a 1000°C. Aun así, la emisión de cloro en la cocción, en términos de valor absoluto, suele ser pequeña (<200 mg/Kg) y están dentro del margen establecido por la normativa alemana (30 mg/Nm³). Sólo algunas fábricas muestran altas tasas de emisiones (40-200 mg/Nm³), que además de favorecer una contaminación atmosférica, tienen un riesgo añadido que es el ataque alcalino de los refractarios de los hornos. Este problema puede reducirse inyectando aire saturado en vapor de agua en la zona de precalentamiento del horno túnel, ya que de este modo se inhibe la emisión de vapores alcalinos.

Un país que presenta graves problemas en relación con el cloro es Egipto, donde se utilizan para hacer ladrillos limos arcillosos ricos en cloruros y sulfatos del valle del Nilo.

En el caso de Bailén, las emisiones tienen valores inferiores a 90 ppm de cloro.

La emisión de *azufre* comienza a partir de 750-800°C y se mantiene hasta 1200°C, aunque se emite más azufre como resultado del combustible utilizado para la combustión, que el propio azufre contenido en la materia prima. Se ha demostrado eficaz el añadir carbonato de bario para retardar la emisión de azufre (hasta los 1000°C), compuesto que además se añade para evitar el fenómeno de eflorescencia. Debido al coste económico que supone esta práctica no es habitual.

Los valores de emisiones de azufre son muy variables, se tienen tanto incrementos como disminuciones, y este hecho está en función más del combustible utilizado que del contenido en azufre de la materia prima.

A modo de ejemplo, en Bailén los materiales cocidos contienen más azufre que las materias primas usadas en su fabricación, lo que parece indicar que absorben azufre durante la cocción. En todos los casos, están por debajo de los niveles de emisión impuestos por la normativa alemana.

En resumen, podemos efectuar las siguientes consideraciones:

a. Los datos existentes de emisiones para los distintos países no son fiables, a excepción como hemos dicho de las fábricas italianas, donde se estudia el problema como más profundidad. Por lo general, en el resto de los países, no se ha hecho un estudio completo para consignar datos fiables de las emisiones. Además se debe tener cuidado en interpretar los datos obtenidos por diferencia entre el producto cocido y la materia prima, una vez corregida la pérdida de peso durante la cocción, pues parte de dichas emisiones pueden quedarse en las paredes del horno, chimeneas, etc. Esto viene dado mediante la expresión:

$$V_c = \frac{100 V_a}{(100 - P.C)}$$



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 5 – ABRIL DE 2008

Donde V_c = Valor calculado. V_a = Valor de la pasta. P.C.= Pérdida por calcinación a 1000°C.

- b. Las emisiones de *flúor* parecen ser las más graves, ya que casi todos los países utilizan materias primas con alto contenido en flúor, que se emiten en gran cantidad durante la cocción.
- c. Lo que concierne a la emisión de *cloro*, parece no ser un problema grave, dado que la mayoría de las materias primas tienen bajos contenidos en este. El problema radica en el ataque alcalino a las estructuras refractarias de los hornos.
- d. Las emisiones de *azufre* están más influenciadas por el tipo de combustible utilizado que por el propio contenido en las materias primas.

Las emisiones de flúor, cloro y azufre deben reducirse al máximo con el mínimo coste. Las posibles soluciones para solventar el problema podrían ser:

- a. Hacer estudios completos, certeros y con detenimiento de las emisiones de elementos contaminantes cedidos a la atmósfera.
- b. Uso de arcillas con bajo contenido en flúor, siempre que sea económicamente viable.
- c. Estabilizar el flúor del propio cuerpo cerámico, los aditivos más comunes son carbonatos y óxidos de calcio y magnesio, que son idóneos para la formación de compuestos más estables al tratamiento térmico.
- d. Disminución de emisiones, reduciendo la temperatura de cocción, aumentando la velocidad de cocción y el intervalo de precalentamiento.
- e. Reducir el ataque alcalino a la estructura refractaria de los hornos inyectando aire saturado en vapor de agua en la zona de precalentamiento del horno túnel, ya que de este modo se inhibe la emisión de vapores alcalinos.
- f. Instalación de filtros en las chimeneas de los hornos.
- g. Evitar hornos tipo Hoffman, sustituyéndolos por hornos eléctricos donde el control de la temperatura es mucho más exacto.
- h. Disminuir o evitar la emisión de azufre por adición de carbonato de bario, y reducir el consumo de combustibles fósiles.

Reciclar los productos desechados en la medida de lo posible, sin que requiera un alto coste.

9. ECONOMÍA

España es un país líder en cuanto a fabricación de materiales de construcción. Es el segundo productor mundial en baldosas cerámicas, con 250 millones de metros cuadrados por año, lo que supone un 12% de la producción total en el mundo.

Con respecto a ladrillos y tejas, en 1997 la industria española produjo 17.5 millones de toneladas, con un valor aproximado de 535 millones de euros.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 5 – ABRIL DE 2008

Las industrias tanto azulejeras como ladrilleras se reparten por toda la geografía nacional, destacando especialmente provincias como Castellón y Toledo. En las que la tradición, acompañada de la proximidad de lugares de extracción de arcillas, ha hecho proliferar este tipo de industria.

Las empresas españolas son en su mayor parte de tamaño pequeño y mediano, y en muchas de ellas se sigue trabajando con los métodos tradicionales, sin invertir en nuevas tecnologías de investigación y desarrollo. No obstante, a principio de los años ochenta, con la llegada del gasoducto a Castellón, se produjo una reconversión de instalaciones en la mayoría de las fábricas españolas adoptando la fórmula de la monococción o una fórmula intermedia de cocción rápida, así como desarrollando la monococción de productos porosos en la que España lleva una ventaja sustancial frente a la competencia; también es reconocida la superioridad española en la producción de piezas de grandes formatos.

9.1 Evolución de la industria de materiales de construcción

La evolución y desarrollo de las industrias de los materiales de construcción ha ido completamente ligada a la mayor o menor demanda de vivienda que en existe en cada momento en el país. La industria española de materiales de construcción experimentó una extraordinaria modernización tecnológica al calor del boom de la actividad constructora ocurrida entre 1965-75. A partir de dicha fecha, la saturación del mercado, unido a la crisis energética derivada del incremento de precios del combustible, supuso el inicio de un declive sostenido en la actividad de dicho sector, que incluso condujo al cierre a muchas factorías. Esta situación se mantuvo hasta 1985, en que cambió la tendencia y se apreció una cierta recuperación en el mercado. En pocos meses se vendieron stocks largamente acumulados, las factorías incrementaron su producción y los precios se elevaron por encima de los costes de producción. El clima general de desarrollo económico que tuvo lugar en la segunda mitad de los años ochenta se tradujo en una rápida modernización de la industria ladrillera, incluyendo en muchos casos un considerable incremento de la capacidad de producción.

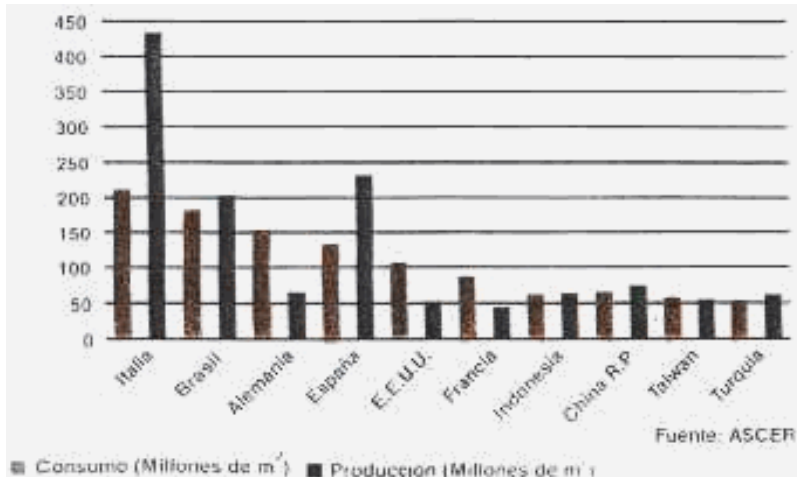
9.2 Situación actual y perspectivas

El año 1990 supuso el comienzo de un cambio negativo en la tendencia favorable que venía experimentando la industria de la construcción, así como un incremento de la capacidad de producción como consecuencia de la puesta en marcha de la nueva capacidad de producción planeada en los recientes años de expansión. De dichas premisas pueden deducirse serias consecuencias de la crisis presente, en las que existe gran desajuste entre la oferta y la demanda. (Se estima que existe un exceso de capacidad de un 35%). El cual está forzado de nuevo a unos precios de venta inferiores a los costes de producción reales, que traerá como consecuencia la descapitalización de un número importante de compañías.

9.3 Producción cerámica española en el comercio internacional

En la *figura* se detalla la evolución del consumo y la producción de los diez primeros países consumidores (datos de 1992). España e Italia fabrican el 70% de la producción de la CEE y un tercio de la mundial.

La fabricación de revestimientos por monococción hace que España tenga una posición muy competitiva respecto al resto de países en las que éstas técnicas son aún poco común.



Nuestro país ofrece productos cerámicos de alta calidad, cuyos principales importadores son países de alto nivel socioeconómico.

Relación entre el consumo interior y la producción de azulejos en los diez países consumidores (1992)

Las exportaciones españolas han tenido un incremento espectacular en los últimos años, concentrándose progresivamente en países desarrollados por razones de capacidad de

absorción de pavimentos y revestimientos cerámicos, adecuada valoración de la mejora en la calidad y diseño del producto y estabilidad en sus mercados. También el sector de fritas, esmaltes y colores cerámicos ha incrementado su actividad.

9.4 Conclusiones

El sector ladrillero y el de la industria del azulejo presentan características muy diferenciadas den cuanto a su estructura productiva, capacidad tecnológica propia, actividad exportadora, implantación regional, así como en expectativas de desarrollo futuro. Así el sector de suelos y revestimientos está en condiciones de continuar con su dinamismo actual al estar dotado de una serie de factores como consumos energéticos, suministro de materias primas y costes laborales, que le hacen competitivo justamente en los segmentos de producto con mayor valor añadido. La consolidación del auge experimentado en el sector de esmaltes, una mayor adecuación de la estructura empresarial y el asentamiento del sector hornos y maquinaria de proceso, deben permitirle reforzar el lugar destacado que hoy ocupa a nivel mundial.

En cuanto al sector ladrillero, de a llevarse a cabo con éxito los planes de reestructuración en estudio, podría obtenerse una estructura productiva más ajustada a la demanda existente a medio plazo y evitar así las graves cíclicas a las que se ve sometido.

Las dificultades comunes de ambos sectores vienen fundamentalmente derivadas de su total dependencia a otras industrias de cabecera, construcción y siderúrgica especialmente, dependencia que sólo ha podido superar el sector azulejero con su esfuerzo exportador.

La capacidad innovadora de los dos sectores debería reforzarse aumentando los esfuerzos en tareas de investigación y desarrollo que permitieran obtener mayores niveles de capacidad tecnológica.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 5 – ABRIL DE 2008

BIBLIOGRAFÍA

- Askeland, D. R.(2001) "*Ciencia e Ingeniería de los Materiales*". Madrid: Paraninfo.
- Avner, S. H. (1979.) "*Introducción a la Metalurgia Física*". México: McGraw Hill.
- Callister, W. D. (1995) "*Ciencia e Ingeniería de los Materiales*" Tomo I y II. Barcelona: Reverté.
- De Saja, J. A. (2000) "*Introducción a la Física de los Materiales*".Valladolid: Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial, Universidad de Valladolid.

Autoría

· Rebeca García Mariscal