

MEDITERRÁNEO

Prevención de la
contaminación en el
**sector cerámico
estructural**

producción

LIMPIA



Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL)
Plan de Acción para el Mediterráneo



Regional Activity Centre
for cleaner Production



Ministerio de Medio Ambiente
España



Generalitat de Catalunya
**Departament de Medi Ambient
i Habitatge**

Prevención de la contaminación en el **sector cerámico estructural**



Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL)
Plan de Acción para el Mediterráneo



Regional Activity Centre
for cleaner Production



Ministerio de Medio Ambiente
España



Generalitat de Catalunya
**Departament de Medi Ambient
i Habitatge**

Nota: Esta publicación puede ser reproducida total o parcialmente, con fines educativos y no lucrativos sin permiso específico del Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL), siempre y cuando se mencione el origen de la información. El CAR/PL agradecería recibir una copia de cualquier publicación donde este material sea usado como fuente. No está permitido en uso de esta información con fines comerciales o de venta sin permiso escrito del CAR/PL.

Las denominaciones usadas en esta publicación y la presentación de material en la misma, no implican la expresión de ninguna opinión por parte del CAR/PL en relación con el estatus legal de ningún país, territorio o área, o de sus autoridades o respecto a sus fronteras y límites.

Si considera que algún punto del estudio puede mejorarse o existe alguna imprecisión, le agradeceríamos nos lo comunicase.

Estudio terminado en abril 2006

Estudio publicado en septiembre 2006

Si desea solicitar copias adicionales o para cualquier información adicional, póngase en contacto con:

Centro de Actividad Regional para la Producción Limpia (CAR/PL)

C/ París, 184 – 3ª planta
08036 Barcelona (España)
Tel. +34 93 415 11 12 - Fax. +34 93 237 02 86
E-mail: cleanpro@cprac.org
Web site: <http://www.cprac.org>

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. OBJETIVOS.....	14
1.2. ESTRUCTURA DEL MANUAL	14
2. SECTOR DE LA CERÁMICA ESTRUCTURAL	17
2.1. SITUACIÓN DEL SECTOR DE LA CERÁMICA ESTRUCTURAL EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA	18
2.1.1. Albania	23
2.1.2. Argelia	23
2.1.3. Bosnia - Herzegovina	24
2.1.4. Chipre.....	25
2.1.5. Croacia.....	25
2.1.6. Egipto	25
2.1.7. Eslovenia	26
2.1.8. España	26
2.1.9. Francia	32
2.1.10. Grecia.....	35
2.1.11. Israel	35
2.1.12. Italia	35
2.1.13. Líbano	39
2.1.14. Libia	39
2.1.15. Malta	40
2.1.16. Marruecos.....	40
2.1.17. Mónaco.....	40
2.1.18. Siria.....	40
2.1.19. Túnez	41
2.1.20. Turquía	41
2.2. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR.....	41
2.2.1. Materias primas utilizadas	41
2.2.1.1. <i>Arcillas caoliníticas (blancas)</i>	42
2.2.1.2. <i>Arcillas montmorilloníticas o esmectíticas</i>	42
2.2.1.3. <i>Arcillas illíticas</i>	42
2.2.2. Materias auxiliares	43
2.2.3. Principales combustibles utilizados.....	43
2.2.3.1. <i>Gas natural</i>	44
2.2.3.2. <i>Coque de petróleo</i>	44
2.2.3.3. <i>Fuel</i>	45
2.2.3.4. <i>Carbón</i>	45
2.2.3.5. <i>Biomasa</i>	45
2.2.4. Diagrama de flujo	46

3. FASES DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CERÁMICOS	47
3.1. ESQUEMA GENERAL.....	48
3.2. RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS.....	49
3.3. MOLIENDA	51
3.4. CONFORMADO.....	54
3.4.1. Amasado	54
3.4.2. Moldeo	55
3.5. SECADO.....	57
3.6. COCCIÓN	60
3.7. PREPARACIÓN Y ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO.....	62
3.8. PROCESOS AUXILIARES	64
3.8.1. Cogeneración	65
3.8.2. Calderas de vapor.....	66
3.9. RESUMEN DE ASPECTOS AMBIENTALES	67
4. ASPECTOS AMBIENTALES DEL SECTOR DE LA CERÁMICA ESTRUCTURAL.....	71
4.1. EMISIONES ATMOSFÉRICAS.....	71
4.2. CONSUMO DE ENERGÍA.....	73
4.3. CONSUMO DE AGUA	74
4.4. GENERACIÓN DE RUIDO	75
4.5. AGUAS RESIDUALES.....	75
4.6. GENERACIÓN DE RESIDUOS	75
5. COMBUSTIBLES UTILIZADOS EN EL SECTOR DE LA CERÁMICA ESTRUCTURAL.....	79
5.1. PRINCIPALES COMBUSTIBLES UTILIZADOS EN EL SECTOR.....	79
5.1.1. Gas natural.....	80
5.1.2. Coque de petróleo.....	81
5.1.3. Coque micronizado	82
5.1.4. Fuel.....	83
5.1.5. Carbón	84
5.1.6. Biomasa	86
5.1.7. Emisiones producidas	87
5.1.8. Comparación de combustibles	89
6. OPORTUNIDADES DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN EL SECTOR DE LA CERÁMICA ESTRUCTURA.....	91
6.1. REDUCCIÓN EN ORIGEN	94
0-1 Reducción de la generación de emisiones difusas provocadas por la circulación de vehículos	94
0-2 Utilización de combustibles sólidos menos contaminantes durante la cocción.....	95
0-3 Formación del personal de mantenimiento	96

0-4	Facilitar la gestión de los residuos.....	97
0-5	Disminución de la generación de residuos peligrosos.....	98
0-6	Realización de la limpieza en seco.....	99
6.2.	BUENAS PRÁCTICAS	100
0-7	Control periódico de maquinaria.....	100
0-8	Instalación de reguladores en las mangueras de regado de producto acabado.....	102
0-9	Regulación de la cantidad de aire introducida en el horno.....	103
0-10	Control de agua del amasado.....	104
0-11	Control de pérdidas en circuitos hidráulicos y de aire	105
6.3.	RECICLAJE EN ORIGEN	106
0-12	Reutilización del producto antes de la cocción.....	106
6.4.	MODIFICACIÓN DEL PROCESO	108
0-13	Aprovechamiento de gases calientes del horno para secado	108
0-14	Reducción de emisiones difusas durante el almacenamiento de materia prima y/o combustible.....	109
0-15	Disminución de las emisiones difusas en el exterior de la planta	111
6.5.	NUEVAS TECNOLOGÍAS	112
0-16	Utilización de cogeneración para la generación de vapor.....	112
0-17	Instalación de contadores de consumo de gas natural	113
0-18	Instalación de quemadores de alta velocidad durante el precalentamiento del horno.....	115
0-19	Disminución de ruido durante la molienda.....	116
0-20	Utilización de un sistema de iluminación de bajo consumo	117
0-21	Instalación de cisternas de doble clic	118
0-22	Mejoras en la distribución de aire en secaderos	119
0-23	Sustitución de motores por otros de alto rendimiento	120
0-24	Realización de extrusión dura.....	121
6.6.	TABLA RESUMEN	121
7.	CASOS PRÁCTICOS	123
7.1.	UTILIZACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS MENOS CONTAMINANTES	123
7.2.	CONTROL DE PÉRDIDAS EN CIRCUITOS HIDRÁULICOS Y DE AIRE	125
7.3.	REGULACIÓN DE LA CANTIDAD DE AIRE INTRODUCIDA EN EL HORNO	126
7.4.	REUTILIZACIÓN DE PRODUCTO ANTES DE LA COCCIÓN	127
7.5.	APROVECHAMIENTO DE GASES CALIENTES DEL HORNO PARA EL SECADO	129
7.6.	INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN	130
7.7.	INSTALACIÓN DE QUEMADORES DE ALTA VELOCIDAD EN EL HORNO.....	133
7.8.	INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE BAJO RENDIMIENTO	133
7.9.	INSTALACIÓN DE CERRAMIENTOS PARA LA DISMINUCIÓN DE RUIDO	135
7.10.	INSTALACIÓN DE MOTORES ALTO RENDIMIENTO.....	136
8.	RESUMEN Y CONCLUSIONES	139
9.	BIBLIOGRAFÍA	143
10.	AGRADECIMIENTOS	147

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Indicadores económicos de los países de la región Mediterránea	19
Tabla 2.2: Costes para una fábrica con una producción media de 50.000 t/año.....	30
Tabla 2.3: Evolución del sector en España	31
Tabla 2.4: Situación del sector de la construcción en Francia	32
Tabla 2.5: Evolución del número de viviendas	32
Tabla 2.6: Evolución del sector de la construcción	36
Tabla 2.7: Tasa de crecimiento anual de la construcción en Italia	36
Tabla 2.8: Exportaciones Italianas de productos Cerámicos (en millones de dólares)	38
Tabla 2.9: Ventas del sector.....	38
Tabla 3.1: Criterios de evaluación de los aspectos ambientales.....	47
Tabla 3.2: Aspectos ambientales asociados a la fabricación de cerámica estructural.....	69
Tabla 4.1: Valores medios de emisiones atmosféricas en el sector cerámico estructural.....	72
Tabla 4.2: Valoración cualitativa del consumo de energía en el sector cerámico estructural	73
Tabla 4.3: Consumo de energía térmica en el proceso de cocción por tipo de horno.....	74
Tabla 4.4: Valoración cualitativa del consumo de agua en el sector cerámico estructural.....	74
Tabla 4.5: Residuos generados en los procesos principales	76
Tabla 4.6: Residuos generados en procesos auxiliares	77
Tabla 4.7: Valoración cualitativa de los residuos generados en el sector	78
Tabla 5.1: Composición química del gas natural.....	80
Tabla 5.2: Características generales del gas natural	81
Tabla 5.3: Composición química del coque de petróleo.....	81
Tabla 5.4: Características generales del coque de petróleo	82
Tabla 5.5: Composición química del coque de petróleo.....	82
Tabla 5.6: Características generales del coque de petróleo	83
Tabla 5.7: Composición química del fuel.....	83
Tabla 5.8: Características generales del fuel	84
Tabla 5.9: Características de los distintos tipos de carbón	85
Tabla 5.10: Composición química de los distintos tipos de carbón	85
Tabla 5.11: Características generales del carbón	86
Tabla 5.12: Composición química del orujillo	87
Tabla 5.13: Características generales de la biomasa	87
Tabla 5.14: Factores de emisión por tipo de combustible	88
Tabla 5.15: Ventajas e inconvenientes de la utilización de los distintos combustibles en el sector de la cerámica estructural	89
Tabla 6.1: Esquema básico para cada una de las oportunidades de prevención de la contaminación.....	92
Tabla 6.2: Lista de oportunidades de prevención de la contaminación.....	93
Tabla 6.3: Oportunidad de prevención nº 1	94
Tabla 6.4: Oportunidad de prevención nº 2.....	95
Tabla 6.5: Oportunidad de prevención nº 3.....	96
Tabla 6.6: Oportunidad de prevención nº 4.....	97
Tabla 6.7: Oportunidad de prevención nº 5.....	98
Tabla 6.8: Oportunidad de prevención nº 6.....	99
Tabla 6.9: Oportunidad de prevención nº 7	100
Tabla 6.10: Mantenimiento de la maquinaria	101
Tabla 6.11: Oportunidad de prevención nº 8.....	102
Tabla 6.12: Oportunidad de prevención nº 9.....	103
Tabla 6.13: Oportunidad de prevención nº 10.....	104
Tabla 6.14: Oportunidad de prevención nº 11	105
Tabla 6.15: Oportunidad de prevención nº 12.....	106
Tabla 6.16: Oportunidad de prevención nº 13.....	108
Tabla 6.17: Oportunidad de prevención nº 14.....	109
Tabla 6.18: Oportunidad de prevención nº 15.....	111
Tabla 6.19: Oportunidad de prevención nº 16.....	112
Tabla 6.20: Oportunidad de prevención nº 17.....	113
Tabla 6.21: Oportunidad de prevención nº 18.....	115
Tabla 6.22: Oportunidad de prevención nº 19.....	116
Tabla 6.23: Oportunidad de prevención nº 20.....	117
Tabla 6.24: Oportunidad de prevención nº 21.....	118
Tabla 6.25: Oportunidad de prevención nº 22.....	119
Tabla 6.26: Oportunidad de prevención nº 23.....	120
Tabla 6.27: Oportunidad de prevención nº 24.....	121

Tabla 6.28: Resumen de incidencia de las oportunidades de prevención de la contaminación sobre los aspectos ambientales	122
Tabla 7.1: Periodo de retorno de la inversión en función del combustible inicial	125
Tabla 7.2: Ahorro	126
Tabla 7.3: Exceso de aire necesario según tipo de combustible	127
Tabla 7.4: Principales ventajas y desventajas de los distintos tipos de cogeneración	132
Tabla 7.5: Tipos de lámparas más usuales	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Producción mundial de productos cerámicos	20
Figura 2.2: Importaciones y exportaciones de los países de la UE-15	20
Figura 2.3: Importaciones de los países de la UE – 15	21
Figura 2.4: Exportaciones de los países de la UE - 15	21
Figura 2.5: Principales exportadores en volumen de productos cerámicos	22
Figura 2.6: Exportaciones de los países de la región Mediterránea	22
Figura 2.7: Producción de ladrillos en Argelia	24
Figura 2.8: Evolución del nº de industrias en funcionamiento	27
Figura 2.9: Evolución de la producción	28
Figura 2.10: Evolución del nº de proyectos visados	28
Figura 2.11: Evolución del nº de viviendas iniciadas	29
Figura 2.12: Evolución del nº de viviendas terminadas	29
Figura 2.13: Evolución del nº de trabajadores	30
Figura 2.14: Evolución del número de licencias del sector residencial en Francia	33
Figura 2.15: Evolución del número de licencias otorgadas e iniciadas del sector residencial	33
Figura 2.16: Evolución de superficie construida otorgada e iniciada en m ²	34
Figura 2.17: Evolución de la superficie creada y otorgada no residencial en porcentaje respecto al año predecesor	34
Figura 2.18: Evolución de Viviendas de construcción residencial, no residencial y ampliada	37
Figura 2.19: Diagrama de flujo de la fabricación de productos cerámicos	46
Figura 3.1: Estructura general del diagrama de flujo de un proceso	47
Figura 3.2: Procesos de fabricación de material cerámico estructural	48
Figura 3.3: Aspectos ambientales del proceso de recepción y almacenamiento de materias primas	49
Figura 3.4: Aspectos ambientales del proceso transporte de arcilla dentro de la instalación	50
Figura 3.5: Aspectos ambientales del proceso de molienda	53
Figura 3.6: Aspectos ambientales del proceso de amasado	55
Figura 3.7: Galletera de rodillos	56
Figura 3.8: Aspectos ambientales del proceso de moldeo	57
Figura 3.9: Esquema de un secadero de ladrillos. Fuente: Junta de Andalucía	58
Figura 3.10: Aspectos ambientales del proceso de secado	59
Figura 3.11: Esquema de un horno túnel	60
Figura 3.12: Esquema de un horno Hoffman	61
Figura 3.13: Aspectos ambientales del proceso de secado artificial	62
Figura 3.14: Aspectos ambientales del proceso de almacenamiento de producto acabado	64
Figura 3.15: Aspectos ambientales de la cogeneración	66
Figura 3.16: Esquema de ósmosis inversa	67
Figura 3.17: Aspectos ambientales de la generación de vapor mediante caldera	67
Figura 3.18: Procesos de fabricación de material cerámico estructural y aspectos ambientales asociados	68
Figura 6.1: Clasificación de oportunidades de prevención de la contaminación	91
Figura 6.2: Combustión con defecto de aire	103
Figura 7.1: Esquema de reaprovechamiento de material defectuoso antes de la cocción	128
Figura 7.2: Recuperador de calor de humos del horno	129
Figura 7.3: Sistema convencional vs. cogeneración	131
Figura 7.4: Comparativa de emisión de ruidos con y sin medidas correctoras	136

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 2.1: Arcilla utilizada en el proceso de fabricación de cerámica	43
Imagen 2.2: Horno cerámico con quemadores de alimentación mixta de fuel y coque micronizado	44
Imagen 3.1: Almacenamiento mixto de materias primas a la intemperie y almacén	49
Imagen 3.2: Transporte de arcilla dentro de la instalación mediante cintas de goma	50
Imagen 3.3: Molienda por vía seca	52
Imagen 3.4: Molienda por vía semi-húmeda	52
Imagen 3.5: Rallador alimentador rotativo	53
Imagen 3.6: Amasadora	54
Imagen 3.7: Extrusora	56
Imagen 3.8: Ventiladores para el movimiento del aire dentro del secadero	59
Imagen 3.9: Horno túnel, material saliendo después del proceso de cocción	61
Imagen 3.10: Apilamiento del material para su posterior retractilado	63
Imagen 3.11: Almacenamiento de producto acabado	63
Imagen 3.12: Maquinaria involucrada en la preparación del material para su distribución	64
Imagen 3.13: Cogeneración que utiliza fuel como combustible	65
Imagen 3.14: Caldera para la generación de vapor.	66
Imagen 6.1: Producto defectuoso después del moldeo	107
Imagen 6.2: Almacenamiento de materia prima en nave cerrada	110
Imagen 6.3: Rociadores de agua para la materia prima	110
Imagen 6.4: Cinta tapada para el transporte de arcilla	111
Imagen 6.5: Contador de gas natural	114
Imagen 6.6: Ventiladores cónicos	120
Imagen 7.1: Suministro de coque de petróleo a la instalación	124
Imagen 7.2: Almacenamiento de coque de petróleo en silos	124
Imagen 7.3: Aprovechamiento de gases del horno de cocción	130
Imagen 7.4: Quemadores de alta velocidad en un horno túnel	133
Imagen 7.5: Lámparas de vapor de sodio de alta presión	135
Imagen 7.6: Grupo de motores de alto rendimiento	136

1. INTRODUCCIÓN

El estado del sector de la construcción (el cual ha experimentado un gran auge en la mayoría de países del Mediterráneo) es uno de los principales factores que influyen en la producción de las industrias de sector de la cerámica estructural.

Este hecho ha llevado a que en los últimos años, el sector de la cerámica estructural se haya convertido en uno de los más importantes en cuanto a producción.

Además, es un sector con un gran número de empresas de origen familiar pero que se mantiene en constante evolución con el fin de adaptarse a las nuevas demandas del mercado, necesitando para ello incorporar nuevas tecnologías y mantenerse al corriente de los crecientes requisitos ambientales.

Los principales productos producidos se pueden clasificar en diferentes familias:

- Ladrillos
- Tejas
- Bovedillas
- Bloques
- Pavimentos
- Adoquines
- Celosías
- Rasillas
- Paneles
- Otros

Debido a la fuerte competencia y a las nuevas fórmulas que surgen en la construcción sobretodo a las soluciones constructivas de la albañilería interior, formadas por placas de yeso laminado, que aportan soluciones rápidas, limpias y económicas, hacen necesaria la búsqueda de nuevas formas de aprovechamiento de la cerámica estructural, por lo que los estudios sobre este sector, se han multiplicado en los últimos años.

Fruto de estas iniciativas son la realización de campañas de promoción del producto que se han impulsado desde algunos gremios del sector.

La formación específica sobre cerámica estructural, ha aumentado su oferta ayudando a su vez, a los responsables y trabajadores en general, a tomar conciencia de la importancia y posibilidades que este sector debe aprovechar para conseguir la mejora continua, tanto en los procesos como en la consecución de nuevos productos.

Históricamente, las actuaciones ambientales de las empresas cerámicas se han limitado a procedimientos muy concretos de depuración de gases emitidos, sin promover acciones que consideren globalmente el proceso de producción. La incorporación de criterios ambientales en todo el proceso puede conducir la gestión empresarial hacia la ecoeficiencia, dando lugar a su vez a un aumento de la competitividad.

1.1. OBJETIVOS

La creciente exigencia de la normativa y la legislación ambiental, así como la concienciación de la población en general, respecto a la necesidad de protección del medioambiente, ha promovido que la sociedad exija a las empresas un mayor respeto hacia el medioambiente en sus procesos de producción. Todos estos puntos hacen necesario que las empresas incluyan dentro de la gestión de la producción aspectos relacionados con la protección del medio ambiente.

El presente manual va destinado a empresas con diferentes características pertenecientes al sector de la cerámica estructural y tiene como objetivo aportar soluciones reales que supongan el primer paso para conseguir minimizar los consumos y corrientes residuales en origen, evitando en la medida de lo posible tener que recorrer a tratamientos finalistas ya que esta orientación hace que sean soluciones más costosas y menos eficaces.

Las recomendaciones que se reflejan en este documento, pretenden favorecer esta reducción en origen de la contaminación, mediante cambios en el proceso de fabricación, aplicación de buenas prácticas, cambio de materiales y de producto, o la utilización de tecnologías más respetuosas con el medio ambiente.

1.2. ESTRUCTURA DEL MANUAL

El presente manual se ha estructurado de acuerdo con los siguientes puntos:

El **capítulo 1** es introductorio del manual, en el cual se incluyen los objetivos y la estructura del manual.

En el **capítulo 2** se presenta una visión general de la situación del sector en cada uno de los países de la región Mediterránea. Haciendo especial hincapié en los países con una mayor producción y proyección internacional.

Por otro lado, se estudian las características del sector, empezando por las principales materias primas a partir de las cuales se consiguen las arcillas que compondrán la cerámica cocida y posteriormente el proceso de preparación de esta materia prima.

Se describen también los principales combustibles empleados en la fabricación de la cerámica estructural (gas natural, coque de petróleo, fuel, carbón y biomasa).

En el **capítulo 3**, se analizan las principales fases de elaboración de los productos cerámicos: recepción y almacenamiento de materias primas, molienda, conformado, secado, cocción, almacenamiento del producto y otros procesos auxiliares. En cada una de las fases se describen las tecnologías asociadas y el diagrama de flujo con las entradas y salidas del proceso, así como los aspectos ambientales asociados.

En el **capítulo 4**, se revisan los principales aspectos medioambientales sobre los cuales incide la fabricación de la cerámica estructural como son: consumo de agua, consumo de energía, residuos generados, generación de ruido, producción de aguas residuales y emisiones atmosféricas.

En el **capítulo 5**, se describen los principales combustibles utilizados en el sector de la cerámica estructural en la actualidad, estudiando la caracterización y eficiencia ambiental de cada uno de ellos. Se lleva a cabo un estudio sobre la posible introducción de cambios en el proceso de combustión para mejorar su consumo y con ellos su eficiencia.

En el **capítulo 6**, se realiza una descripción y análisis de actuaciones que favorecen la reducción y reciclaje en origen. Y se proponen mejoras como el rediseño de productos y procesos, junto con otras alternativas susceptibles de minimizar la producción de residuos y emisiones o disminuir el impacto que estos puedan causar.

En el **capítulo 7**, se exponen diferentes casos prácticos de aplicación de medidas prevención de la contaminación en industrias de cerámica estructural.

En el **capítulo 8**, se recopilan las principales conclusiones extraídas del presente manual.

2. SECTOR DE LA CERÁMICA ESTRUCTURAL

Las empresas agrupadas en este sector se dedican a la fabricación de ladrillos, tejas y otros productos de arcilla cocida y se incluyen dentro del grupo de industrias dedicadas a la fabricación de productos minerales no metálicos, siendo el consumo energético de gran importancia dentro de los costes totales de las empresas.

Se trata de un sector fuertemente vinculado a la evolución de los ciclos económicos y a la actividad de la construcción.

Estas industrias se instalan por lo general en las proximidades de los yacimientos de materias primas y cercanas a los centros de consumo para minimizar los costes de transporte de unos productos con bajo valor añadido.

Los procesos de producción de ladrillos y cerámicas incluyen un tratamiento mecánico, que comprende la extracción y preparación de arcillas y otros materiales, la conformación de objetos, el secado, cocción en hornos de altas temperatura y acabado del producto.

La construcción, incluyendo la obra nueva y los trabajos de renovación, es un factor determinante en el nivel de actividad del mercado de la cerámica estructural. Esta actividad está unida a:

- El nivel de inversión de los sectores clientes (industria, servicios y administración) en proyectos de construcción, extensión o renovación de los lugares de producción, locales administrativos o de logística.
- Las necesidades de los hogares de renovación de sus viviendas.

La construcción se puede clasificar en función de dos criterios:

- El destino de las obras realizadas:
 - **Residencial:** Viviendas individuales puras (casas unifamiliares), individuales agrupadas (viviendas individuales construidas con un mismo permiso), viviendas colectivas (edificios para viviendas) y viviendas residenciales (albergues, residencias universitarias, cuarteles, pensiones, hoteles, moteles, colonias...).
 - **No residencial:** Construcciones agrícolas, industriales y comerciales, edificios de oficinas y centros de enseñanza.
- La naturaleza de los trabajos realizados:
 - **Primera obra:** Operaciones de construcción de edificios, incluyendo la de casas individuales llave en mano y los trabajos de montaje y elevación.
 - **Segunda obra:** Operaciones de acabado (armazones, cobertura, aislantes, carpintería, acristalado, instalación eléctrica o térmica, yeso, pintura...) así como los trabajos de rehabilitación y reforma.

2.1. SITUACIÓN DEL SECTOR DE LA CERÁMICA ESTRUCTURAL EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA

En este apartado, se proporciona una visión general de la situación económica, del sector de la construcción y del sector de la cerámica estructural en los diferentes países que forman la región Mediterránea.

Los veinte países incluidos en el ámbito de este estudio y que conforman el litoral Mediterráneo son los siguientes:

- Albania
- Argelia
- Bosnia-Herzegovina
- Chipre
- Croacia
- Egipto
- Eslovenia
- España
- Francia
- Grecia
- Israel
- Italia
- Líbano
- Libia
- Malta
- Marruecos
- Mónaco
- Siria
- Túnez
- Turquía

A continuación se reflejan los principales indicadores económicos de los países que conforman la región Mediterránea:

Tabla 2.1: Indicadores económicos de los países de la región Mediterránea

	EXTENSIÓN (KM ²)	PIB (€)	PIB EN I+D (€)	PIB PER CÁPITA	POBLACIÓN (HAB)
Albania	28.750	4.806.966.483	1.105.602.291	1.932,57	3.169.000
Argelia	2.381.740	51.797.458.850	16.057.212.243	2.073,09	31.833.000
Bosnia- Herzegovina	51.200	5.465.502.446	1.093.100.488	1681,962172	4.140.000
Chipre	9.250	8.935.724.356	0,00	14.785,14	770.000
Croacia	56.540	22.230.275.245	6.002.174.316	1716,128857	4.456.000
Egipto	1.001.450	64.696.938.073	10.998.479.472	1220,076288	67.559.000
Eslovenia	20.250	1.371.981.512.713	260.676.487.415	13382,98552	1.964.000
España	505.990	13.582.245.338	31.239.164.278	20342,57786	41.101.000
Francia	551.500	-	-	29.267,02	59.725.000
Grecia	131.960	1.150.578.935.068	230.115.787.013	16.202,68	10.680.000
Israel	21.060	14.913.206.307	2.535.245.072	-	6.688.000
Italia	301.340	-	-	25.429,26	57.646.000
Líbano	10.400	-	-	4.224,14	4.498.000
Libia	1.759.540	-	-	-	5.559.000
Malta	320	34.920.755.750	8.031.773.822	-	399.000
Marruecos	446.550	20.630.417.606	2.415.985.769	1.477,46	30.113.000
Mónaco	2,00*	656.253.908.879	415.138	-	32.100
Siría	185.180,00	16.888.479.441	3.884.350.271	1.237,73	17.384.000
Túnez	163.610,00	19.058.902.919	4.764.725.729	2.453,97	9.895.000
Turquía	774.820,00	186.783.939.870	39.224.627.372	3.365,37	70.712.000

Fuente: World Bank, 2003

*Fuente: www.socialwatch.org

La región Mediterránea, se caracteriza principalmente por su gran capacidad de exportación e importación debida a su ubicación geográfica que le permite el transporte vía marítima.

Cabe destacar la gran actividad que presentan países como España e Italia, dos de los primeros productores mundiales de productos de la cerámica estructural. En particular, Italia es el principal productor de cerámica, alcanzando una participación en la producción mundial del 15,3%. España es el segundo productor mundial concentrando el 15,1% del volumen producido. Por detrás de estos y a gran distancia, se encuentran Turquía con el 4,2% de la cuota mundial y Francia con 1%.

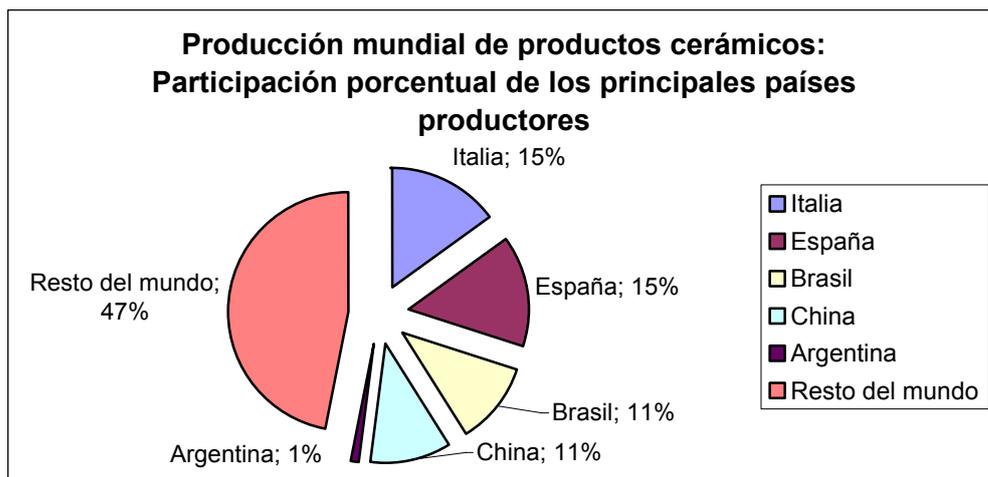


Figura 2.1: Producción mundial de productos cerámicos

Los principales países exportadores en volumen, pertenecientes a los países del Mediterráneo son, Italia con una participación mundial del 40,8%, España (26,4%) y Turquía (4,7%). Italia y España concentran el 67,2% de la exportación mundial. De entre los países exportadores que se encuentran entre los 20 principales exportadores de productos cerámicos se encuentra Turquía con un 4,7% seguido de Francia con un 1,9%.

En relación a los principales países importadores de productos de cerámica de Italia dentro de la región Mediterránea, destaca Francia con un 14,1% de participación mundial de las compras seguido de Grecia que importa el 2,9% de los productos exportados por Italia.

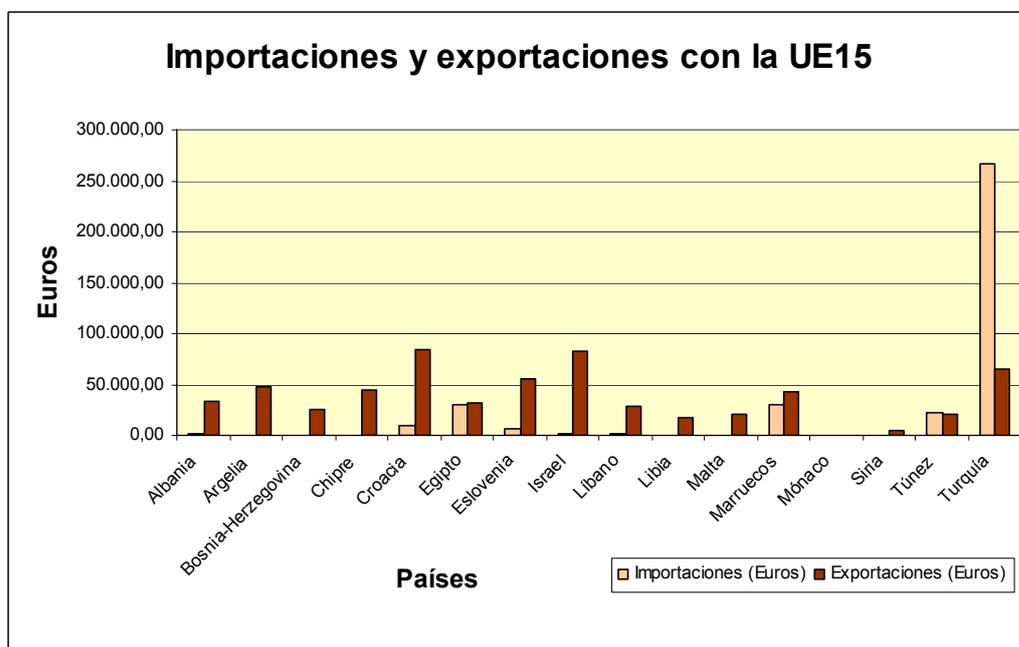


Figura 2.2: Importaciones y exportaciones de los países de la UE-15

Entre los países de la región Mediterránea, destaca la distinción de los países pertenecientes a la Unión Europea de los 15 (debido a la reciente incorporación de los últimos países el año 2004, el mercado con estos países no se ha extendido lo suficiente), los cuales poseen una mayor industrialización en el sector de la cerámica estructural, así como un mayor mercado entre los países miembros de ésta. Las importaciones y las exportaciones con los otros países del Mediterráneo, se pueden observar en los siguientes gráficos.

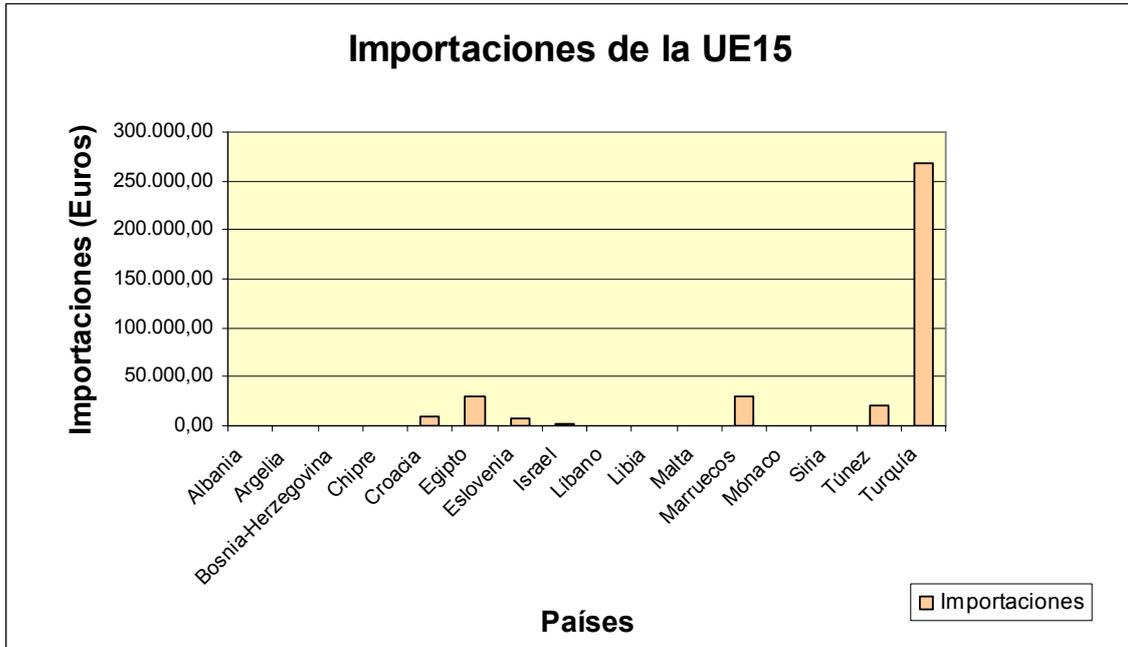


Figura 2.3: Importaciones de los países de la UE – 15

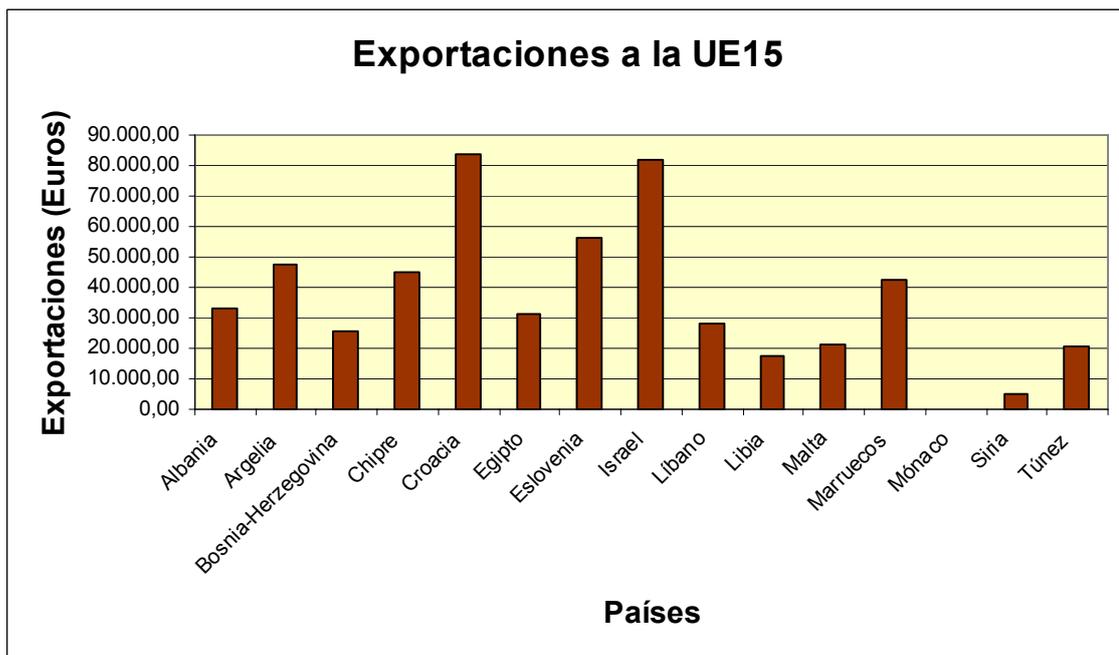


Figura 2.4: Exportaciones de los países de la UE - 15

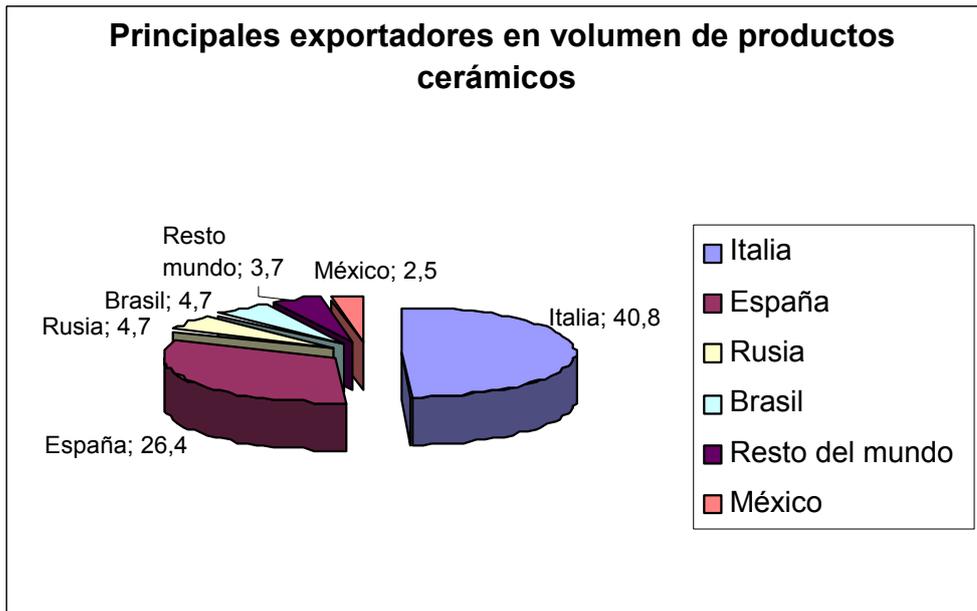


Figura 2.5: Principales exportadores en volumen de productos cerámicos

Como puede comprobarse, las importaciones de estos países son muy inferiores a las exportaciones que realizan. Este hecho, se debe fundamentalmente al mayor poder adquisitivo de los países de la unión europea, lo cual conlleva una mayor actividad de la construcción y por tanto una mayor demanda de estos países de los productos cerámicos.

En el siguiente gráfico se representan las exportaciones de los países de la región Mediterránea, puede observarse como el principal país exportador es Italia seguido de España que suponen un 57% del total.

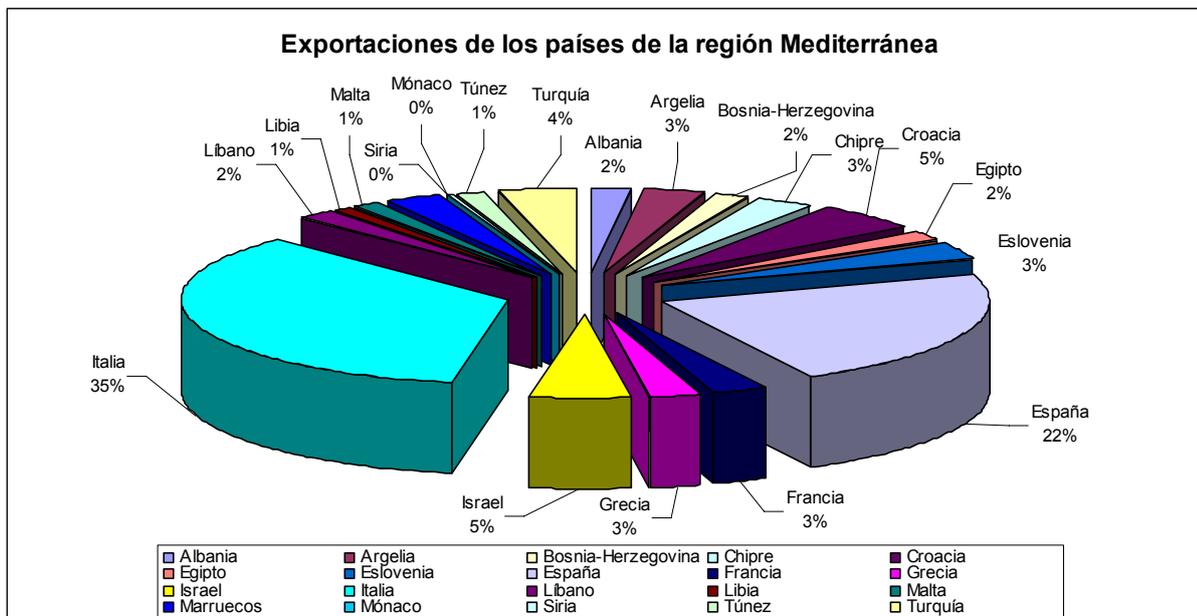


Figura 2.6: Exportaciones de los países de la región Mediterránea

2.1.1. Albania

Albania cuenta con una población de más de 3.400.000 de habitantes, donde el 65% de vive en zonas agrícolas y la restante reside en ciudades. Como datos generales se puede destacar que el 79% de las empresas albanesas tiene 1 empleado y el 52% de ellas están situadas en el sector comercio. Por otro lado el 10% de las empresas se localizan en el sector industrial, estando concentradas, especialmente, en Tirana, Durres y el Corredor de Elbasan.

La construcción es, además de la agricultura (Albania es un país en transición donde la agricultura todavía contribuye en más de la mitad del PNB nacional), el sector más dinámico en la economía del país, con crecimientos superiores al 11% anual.

Destaca la necesidad de desarrollo en infraestructuras y transportes por lo que el sector de la cerámica o en su defecto la importación de estos productos de países terceros, prevé un aumento en los próximos años, ya que, Albania tiene una importante ventaja comparativa en la producción industrial, frente a otros países del Mediterráneo, debido a los bajos costes salariales.

2.1.2. Argelia

El sector de la construcción y las obras públicas constituye el 10,8% de la economía, lo que supone un PIB de 299,4 millones de dinares argelinos en los últimos años.

Argelia tiene un importante entramado industrial constituido por unas 150 empresas públicas que fueron agrupadas en los últimos años en *holdings* y a las que, en su mayoría, se pretende privatizar en un futuro debido a que muchas empresas públicas producen por debajo de su capacidad. En cuanto al sector cerámico, destaca dentro de la industria ligera del país.

El sector de la construcción, principal consumidor de la fabricación de cerámica estructural, sufre de un insuficiente y fuerte endeudamiento con el sector bancario.

El país presenta un fuerte déficit de viviendas y, por otro lado, hay grandes necesidades en el área de las infraestructuras de transporte y distribución de agua.

Las principales empresas del sector de la construcción están encuadradas en el holding de empresas públicas BMC - 12, empresas cementeras, 3 empresas de ladrillos con 34 unidades de producción, y 2 empresas de productos cerámicos y sanitarios-.

Las empresas del sector cerámico están en proceso de privatización. En el 2001, los materiales de construcción representaban el 8,2% de la actividad del sector privado argelino.

El gobierno argelino tiene previsto dentro de su programa fomentar la construcción de viviendas en los próximos años, por lo cual se prevé un aumento en el consumo de productos de la construcción y por tanto de productos de cerámica estructural.

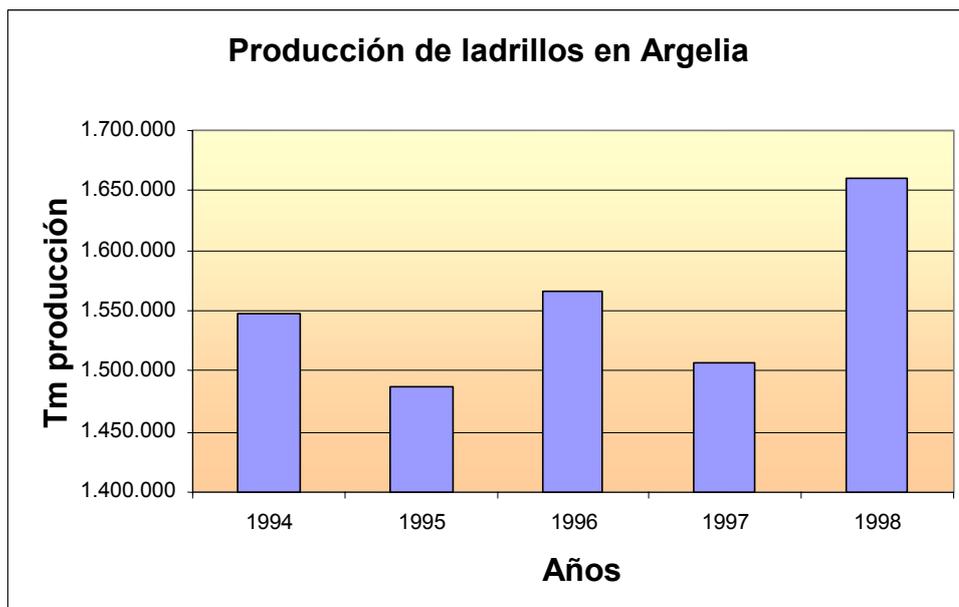


Figura 2.7: Producción de ladrillos en Argelia

2.1.3. Bosnia - Herzegovina

Antes de la guerra (1992-1995), Bosnia-Herzegovina poseía una base industrial relativamente desarrollada e importante. La actividad industrial estaba concentrada en 10-15 grandes conglomerados propiedad del estado, que suponían más del 35% del PIB, siendo el resto empresas de reducida dimensión. En la actualidad, algunos de estos conglomerados han firmado acuerdos de *join-venture* con empresas extranjeras.

Se ha avanzado poco en la liberación de las empresas y en la introducción de una verdadera economía de mercado. Los mayores avances se han producido en la Federación de Bosnia y Herzegovina.

Los principales problemas con los que se encuentra la industria son, además de su destrucción física, su capacidad obsoleta, falta de capital, destrucción de sus canales de distribución y pérdida de sus mercados. El gobierno se encuentra además con el problema de los grandes conglomerados propiedad del estado y los importantes grupos de presión que exigen su recuperación para evitar despidos masivos. A pesar de ello, la tendencia es hacia la división de estas grandes empresas en pequeñas unidades.

Después de la guerra, el sector de la construcción, y por lo tanto el de la industria cerámica estructural, ha experimentado un gran auge, debido a las necesidades de reconstrucción de las áreas devastadas tras la guerra anteriormente citada.

En la actualidad, existen 22 grandes productores de materiales de construcción que coexisten con un gran número de constructores de edificios, todos ellos se caracterizan por ser pequeños y privados.

En Bosnia y Herzegovina todavía no hay un sector empresarial bien estructurado y quizá todavía tarden en organizarse las asociaciones del sector privado, por lo menos hasta que la mayoría de las empresas públicas hayan sido privatizadas. Por lo que de momento no se han formado asociaciones específicas del sector de la cerámica estructural.

Esto no quiere decir que los empresarios privados no estén en contacto entre ellos para llevar a cabo acciones conjuntas frente al Gobierno para conseguir las mejores condiciones para cada uno de sus mercados particulares.

En cuanto a las exportaciones, el sector de la cerámica estructural está formado por empresas capaces de satisfacer la demanda local pero disponen de un potencial exportador limitado.

2.1.4. Chipre

En Chipre, el sector de la construcción supone alrededor del 7% del PIB y el 9% del empleo total.

Tras la división de la isla en el año 1983, la cual se dividió en la parte norte (turco-chipriota) y la sur (greco-chipriota), el sector de la construcción experimentó un auge considerable, tanto por la construcción, por parte del Gobierno, de viviendas para los refugiados, como por los proyectos de infraestructura de construcción de nuevos aeropuertos y puertos.

Posteriormente, a finales de la década de los ochenta, hubo un segundo periodo de auge del sector debido a la construcción de nuevos hoteles y restaurantes. Por este motivo el consumo de los productos provenientes del sector de la cerámica estructural, se incrementó considerablemente.

En la presente década, el sector ha aumentado su actividad. A partir de 2001, se apreció una fuerte recuperación de la construcción debido al interés de la población tanto propia del país como extranjera, por los bienes inmobiliarios, que incluían residencias para vacaciones y proyectos gubernamentales de infraestructura.

Durante el año 2003, el total de nuevas licencias aumentó en un 14,8% y el valor total de la construcción en un 17,1%. El crecimiento se ha concentrado en el sector residencial.

Debido a las demandas de la población chipriota y extranjera (recordamos que uno de los sectores de mayor ingreso para la isla es el sector turístico) el número de licencias autorizadas aumentó en un 47,1% a lo largo del año 2003.

En la actualidad, parece que la actividad de la construcción está en un periodo de reducción, aunque no existen cifras exactas que puedan corroborar esta tendencia.

2.1.5. Croacia

La difícil transición a una economía de mercado, el inicio del conflicto de la antigua Yugoslavia y la pérdida de los mercados exteriores, sumieron a la economía croata en una situación de crisis de la que empezó a salir a finales de 1993. En 1998 la economía se había recuperado gracias al crecimiento económico, favorecido por el éxito del Plan de Estabilización (octubre 94), la consecución de la paz (noviembre 95) y las reformas económicas y legislativas. Tras la recesión de 1999, que afectó sobretodo al sector industrial, y el ajuste de 2000 se abren buenas perspectivas de crecimiento económico a corto y medio plazo, debido sobretodo, al incremento de las inversiones.

Desde la independencia, el programa de la política económica tiene como uno de sus principales objetivos la privatización de las empresas estatales.

El sector de la construcción en Croacia tiene una gran importancia en la economía del país. Genera una 5,9% del PIB y ocupaba a 77.300 personas a finales del 2003. Desde el año 2001, muestra signos de recuperación gracias a la mejoría en la situación económica del país, a la entrada de fondos de la UE y de organismos financieros multilaterales y a la entrada de divisas provenientes del turismo. Además de la construcción en Croacia, el sector participa también en proyectos y obras en otros países. Entre estos países se encuentran: Bosnia-Herzegovina, Rusia, Alemania, algunos países del Oriente medio y norte de África.

2.1.6. Egipto

Tradicionalmente la industria egipcia ha estado dominada por el sector público, el cual ha dejado secuelas de baja productividad y de utilización insuficiente de la capacidad productiva, así como

plantillas sobredimensionadas. No obstante, desde la introducción de medidas liberalizadoras en 1991 y el programa de privatizaciones en 1996, la inversión privada está cobrando más peso.

Si bien, las empresas estatales aún representan el 40% de la producción industrial y cerca del 80% de las exportaciones de productos industriales, y emplean al 55% de la mano de obra. A pesar de que el Gobierno fomenta los proyectos industriales, el sector privado industrial se enfrenta a un marco regulatorio restrictivo. La actividad privada se centra entre otros en la construcción.

La industria de la cerámica estructural se encuentra dentro del sector industrial de pequeña escala en referencia a la economía del país. La mayoría de la actividad industrial se concentra alrededor de El Cairo y de Alejandría.

2.1.7. Eslovenia

El sector industrial esloveno, en general, está bien desarrollado y se concentra geográficamente al Norte de Ljubljana. Muchas de las industrias eslovenas tienen una historia de más de 100 años. En la Yugoslavia de la posguerra, la industria eslovena encontró un mercado abierto para cualquier tipo de producto, y se crearon empresas "socializadas", en ocasiones prescindiendo de criterios de rentabilidad o eficacia de costes.

Tras la independencia de Eslovenia en el año 1991, al derrumbarse su mercado interno, se desmembraron o cerraron algunas compañías especialmente costosas, pero el proceso de adaptación al mercado de la industria eslovena aun no se ha completado.

Con un mercado interno de sólo 2 millones de habitantes, la mayoría de las compañías están obligadas a exportar gran parte de su producción, a vender componentes a otras empresas eslovenas, lo cual deja al país vulnerable a la coyuntura económica existente en la Unión Europea, que su pone su principal mercado de exportación.

La construcción, principal objetivo de la industria del sector de la cerámica estructural, fue prioritaria durante la etapa comunista. Con largos años de experiencia, este sector ha llegado a adquirir un notable *know-how*, tanto en la construcción de viviendas como en obras industriales (centrales nucleares y térmicas) y de ingeniería civil. Tradicionalmente, las grandes constructoras eslovenas participan en proyectos internacionales en África, Oriente Medio, Europa del Este y Alemania.

La aportación del sector de la construcción al PIB en 2003 fue del 5,7%.

2.1.8. España

En España, el sector se caracteriza por un elevado número de empresas de tipo familiar diseminadas por todo el territorio.

En estos últimos años ha aumentado tanto el número de empresas de este sector, que supera las 400, así como el número de personas empleadas, que alcanza aproximadamente las 10.500 en todo el territorio español. Todo ello refleja el crecimiento que está experimentando el tejido industrial.

La concentración de las empresas y la instalación de grandes centros productores para abastecer áreas mayores se ve dificultada por la elevada incidencia del coste de los transportes en el precio final.

Actualmente la buena parte de la producción de la Industria de la Cerámica Estructural se destina al consumo regional o nacional, debido al costo de transporte.

En general, las explotaciones se encuentran localizadas en las proximidades de las fábricas, dado que el bajo valor de la materia prima no permite un transporte lo suficientemente económico.

Las principales provincias productoras son Toledo (16%), Barcelona (9%) y Valencia (8%), que superan los 2Mt anuales y Alicante (6%), Jaén (5%) y La Rioja (5%), que producen más de 1 Mt al año. Las formaciones geológicas susceptibles de ser aprovechadas para este uso son muy variadas y van desde las arcillas rojas del Triásico hasta las arcillas margosas del Terciario marino de la depresión del Guadalquivir.

España consume alrededor de 33 Mt al año de arcillas para ladrillería y tejas (incluidos los pavimentos de gres extrusionado) que alcanzan un valor a pie de mina de unos 82 M€.

Un tercio de la producción nacional de arcillas rojas para este uso está concentrado en el arco Mediterráneo (Girona-Alicante) y casi otro tercio procede de la región central (Madrid, Castilla-La Mancha, Castilla-León y Aragón).

Producción

En los años 1996 y 1997 la producción anual sufrió una disminución, lo cual se debe básicamente al cierre de empresas obsoletas. El aumento del año 1998 y posteriores hasta el 2001 fue debido a la implantación de nuevas empresas con elevada producción, y en los tres últimos años con excepción del 2003, el incremento ha sido mucho más bajo, ya que las empresas que se han creado de nueva planta son mínimas y el cierre de plantas con instalaciones de horno tipo "Hoffman" todavía no se ha producido.

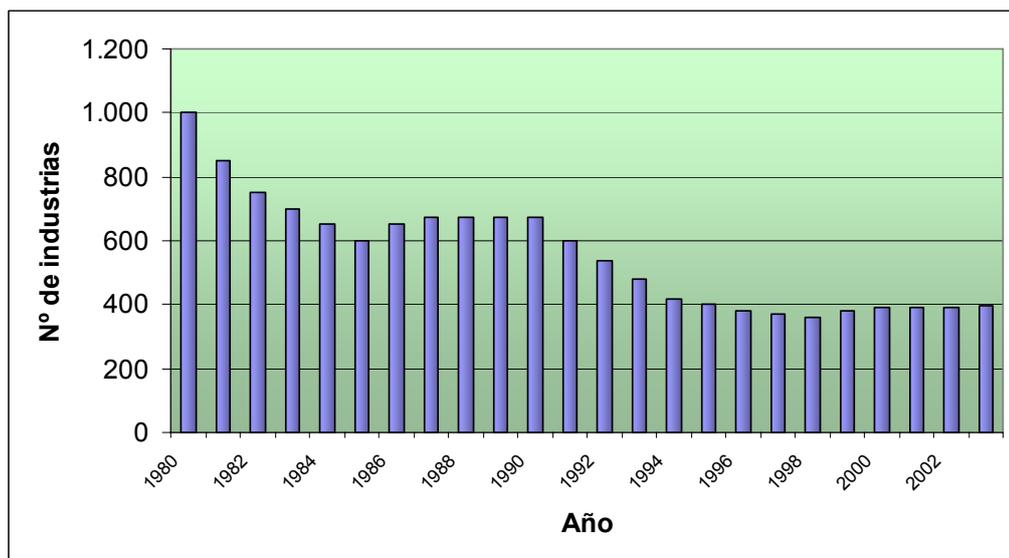


Figura 2.8: Evolución del nº de industrias en funcionamiento

En el año 2004 aumentó la producción de materiales cerámicos de arcilla cocida en 1,4 millones de toneladas, lo que significa un aumento del 5,8% respecto al año anterior.

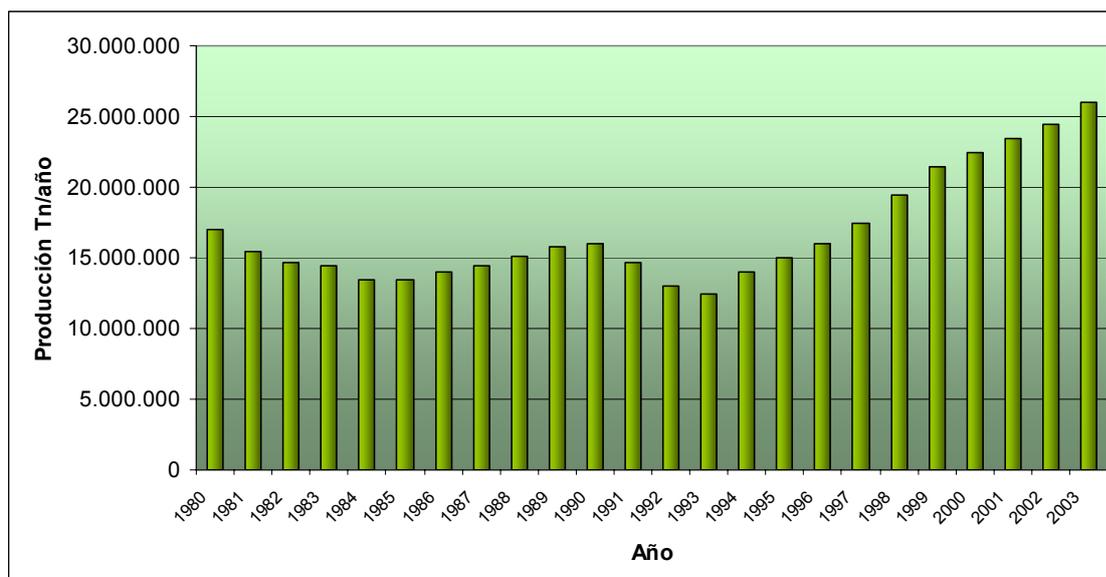


Figura 2.9: Evolución de la producción

La utilización de productos cerámicos (ya sean ladrillos, bloques, tejas, bovedillas, adoquines, celosías u otros) sigue aumentando debido (en buena parte) a la percepción que existe entre los profesionales del sector de la construcción de las singulares cualidades que aporta la cerámica cuando es aplicada a elementos estructurales.

Cabe destacar que las nuevas instalaciones son fundamentalmente de los siguientes productos: teja y ladrillo hueco de gran formato. Durante el 2003 el sector invirtió 110M € en aumentar la capacidad productiva, atendiendo a las buenas perspectivas en la demanda de productos cerámicos, las cuales se han confirmado a lo largo del 2004.

La dependencia del sector de la cerámica estructural con respecto al número de viviendas construidas, se observa fácilmente comparando los datos de la construcción de viviendas.

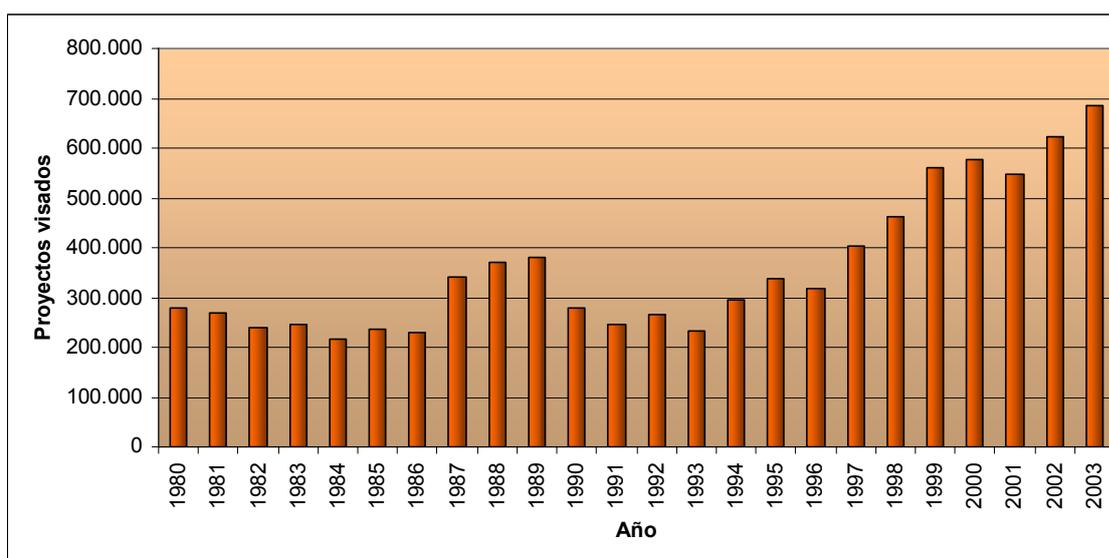


Figura 2.10: Evolución del nº de proyectos visados

Como puede observarse, los proyectos visados han seguido una evolución paralela a la producción de cerámica estructural, sufriendo el mayor ascenso en el año 2003.

Si se comparan los datos con las viviendas iniciadas, se observa todavía una mayor concordancia, donde se refleja que existe un crecimiento continuado a partir de 1994, y un mayor crecimiento tanto de producción de cerámica estructural como de viviendas iniciadas.

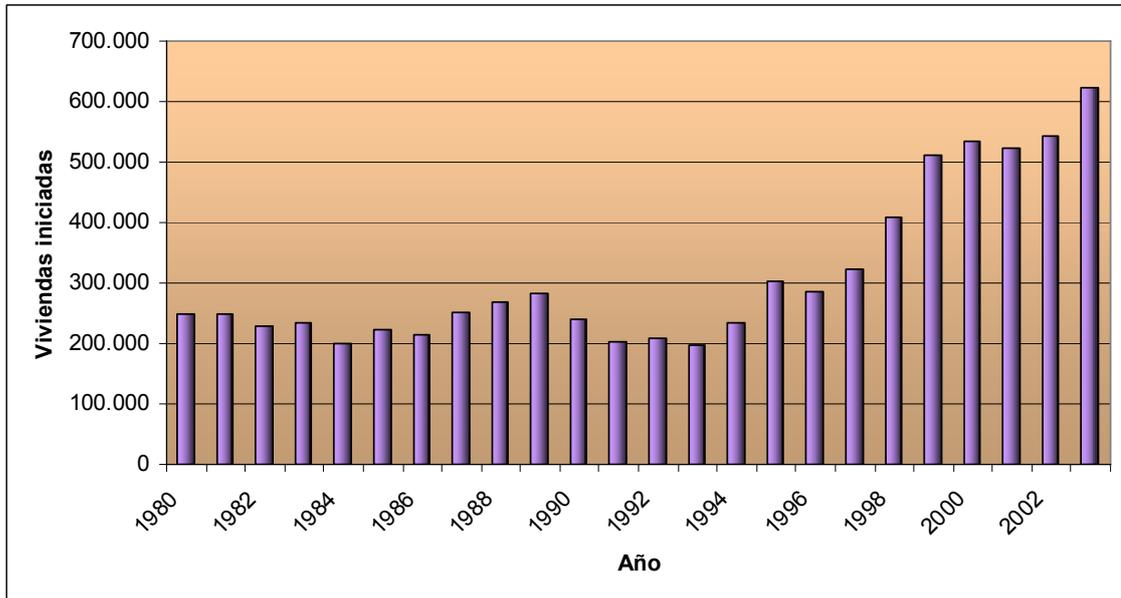


Figura 2.11: Evolución del nº de viviendas iniciadas

Como muestra el siguiente gráfico, el número de viviendas terminadas sufre un aumento continuado a partir de 1997 con una fuerte subida en el 2001.

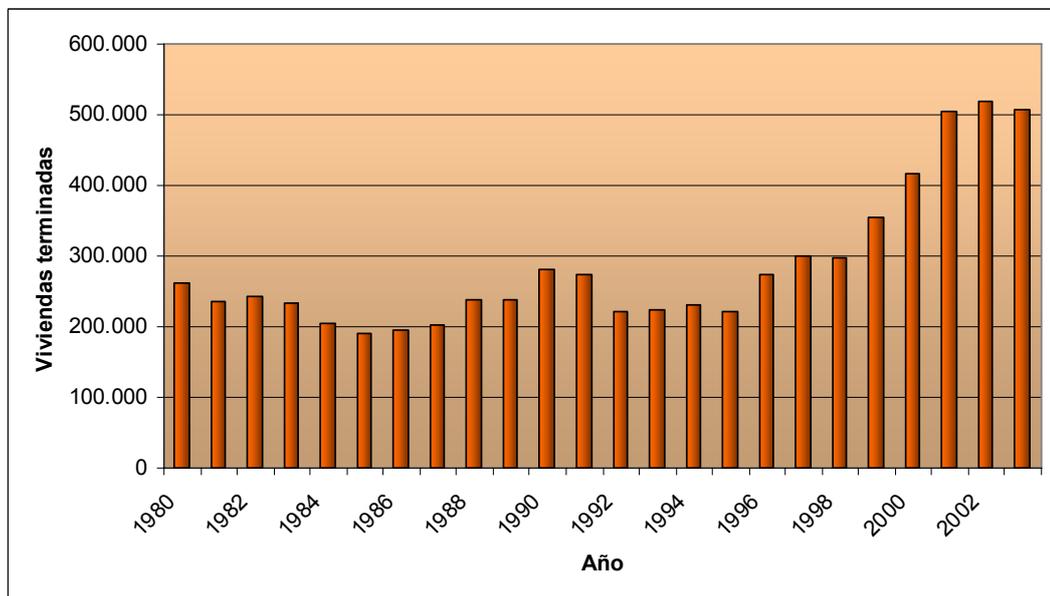


Figura 2.12: Evolución del nº de viviendas terminadas

Costes

En la estructura de costes de la industria de la cerámica estructural española destacan los energéticos y los de personal. A modo de ejemplo, para una fábrica con una producción de 50.000 t/año el coste medio de producción tiene la siguiente distribución.

Tabla 2.2: Costes para una fábrica con una producción media de 50.000 t/año

CERÁMICA ESTRUCTURAL	ESTRUCTURA DE COSTES
Materias primas	8,35 %
Personal	32,65%
E. Eléctrica	10,62%
E. Térmica	25,27%
Carburantes y Lubricantes	1,14%
Embalajes	6,46%
Mantenimiento	7,14%
G. Generales	4,94%
Técnicos	3,43%

Informe Ministerio de Industria

En la actualidad se tiende a la reducción de los costes de producción por medio de cambios en las instalaciones, en lo que se refiere a la reducción del consumo energético, y a la automatización de procesos, en lo que respecta a los costes de personal.

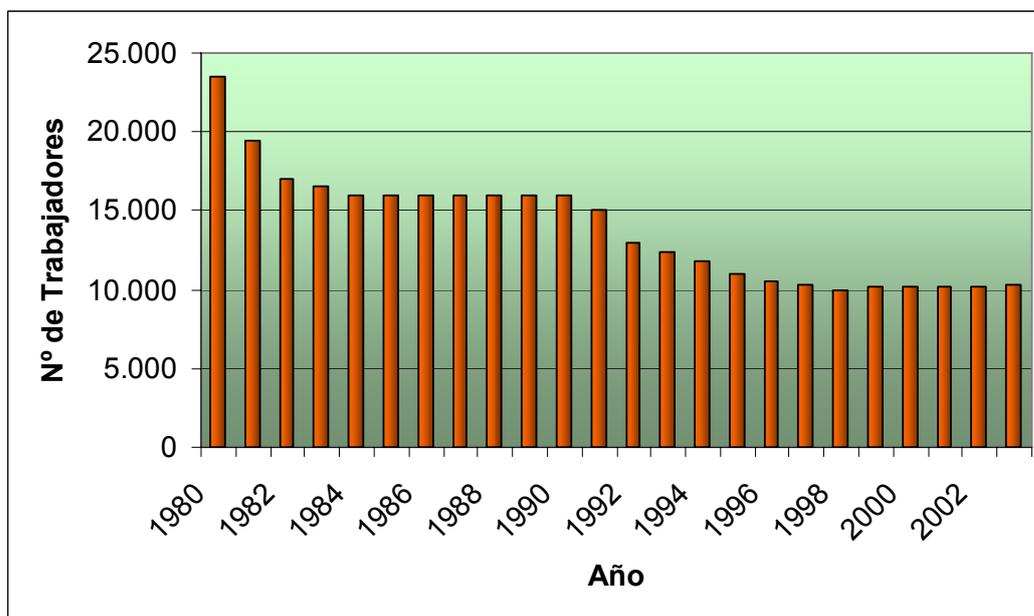


Figura 2.13: Evolución del nº de trabajadores

Asociaciones en España

Los fabricantes de materiales cerámicos de arcilla cocida están agrupados en la Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida (HISPALYT). Dicha asociación fue fundada en 1968 por un reducido número de fabricantes que entendió entonces la necesidad de unir esfuerzos para defender los intereses comunes del sector.

Hoy en día, HISPALYT aglutina a cerca de 225 fabricantes y unos 40 socios adheridos (proveedores de maquinaria y equipos, materias primas, ensayos de laboratorio, asesoramiento técnico, consultoría, etc.).

En la siguiente tabla se muestra un resumen de datos proporcionados por Hispalyt que representan la evolución de las características más importantes del sector en el periodo 1980-2003 (todavía no se dispone de los datos correspondientes al 2004).

Tabla 2.3: Evolución del sector en España

Año	Número de Trabajadores	Número de industrias	Producción x 1000 Tn/año	Viviendas iniciadas	Viviendas terminadas	Proyectos visados
1980	23.500	1.000	17.000	250.000	263.000	280.000
1981	19.500	850	15.500	250.000	236.000	270.000
1982	17.000	750	14.700	228.000	243.000	240.000
1983	16.500	700	14.500	233.000	234.000	245.000
1984	16.000	650	13.500	200.000	204.000	215.000
1985	16.000	600	13.500	222.000	191.000	235.000
1986	16.000	650	14.000	215.000	195.000	230.000
1987	16.000	675	14.500	252.000	202.000	340.000
1988	16.000	675	15.100	269.000	239.000	370.000
1989	16.000	675	15.800	283.000	237.000	380.000
1990	16.000	675	16.000	239.000	281.000	280.000
1991	15.000	600	14.700	204.000	273.000	245.000
1992	13.000	540	13.000	210.000	222.000	264.661
1993	12.400	480	12.500	197.000	223.000	234.083
1994	11.800	420	14.000	233.427	229.824	295.027
1995	11.000	400	15.000	302.881	221.718	337.360
1996	10.500	380	16.000	286.832	274.223	319.456
1997	10.300	370	17.500	322.732	299.058	402.076
1998	10.000	360	19.500	407.380	297.928	460.845
1999	10.200	380	21.500	510.637	355.132	561.261
2000	10.200	390	22.500	533.579	415.793	578.385
2001	10.200	390	23.500	523.747	505.173	549.088
2002	10.200	390	24.500	543.060	519.868	622.979
2003	10.250	395	26.000	622.185	506.349	686.278

Fuente: Hispalyt

2.1.9. Francia

El sector industrial en Francia se encuentra a la vanguardia de la tecnología. En el sector de la construcción y obras públicas, Francia dispone de un importante tejido de empresas de todos los tamaños. El grado de internacionalización de las empresas francesas es asimismo muy notable, debido a que poseen una gran cantidad de filiales en el extranjero. No obstante, continúan existiendo numerosas pequeñas empresas de carácter familiar.

Por lo que al sector público respecta, prosigue el proceso de privatización de las industrias públicas.

El sector de la construcción presenta una producción, ventas e inversiones detalladas en el cuadro adjunto. Como puede observarse, en este sector la inversión es muy elevada respecto a las ventas: 70% para la construcción y 82% para las obras públicas.

Tabla 2.4: Situación del sector de la construcción en Francia

	CONSTRUCCIÓN	OBRAS PÚBLICAS
Ventas	147.800	39.430
Inversión	103.720	32.380
Consumos intermedios	35.080	7.050

En millones de €

Fuente: *Tableaux de l'économie française 2003-2004*

La construcción de viviendas presenta la siguiente evolución:

Tabla 2.5: Evolución del número de viviendas

AÑO	Nº VIVIENDAS
2001	302.243
2002	302.689
2003	314.364

En la construcción residencial, la evolución de viviendas iniciadas registró, a finales de 2003, un aumento del 9%, el más alto desde 1998, tras descender en 2000 y 2001 y apenas mantenerse en 2002. Este dato es muy cercano al de 1999, año que registró el máximo número de viviendas de la última década. Tal número de licencias supone una superficie cercana a los 42 millones de m², un 8.9% más que en 2002. Dicho crecimiento se basó principalmente en las viviendas colectivas (de 2 o más) que progresaron un 10.5%.

Si las cifras de importaciones no han crecido en la misma proporción podría ser debido a que entre la licencia y la construcción existe un desfase de tiempo, que puede alcanzar varios meses entre la obtención del permiso y la ejecución de la obra.

Si hasta 1994 la vivienda colectiva representaba la mayor parte de la construcción nueva, a partir de 1995 la tendencia se invirtió hasta el punto que en la actualidad la vivienda individual constituye el 65% del total.

Esta evolución positiva ha sido fomentada sobretodo, por una política gubernamental que ofrece ventajas fiscales.

Con excepción del año 2000 debido a las fuertes tormentas que azotaron Francia, la obra nueva constituye el 52% del valor de mercado, por encima de los trabajos de renovación que forman el 48% restante.

En los siguientes gráficos se incluye la evolución de las licencias otorgadas y las iniciadas desde 1999, así como los datos sobre la superficie otorgada y aquella realmente creada.

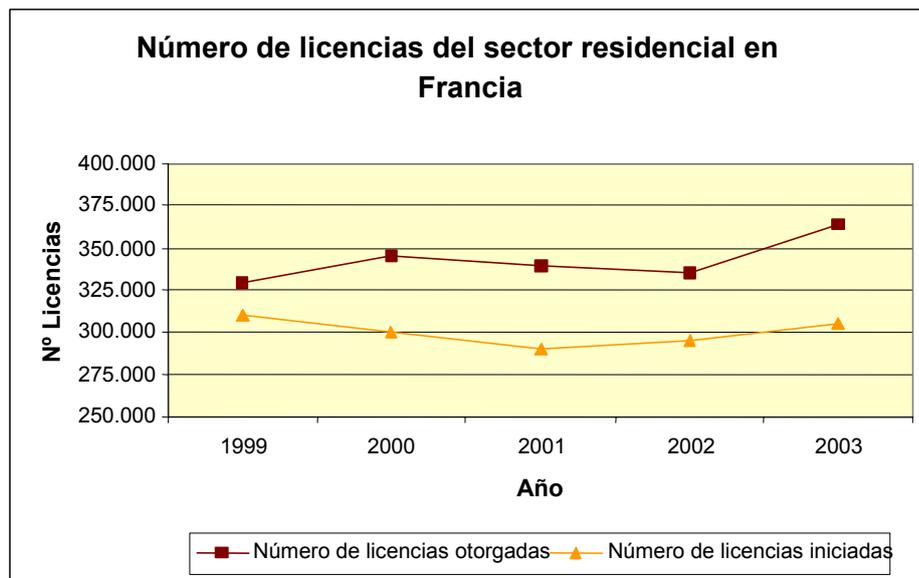


Figura 2.14: Evolución del número de licencias del sector residencial en Francia

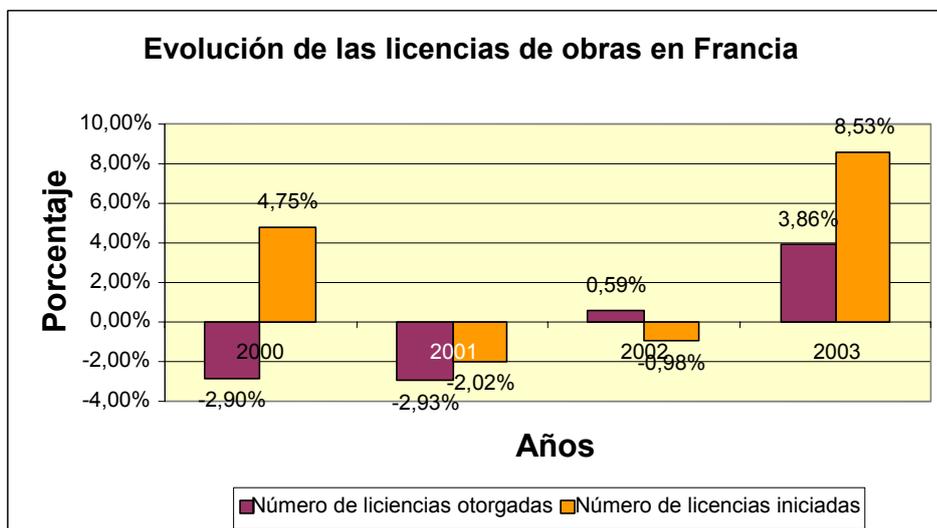


Figura 2.15: Evolución del número de licencias otorgadas e iniciadas del sector residencial

La superficie media de las viviendas se mantuvo estable en líneas generales y tan sólo progresó en las viviendas individuales.

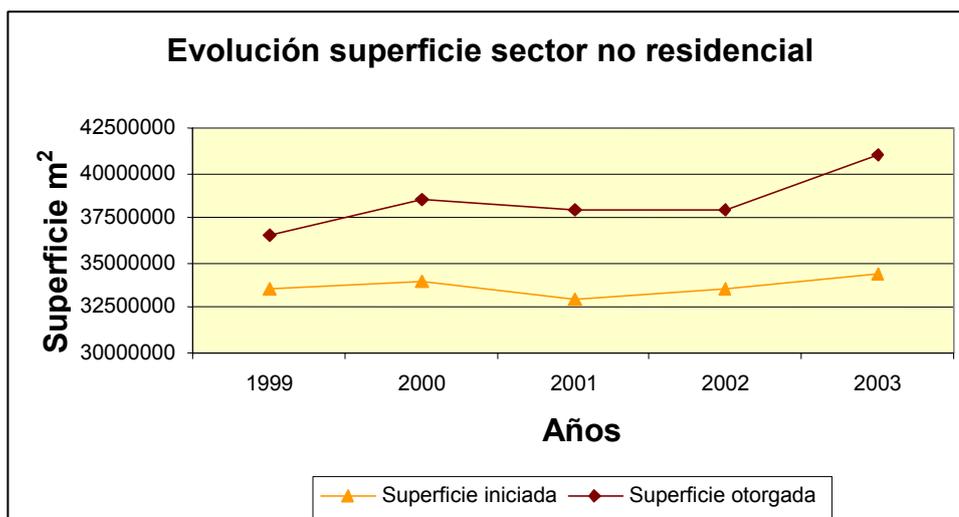


Figura 2.16: Evolución de superficie construida otorgada e iniciada en m²

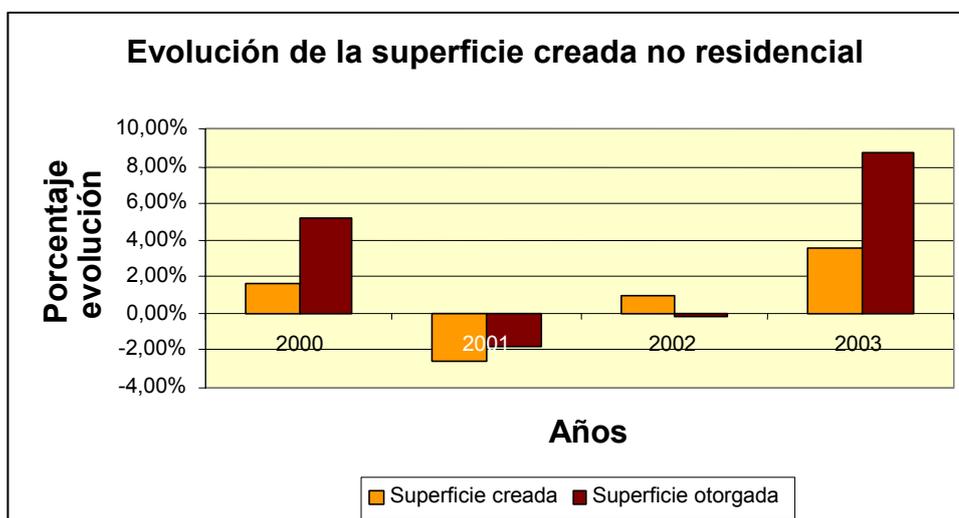


Figura 2.17: Evolución de la superficie creada y otorgada no residencial en porcentaje respecto al año predecesor

Por último y según datos de la Federación Francesa de la Construcción, el sector de la construcción se ve favorecida por distintos factores:

1. **Necesidad de vivienda:** según las últimas estimaciones del INSEE (Instituto de Estadísticas y Estudios Económicos). Desde hace más de 20 años, el número de viviendas construidas es inferior a la necesidad real.
2. **Necesidad de mantenimiento, renovación y reconstrucción de inmuebles:** tanto las viviendas sociales como las viviendas alquiladas se están degradando.
3. **Necesidad de equipar sectores empresariales:** la necesidad de las empresas es elevada, ya que la mayoría (entre el 50% y el 80%) contratan a profesionales para realizar sus trabajos de mantenimiento.

2.1.10. Grecia

Uno de los aspectos más destacables de la economía griega es la importancia de la construcción en cuanto a su participación en el valor añadido total.

Ésta ha supuesto en Grecia el 7,5% del valor añadido total y un crecimiento importante en los últimos años.

El sector de la construcción goza de una coyuntura favorable. La adjudicación a Atenas de los juegos olímpicos de 2004, promovió el consumo de materiales de construcción entre los cuales se encontraban en importante proporción los productos de cerámica estructural.

Grecia es un país en el cual el sector de la cerámica estructural está dominado por la importación y en el cual se prevé que la demanda se incremente en el futuro.

2.1.11. Israel

El conjunto del sector industrial (incluida la construcción) supone el 31% de la economía del país. Aunque tradicionalmente el Gobierno y los sindicatos tuvieron un papel fundamental en su desarrollo, la situación hoy es muy diferente y la economía se encuentra bastante liberalizada.

Tienen gran importancia las pequeñas y medianas empresas, que suponen el 37% de la producción. Es también destacable la gran atención prestada a la investigación y el desarrollo tecnológico, con un nivel de gasto relativo que se sitúa entre los primeros del mundo.

Es especialmente importante el mercado de cerámica en Israel con una importante importación de 68,816 €, y una exportación considerablemente menor de 1,053 €. Lo cual la hace principalmente consumidora de estos productos. No pudiendo abastecerse con la propia producción.

2.1.12. Italia

El balance de los resultados de la economía italiana de los últimos años recoge un crecimiento de la construcción aunque se observa una desaceleración arrastrada desde el 2000.

Según datos facilitados por la Asociación Nacional de Constructores (ANCE) la inversión en la industria de la construcción alcanzó los 107.400 millones de euros, evidenciando un incremento respecto del año precedente del 6,3% en valor.

En cuanto a la construcción residencial se refiere, según datos de la misma asociación, la inversión en construcción residencial alcanzó la cantidad de 58.433 millones de euros durante el 2002. En comparación con años anteriores, hubo un incremento del 6,7% en términos de valor (inflación incluida) y 2,5% en cantidad (0,9% según el Istat) gracias a la dinámica positiva registrada en la construcción de viviendas como a la revalorización de inmuebles. Por otro lado, y en referencia a las viviendas de protección oficial, cae notablemente la demanda de viviendas de este tipo, mientras que aumenta la construcción privada. Así, según datos del Banco Central Italiano (Banca de Italia) los préstamos generados con destino a la adquisición de vivienda pasaron de 29.200 millones de euros en el 2001 a 36.900 millones de euros en el 2002 (un 26,4 por ciento más), y para la renovación y restauración de viviendas se pasó de 15.100 millones en 2001 a 16.300 millones de euros en el 2002.

Tabla 2.6: Evolución del sector de la construcción

AÑOS	Construcción residencial			Construcción no residencial				
	Nueva Construcción		Ampliaciones	Nueva Construcción		Ampliaciones	Viviendas	
	N.	Volumen	Volumen	N.	Volumen	Volumen	Total	De las cuales en construcción residencial
1996	35.348	65.946	10.588	20.884	81.430	31.191	155.078	150.276
1997	32.212	60.536	9.668	17.726	63.887	27.096	144.597	140.528
1998	28.455	56.268,5	9.220	16.613	67.444	29.864	136.650	132.890
1999	29.705	62.080	9.434	17.089	81.616	33.718	151.652	147.397
2000	33.065	67.126	9.263	17.185	94.165	31.552	162.407	158.442
2001	32.435	68.735	8.683	16.787	100.652	33.700	167.541	163.542

Fuente: ISTAT

La tasa de crecimiento anual de la construcción, refleja una disminución progresiva en los últimos años.

Tabla 2.7: Tasa de crecimiento anual de la construcción en Italia

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE LA CONSTRUCCIÓN EN ITALIA						
	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Tasa de crecimiento anual	5,1	5,6	4,8	1,6	-0,3	-1,2

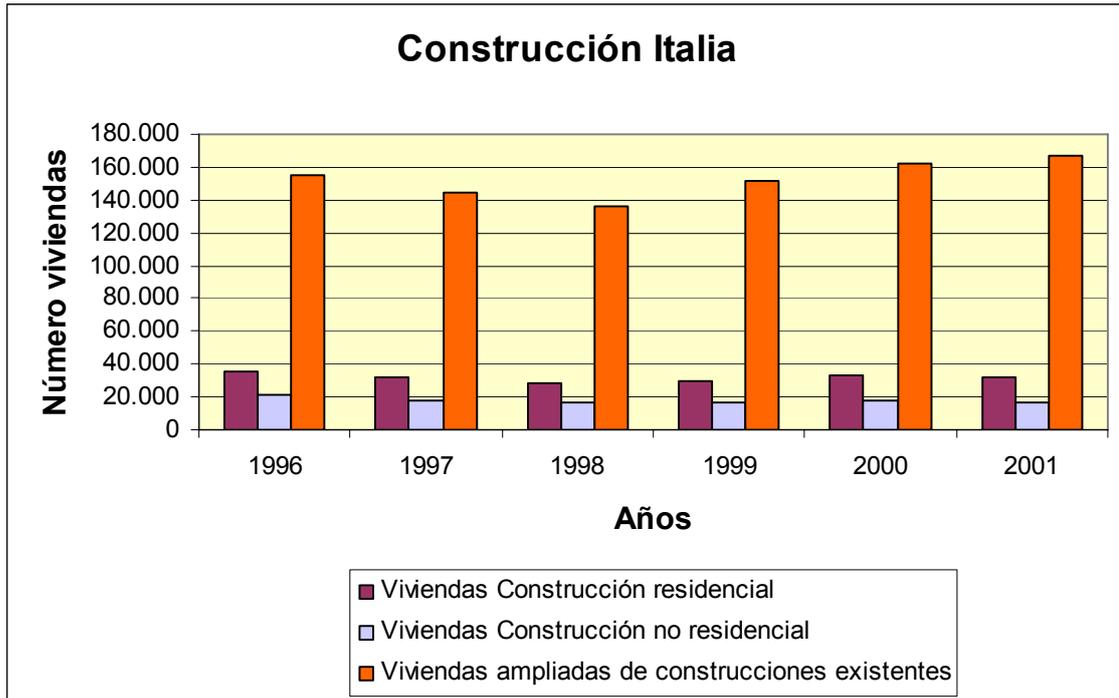


Figura 2.18: Evolución de Viviendas de construcción residencial, no residencial y ampliada

Italia es el principal productor de cerámica mundial alcanzando una participación en la producción del 15,3%. La misma aunque significativa, muestra una leve disminución pasando de la cuota mundial de producción en 1995 al 15,3% en el año 2000. No obstante, el volumen de producción ha seguido una tendencia creciente.

Actualmente el sector se encuentra en un proceso de concentración disminuyendo el número de sociedades debido a fusiones, compras y acuerdos.

De acuerdo con las últimas estadísticas, los principales países exportadores en volumen son Italia con una participación mundial del 40,8%. Que junto con España concentran el 67,2% de la exportación mundial.

Italia observa una leve disminución en la participación en el comercio mundial (del 45,7% en 1994 al 40,8% en 1999) a pesar que sus exportaciones crecieron significativamente (de 324 millones de m² en 1994 a 416 millones en 1999).

Tabla 2.8: Exportaciones Italianas de productos Cerámicos (en millones de euros)

PAÍS DE DESTINO	1998	1999	2000	2001	PARTICIPACIÓN SEGÚN AÑO 2001
Alemania	651	589	511	463	16,6%
Estados Unidos	349	410	478	462	18%
Francia	377	374	358	364	14,1%
Reino Unido	71	70	69	82	3,1%
Austria	103	93	83	79	3%
Grecia	89	79	74	76	2,9%
Suiza	68	69	64	70	2,7%
Holanda	68	65	60	61	2,3%
Polonia	78	76	71	61	2,3%
Australia	69	64	61	42	1,6%
Resto del Mundo	875	786	788	972	33,4%
Total	2.800	2.677	2.598	2.565	100%

Fuente: Informe Fundación Exportar

El número de ventas totales del sector cerámico Italiano refleja un descenso debido a la disminución de ventas en el propio país, con una pérdida de mercado interno del 11,4%.

Tabla 2.9: Ventas del sector

	AÑO 2003	AÑO 2002	VAR. %
Número de empresas	173	173	0
Ventas totales (mill. €)	1.402,4	1.452,5	-3,4%
Ventas en Italia (mill. €)	428,5	484,0	-11,5%
% ventas en Italia sobre ventas totales	30,6%	33,3%	—
Ventas al exterior (mill. €)	974,0	968,5	+0,6%
% ventas al exterior sobre ventas totales	69,4%	66,7%	—

Durante el 2002, la producción total aumentó un 3,5 por ciento, llegándose a los 18,7 millones de toneladas.

Analizando en profundidad la evolución pormenorizada de los productos de cerámica estructural, se aprecia un aumento en el uso de materiales en ladrillo para albañilería y construcción, así como la producción de ladrillo hueco para tabiques el cual ha crecido un 3,1% en los últimos años, recuperando cuota de mercado frente a otros tipos de materiales como el cartón-yeso. También se registró un aumento considerable de la producción de materiales forjados con un 9,67%.

Sin embargo las rasillas disminuyeron su producción un 9,4% quedándose la producción en 600 mil toneladas.

Otro segmento con un comportamiento estable, es el de los materiales de recubrimiento, los cuales experimentaron un aumento en conjunto de sólo el 0,08%.

2.1.13. Líbano

La guerra civil 1975-1991 dañó seriamente la industria y el comercio. Tras ésta el gobierno central promovió la restauración de las actividades. La recuperación económica se produjo en gran medida gracias a las pequeñas y medianas empresas. El gobierno espera que la reconstrucción anime a una recuperación más amplia.

La economía del Líbano y los mercados están principalmente representados por el sector privado, el cual contribuye a alrededor de 75% de demanda global.

Antes del conflicto, el sector de la construcción había sido siempre importante, con una parte substancial de la actividad concentrada en Beirut, donde las necesidades de viviendas de la población urbana creciente de la ciudad se tenían que cubrir.

Tras el conflicto del Líbano, se ha producido un nuevo aumento significativo en la construcción. Los proyectos de construcción son financiados principalmente por participaciones en el capital social. Desde 1991 este sector ha crecido enormemente.

Las ciudades de montaña y los pueblos cerca de Beirut con la creciente actividad turística también requieren materiales para construcción para hacer frente a la demanda.

La industria y el comercio de la cerámica estructural ocupa un lugar destacado en la producción industrial general. Con una exportación de 5,152,859 € de la cerámica. Y una importación de 46,429,889 €.

2.1.14. Libia

La economía de Libia está dominada por el sector hidrocarburos que aporta del 20% al 25% del PIB, el 50% de los ingresos públicos y del 90% al 95% de los ingresos por exportación. El otro sector importante es el de la construcción (obras públicas y vivienda).

El peso del sector público es muy grande en toda la actividad productiva. Aunque las autoridades desean disminuirlo y potenciar las empresas privadas o cooperativas.

Debido a que su economía se fundamenta en los ingresos derivados del petróleo, la aguda caída de los precios petroleros durante el año 1998 afectó sensiblemente su desarrollo económico.

Sin embargo, el sector de la construcción, que supone el 20% del PIB, se ha expandido, y con él los sectores que les proporcionan materiales entre los cuales se incluye el sector cerámico.

2.1.15. Malta

La economía maltesa está orientada principalmente hacia el turismo, la agricultura y los servicios, siendo la Unión Europea su principal socio comercial.

Con una población cerca de 400.000 habitantes, Malta cuenta con un mercado interior y producción limitada. Como contrapartida, la ubicación geográfica de la isla le confiere una situación estratégica para el comercio exterior.

La ventaja competitiva de Malta como exportador se debe no solo a la proximidad a los grandes mercados sino también a su buena reputación de producción de calidad, la confianza y el trabajo y los gastos de explotación bajos en lo referente a niveles de Europa occidental.

La reexportación de productos supone el 10% de las exportaciones totales de Malta.

La producción de cerámica estructural es muy escasa.

2.1.16. Marruecos

El sector industrial en Marruecos es relativamente pequeño, representa un 30% del PIB.

El sector de la construcción y de obras públicas es así mismo importante por la mano de obra que emplea y su aportación al PIB representa el 4,9%.

Dentro del sector industrial, el sector de la cerámica estructural representa una parte muy pequeña. Debe destacarse que la producción de cerámica de Marruecos, es consumida prácticamente en su totalidad en el propio país, necesitando importar productos cerámicos para cubrir la demanda interna del país.

En los primeros meses del 2005, Marruecos ha llevado a cabo una intervención de carácter proteccionista respecto al sector cerámico con la finalidad de proteger el propio mercado interior de las importaciones que realiza. Las principales importaciones de Marruecos proceden de España (un 60%), del cual se importa un producto de mayor calidad y por tanto de precios más elevados que los de Marruecos, por lo que no existe competencia con los productos fabricados en Marruecos.

Sin embargo, el aumento de las importaciones de origen chino y los bajos precios a los que se están vendiendo los productos cerámicos, podría representar una nueva competencia para las empresas locales.

2.1.17. Mónaco

Mónaco, situado en la costa del Mediterráneo francés, es un lugar popular que basa su economía en el sector turístico.

El Principado se ha diversificado con éxito a los sectores de los servicios y al de la pequeña industria de alto valor añadido y no contaminante. La industria de cerámica estructural es inexistente en este país, por lo que el material cerámico necesario para la construcción es importado de otros países, principalmente del arco mediterráneo.

2.1.18. Siria

Siria es un país en desarrollo con unos ingresos intermedios. Pese a ello, su economía está diversificada.

Durante 1960, debido a su ideología de estado socialista, el gobierno nacionalizaba la mayor parte de las empresas importantes y adoptaba políticas económicas diseñadas para abordar disparidades regionales y de clase. Esta herencia de intervención todavía obstaculiza el crecimiento económico; aunque el gobierno ha empezado a revisar muchos de estas políticas, especialmente el régimen comercial del país.

El comercio ha sido siempre importante para la economía Siria, que se beneficia de la situación del país a lo largo de rutas comerciales al este occidental. Pese a ello, la industria del sector cerámico no es una de las principales fuentes de ingreso del país, el cual da más peso a las conservas e industria pesada moderna.

2.1.19. Túnez

En este país, el sector industrial en general está relativamente diversificado y ha crecido a ritmo elevado en el transcurso de la última década, entre un 4,5% y un 10%.

La industria tunecina, orientada fundamentalmente hacia la exportación, está formada por numerosas PYMEs de propiedad familiar y grandes empresas públicas, predominantes en determinadas ramas como son las relacionadas con la construcción entre las que se encuentran la de la cerámica estructural, aunque el peso del sector público ha disminuido bastante durante los últimos años.

El fomento de la inversión industrial es competencia de dos agencias públicas especializadas.

2.1.20. Turquía

Turquía es un país con una importante base industrial que supone el 25,6% del PIB, aunque el sector de la construcción es responsable tan sólo del 3,6%.

Este sector ha sido tradicionalmente importante, pero la fuerte crisis de los últimos años le ha afectado especialmente, provocando que su participación en la actualidad en el PIB sea tan sólo de un 3,6%, debido a una reducción en los proyectos de infraestructura y en la demanda de vivienda residencial.

La construcción, es una de las industrias importantes de Turquía, con una creciente proyección internacional.

El peso del sector público en sectores estratégicos de la economía del país es todavía importante. En la actualidad se está desarrollando un programa de privatizaciones bastante ambicioso, que incluye grandes empresas estatales. Se ha avanzado bastante en este proceso, aunque de una forma más lenta de lo esperado, estando aún pendiente la privatización de alguna de las grandes empresas estatales.

2.2. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR

2.2.1. Materias primas utilizadas

La materia prima principal del proceso de fabricación de la cerámica, es la arcilla. Existe una gran variedad de arcillas utilizadas en la fabricación de cerámica estructural, las diferencias se reflejan en su composición química que afecta directamente en las propiedades físico-químicas de los productos obtenidos y en las emisiones residuales, generadas durante todo el proceso.

Muchas industrias del sector disponen de una cantera propia de donde extraen la arcilla de naturaleza determinada, y esto provoca que se adapten las técnicas utilizadas en la producción dependiendo de la composición de la materia prima.

Como roca industrial, la propiedad más importante de la arcilla común, y la que determina muchas veces su posible uso, es la plasticidad una vez amasada con agua. Por otro lado el contenido en Hierro, Titanio y Manganeso determina el color de la arcilla cocida.

Otras propiedades a tener en cuenta son la resistencia mecánica en crudo, la temperatura de sinterización y la contracción en el secado y durante la cocción.

Teniendo en cuenta estas características, las tres clases de arcillas más utilizadas en la fabricación de cerámica estructural son las caoliníticas, las illíticas y las montmorilloníticas o esmectíticas.

2.2.1.1. Arcillas caoliníticas (blancas)

Los tamaños de grano de la caolinita son sensiblemente mayores que los que corresponden a otras clases de arcilla. Como consecuencia de esta granulometría, las arcillas caoliníticas presentan una plasticidad algo baja, pero secan con rapidez y sin problemas a causa de su mayor porosidad en seco. Este tipo de porosidad es también la causa de su baja resistencia mecánica a flexión en seco que suele oscilar entre los 10 y 30 kg/m².

En el caso que el contenido en óxido de hierro de la arcilla sea bajo, después de la cocción suelen presentar un color blanco amarillento, por el contrario, si su contenido en FE_2O_3 es elevado, dan color rojo.

El bajo contenido en bases alcalinas, K_2O y Na_2O , es la causa de que en la cocción se deban alcanzar temperaturas más elevadas que pueden llegar a los 1.200 °C en este tipo de arcillas.

2.2.1.2. Arcillas montmorilloníticas o esmectíticas

En general la utilización de este tipo de arcilla predice una humedad de moldeo elevada, un secado largo y problemático y una elevada resistencia mecánica en seco.

Las arcillas montmorilloníticas o esmectíticas presentan la característica de tener una gran tendencia a la rehidratación, aspecto que contribuye a dificultar la eliminación de la última humedad durante el secado. Además esta arcilla presenta una extraordinaria finura granulométrica (normalmente de unas 0,5 micras).

Por otro lado, como ventaja principal de este tipo de arcilla es que en cocción vitrifica a temperatura relativamente baja (entre 800 y 900 °C) y, como producto final se obtiene un material de color rojo que presenta baja porosidad y una alta resistencia mecánica.

2.2.1.3. Arcillas illíticas

La illita presenta un comportamiento intermedio entre la caolinita y la montmorillonita, se la puede considerar como el punto de equilibrio en la mayoría de las características. En general no presenta problemas de secado y su resistencia mecánica a flexión en seco oscila entre los 40 y 60 kg/cm², lo cual permite una buena manipulación de las piezas secas sin problemas de roturas. Durante la cocción esta arcilla se caracteriza por una vitrificación bastante rápida a partir de los 800 °C a causa de su alto contenido en K_2O .



Imagen 2.1: Arcilla utilizada en el proceso de fabricación de cerámica

2.2.2. Materias auxiliares

En algunas empresas del sector, es usual que la arcilla molida sea mezclada con distintos aditivos según los requerimientos de calidad del producto final. Usualmente, los más utilizados son:

- Arena
- Carbonato de bario
- Chamota
- Orujo
- Carbonato cálcico micronizado
- Poliestireno

En este caso normalmente se añaden estos productos durante el proceso de molienda de la arcilla ya que, de esta manera se consigue que la mezcla total tenga el mismo tamaño de grano.

2.2.3. Principales combustibles utilizados

En la fabricación de productos cerámicos, a nivel de los países Mediterráneos existe una gran variedad de combustibles utilizados en las distintas fases del proceso en función de diferentes factores como pueden ser, el precio, el rendimiento energético y ambiental, la disponibilidad...

En el apartado 6 del presente manual se analizan sus características químicas junto a las principales ventajas y desventajas de la utilización de cada uno de los combustibles aquí mencionados.

Se describen a continuación los más utilizados en el sector:

2.2.3.1. Gas natural

Se trata de uno de los combustibles actualmente más generalizado en el sector de la cerámica estructural en los países del Mediterráneo donde existe la infraestructura necesaria para su transporte. El gas natural se puede llevar desde los yacimientos hasta los lugares de consumo, mediante tuberías de gas denominadas gasoductos, o bien (en caso de largas distancias) en estado líquido mediante barcos metaneros o camiones cisterna con gas a muy baja temperatura.

En la industria cerámica, este combustible se consume mediante canalización, esto implica que en los lugares donde la infraestructura necesaria no existe, hace muy difícil la utilización de este combustible, siendo éste su principal inconveniente.

En el proceso de fabricación de productos cerámicos se utiliza tanto en los hornos de cocción como en los secaderos.

En general, los quemadores de gas natural en los hornos son de tipo vertical y se presentan repartidos en dos filas de boquillas. Estos quemadores están dotados de una elevada velocidad, y esto permite el flujo turbulento de aire caliente en el interior del horno, consiguiendo tanto la uniformidad de temperatura a diferentes alturas del horno como la desaparición del peligro de roturas del material en la fase de precalentamiento.

Además debido a que proporcionan una distribución uniforme del calor hacen que su uso sea apropiado para la zona de preparación, ya que en esta zona aparece el punto más crítico del ciclo de cocción.

2.2.3.2. Coque de petróleo

Se trata de un subproducto sólido que proviene de la destilación del petróleo, catalogado como combustible. Su uso como combustible en el sector cerámico se está implantando de forma rápida debido sobretodo a dos factores, su precio y su eficiencia energética. Se puede utilizar en los hornos de cocción como único combustible o mezclado con otros (usualmente con gas natural, pero también con fuel) que es como se obtienen mejores resultados. También se utiliza para la mezcla con las arcillas.



Imagen 2.2: Horno cerámico con quemadores de alimentación mixta de fuel y coque micronizado

El primer país productor de coque de petróleo es Estados Unidos. En España se empezó a consumir hace unos 25 años y sustituyó el consumo de carbón, de hecho es el segundo país consumidor de coque de petróleo del mundo por detrás de Estados Unidos aunque se está extendiendo a otros países como por ejemplo Marruecos.

El coque de petróleo se consume como combustible también en otros países del Mediterráneo como Francia, Italia, Marruecos, Túnez... ya que se utiliza comúnmente en la fabricación de cemento.

Coque micronizado

En la búsqueda de combustibles más eficientes para el sector, se desarrolla el coque micronizado. A través de la aplicación de un proceso industrial de molienda, se consigue disminuir el tamaño medio de partícula consiguiendo que el 90 % se encuentre por debajo de 90 micras, aportando las mejoras siguientes respecto al coque de petróleo convencional:

- Se elimina la humedad del producto (en general inferior al 0,5 %)
- Ofrece una granulometría más homogénea que permite un mejor control del horno
- Tiene un mayor PCI (poder calorífico inferior)

Su utilización es bastante reciente, aproximadamente desde el año 2000 y España es el único país que consume este producto en el sector cerámico (aproximadamente un 10 %) aunque, dadas sus ventajas respecto al coque de petróleo convencional, se está empezando a extender a otros países.

2.2.3.3. Fuel

Es un líquido espeso y oscuro que se utiliza para los hornos industriales y para calefacción. Como su temperatura de inflamación es elevada, es difícil mantener su combustión, por lo cual es necesario calentarla previamente, y cuando las condiciones de su combustión no son las adecuadas se produce emisión de gases negros con una elevada carga contaminante.

Es el combustible líquido más económico.

El Fuel como combustible en el sector cerámico tiende a disminuir debido a la complejidad de su uso y a su baja eficiencia económica, aunque existen países del Mediterráneo que todavía lo utilizan en su proceso.

El fuel se utiliza normalmente en los hornos de cocción.

2.2.3.4. Carbón

Los tipos de carbón más usuales en el sector son las hullas y las semiantracitas. Algunos países todavía utilizan este combustible aunque su rendimiento energético y sus características ambientales están provocando que su utilización esté disminuyendo progresivamente. Se consume en los hornos en el proceso de cocción del material.

2.2.3.5. Biomasa

Es un producto muy solicitado en el sector debido a sus ventajas ambientales respecto a los combustibles fósiles ya que, para los países incorporados dentro del convenio marco de reducción de emisiones de efecto invernadero, se considera que su factor de emisión es cero, y por lo tanto neutro en cuanto a emisiones de CO₂, esto ha hecho que su demanda aumente de forma progresiva, con el consecuente aumento de precio.

Su elevado precio junto con una disponibilidad intermitente, provoca que su uso sea muy irregular en el sector.

Su aplicación habitual es como combustible en los secaderos aunque también se utiliza para la mezcla de las arcillas.

Los tipos de biomasa más extendidos en el sector de la cerámica estructural de los países del Mediterráneo son:

- Orujo de aceituna
- Orujo de uva
- Cáscara de fruto seco

Por otro lado, cabe destacar que se están estudiando otras alternativas relacionadas con la valorización de subproductos, que puedan utilizarse directamente o en mezcla con otros combustibles en el proceso de fabricación de productos cerámicos estructurales. Un ejemplo de esto son los lodos de depuradora, residuos urbanos, biomasa forestal....

2.2.4. Diagrama de flujo

En el siguiente gráfico se representa el diagrama de flujo del proceso de fabricación de productos cerámicos estructurales, donde el proceso se sitúa en la parte central y las entradas y salidas al proceso en las zonas izquierda y derecha respectivamente. La descripción en detalle de cada uno de los apartados se realiza en el apartado 4 de este manual.

Por otro lado se representan los aspectos ambientales asociados tales como consumos e impactos generados sobre el ambiente.

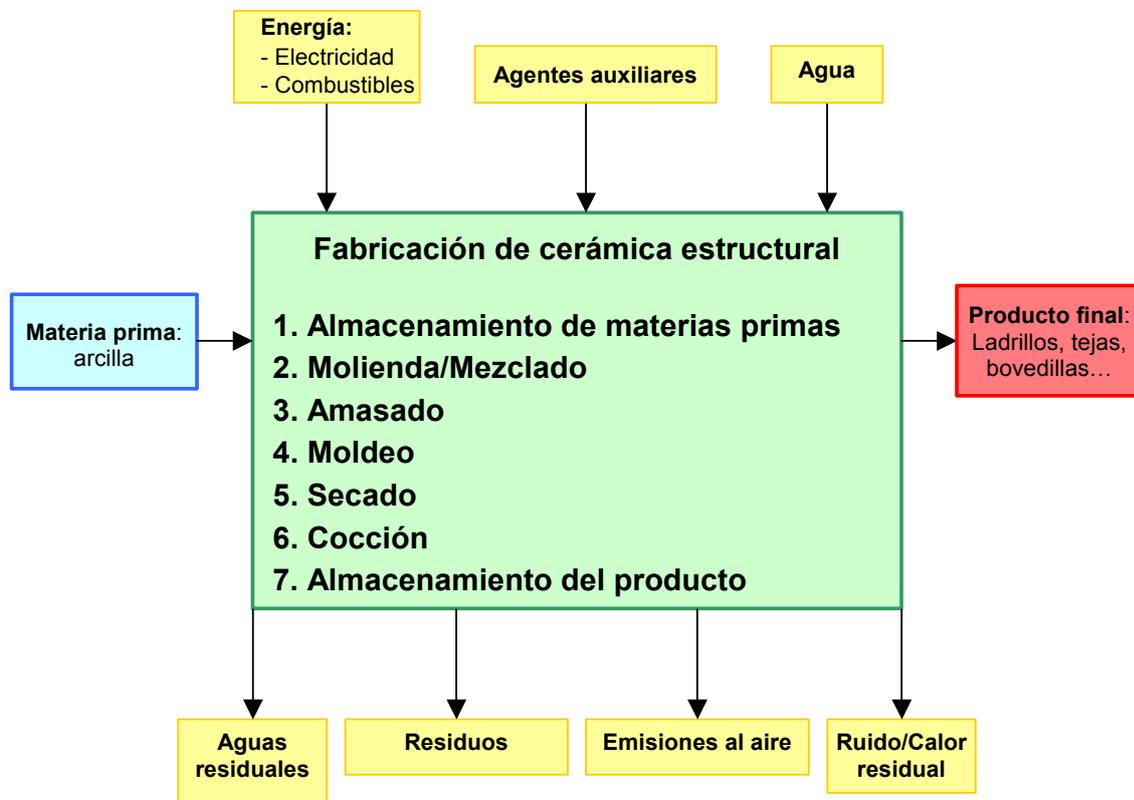


Figura 2.19: Diagrama de flujo de la fabricación de productos cerámicos

3. FASES DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS CERÁMICOS

En este capítulo se describen los diferentes procesos productivos de la fabricación de cerámica estructural, indicando las tecnologías aplicadas así como los aspectos e impactos ambientales derivados.

En cada uno de los apartados se analizan tres aspectos diferentes:

- Explicación del **proceso**
- Tecnologías asociadas**
- Diagrama de flujo con las entradas y salidas al proceso y sus **aspectos ambientales**:

La estructura general de los diagramas de flujo representados para cada proceso es la siguiente:

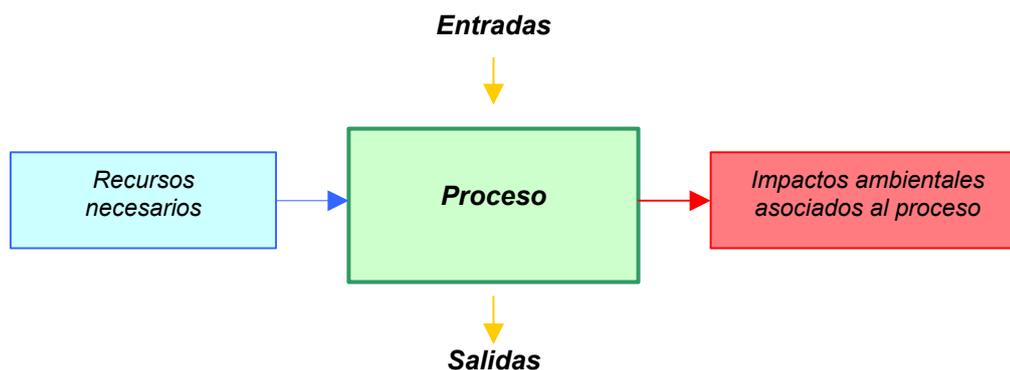


Figura 3.1: Estructura general del diagrama de flujo de un proceso

Al final del capítulo se incluye una tabla resumen con los procesos considerados y sus impactos ambientales, además se realiza una evaluación cualitativa de cada uno de ellos en función de su importancia relativa respecto al proceso global de producción.

Se ha establecido un criterio de clasificación de tres niveles de importancia, A, B, C cuyo significado es el siguiente:

Tabla 3.1: Criterios de evaluación de los aspectos ambientales

Nivel A	Aspecto con un impacto ambiental muy significativo
Nivel B	Aspecto con un impacto ambiental moderado
Nivel C	Aspecto con un impacto ambiental poco significativo

Esta valoración es de carácter orientativo y tendrá que ser examinada en cada caso particular, en función de la tecnología que esté utilizando la empresa y de cómo lleve a cabo el proceso.

Estos criterios serán mantenidos en las distintas valoraciones que se realizan en el presente manual.

3.1. ESQUEMA GENERAL

El proceso de fabricación de cerámica estructural puede ser diferente en cada empresa, en función de los parámetros indicados en los puntos anteriores de este manual. No obstante, el caso más general, es el que aquí se ha detallado, indicando cada uno de los procesos involucrados e identificando los impactos medioambientales asociados a cada uno.

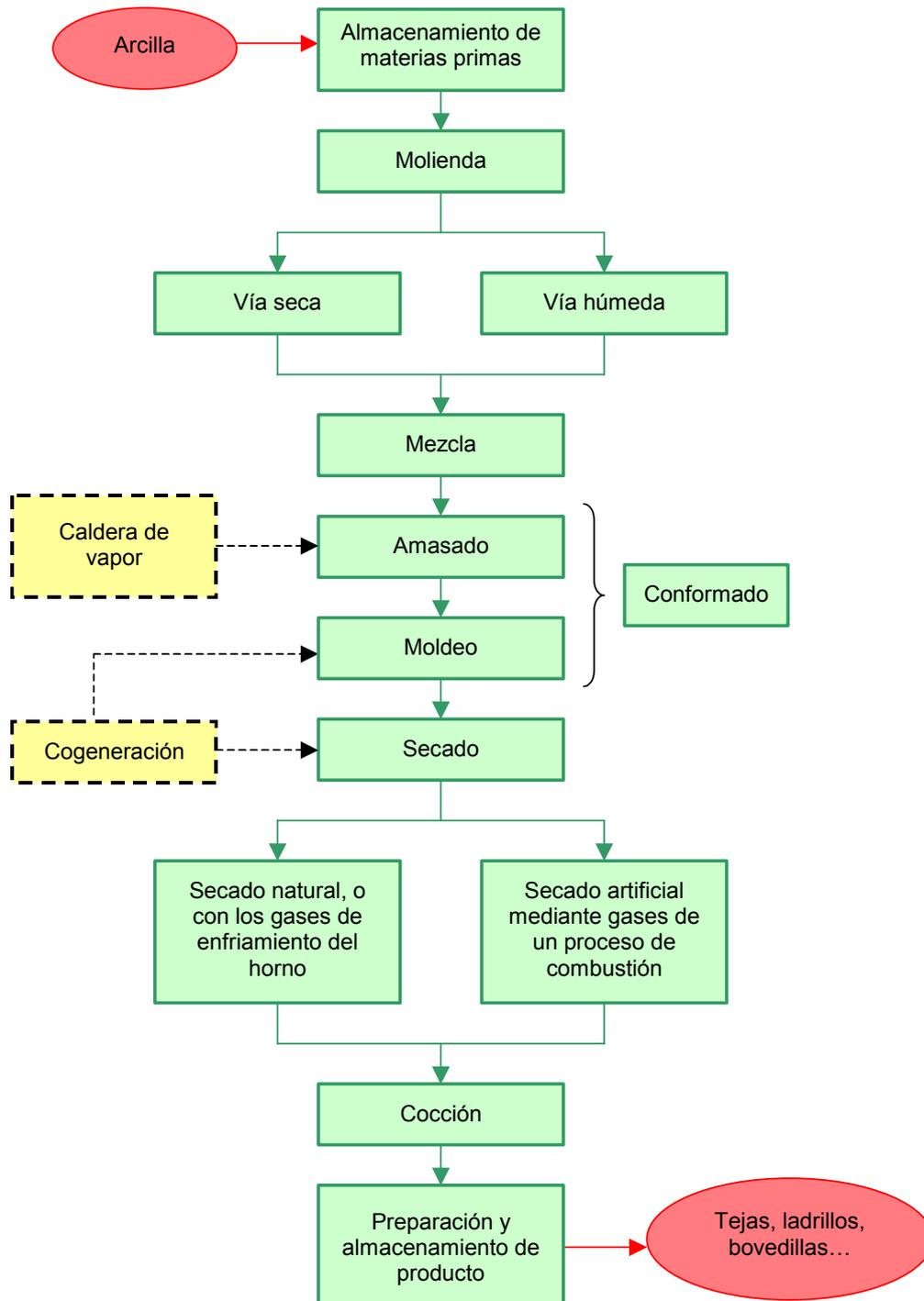


Figura 3.2: Procesos de fabricación de material cerámico estructural

3.2. RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS

a. Proceso

La mayoría de empresas dedicadas al sector cerámico obtienen la materia prima de canteras cercanas al emplazamiento donde se encuentran ubicadas (ya sean propias o ajenas). Esta arcilla sin tratar es transportada mediante camiones hasta el emplazamiento donde se descarga y se almacena hasta su posterior uso.

b. Tecnologías asociadas

El almacenamiento puede realizarse a la intemperie, en almacén o mediante una **tolva de almacenamiento**.

Dicha tolva de almacenamiento está formada por un receptáculo diseñado para almacenar la arcilla que proviene directamente de la cantera. Normalmente está realizado en chapa de acero antidesgaste y tiene una capacidad suficiente para alimentar a la planta durante varias horas.



Imagen 3.1: Almacenamiento mixto de materias primas a la intemperie y almacén

c. Aspectos ambientales

Debido a la manipulación de la arcilla seca, en el proceso de carga y descarga de camiones, y en el llenado de la tolva de almacenamiento es frecuente que se produzcan emisiones de partículas (PM₁₀) al aire. Dependiendo del tipo de almacenamiento de la arcilla tendremos más emisiones que se añadirán a las propias de manipulación.

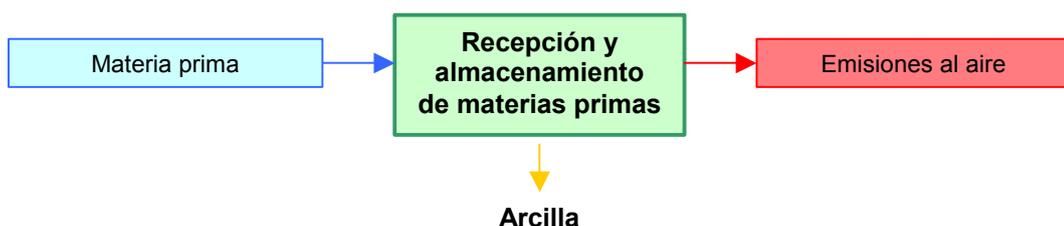


Figura 3.3: Aspectos ambientales del proceso de recepción y almacenamiento de materias primas

Transporte de materia prima dentro de la instalación

El transporte de las arcillas en el interior de la planta se realiza mediante cintas transportadoras que pueden ser de tres tipos, de acero, de goma o de escamas.

Normalmente, las cintas de lámina de acero se utilizan en tramos horizontales y rectilíneos en largos recorridos. En general aguantan mejor los golpes pero debido a su precio muy raramente se emplean en la industria cerámica.

Para los tramos rectilíneos y de inclinación media se utilizan las cintas de goma debido a que el material transportado se adhiere mejor y no se producen desprendimientos.

Por último, las cintas de escamas, de menor velocidad que las de goma, se utilizan para el transporte de cargas pesadas, en curvaturas o pendientes elevadas.

Las arcillas muy plásticas y excesivamente húmedas pueden presentar problemas de adherencia en las cintas. La arcilla pegada se seca y no se desprende y por lo tanto, es muy importante la limpieza de las cintas después de la descarga.



Imagen 3.2: Transporte de arcilla dentro de la instalación mediante cintas de goma

Cabe destacar que durante el transporte de las arcillas dentro de la instalación puede existir la emisión de partículas al aire y desprendimientos de materia prima que podrán convertirse posteriormente en residuos.



Figura 3.4: Aspectos ambientales del proceso transporte de arcilla dentro de la instalación

3.3. MOLIENDA

a. Proceso

En el proceso de molienda se realiza la trituración de la arcilla sin tratar que proviene directamente de la cantera, y se obtiene la materia prima con la granulometría y textura necesarias para su posterior conformado. Puede llevarse a cabo de dos formas distintas, por vía seca o por vía semi-húmeda.

Las arcillas secas y duras se preparan mejor en instalaciones por **vía seca**. Este tipo de sistema asegura la obtención de un porcentaje importante de partículas finas que se humectan con más facilidad y rapidez, obteniéndose una masa muy homogénea y de mayor plasticidad. Como consecuencia obtenemos un mejor acabado y una mayor resistencia mecánica, tanto del material seco como del producto cocido.

Por otro lado, también puede llevarse a cabo este proceso por **vía semi-húmeda**, donde el proceso de humectación de la arcilla puede comenzar desde el mismo lecho de homogeneización. En estas condiciones el agua queda fuertemente ligada al cristal arcilloso, dando como resultado un aumento de la plasticidad y cohesión de la masa arcillosa, así como un aumento de su resistencia a las tensiones del secado.

Mezcla

En algunos casos, la arcilla molida puede ser mezclada con distintos aditivos según los requerimientos de calidad del producto final. Usualmente, los más utilizados son:

- Arena
- Carbonato de bario
- Chamota
- Orujo
- Carbonato cálcico micronizado
- Poliestireno
- Coque de petróleo

b. Tecnologías asociadas

Existen distintos tipos de maquinaria para llevar a cabo este proceso según el tipo de molienda que se realice.

Para la rotura de la arcilla en vía semi-húmeda se utiliza el *molino de martillo o muelas*. Está compuesto de una bancada de acero soldado que sostiene en el centro los porta-rodamientos de eje vertical y en la periferia están encajadas las pistas de trituración y las rejas. La alimentación se efectúa por el centro de la máquina y se dispone de una rasqueta oscilante que arranca el material prensado y otra que lo deposita en la pista exterior de las rejas para que el rulo exterior termine de efectuar la trituración.

Si la trituración se realiza en la mina o cantera, se utiliza la *desmenzadora*, que admite desde mineral seco hasta una humedad máxima del 20%. Este tipo de maquinaria efectúa la trituración primaria de todo tipo de materiales no ferrosos de una dureza máxima de 4 Mohs, incluso conteniendo cantidades limitadas de piedras duras hasta 5 Mohs.



Imagen 3.3: Molienda por vía seca



Imagen 3.4: Molienda por vía semi-húmeda

Para el proceso de mezcla es además usual la utilización del **rallador alimentador rotativo**, que permite obtener una perfecta mezcla entre los aditivos y la arcilla.

Básicamente se compone de una cuba cilíndrica con cribas, un eje vertical con un rotor de dos brazos rascadores y un brazo de desmenuzado previo. La masa mezclada que sale a través de las cribas, se deposita en un plato colector que gira en sentido opuesto al eje vertical lo cual consigue un efecto adicional de la mezcla.

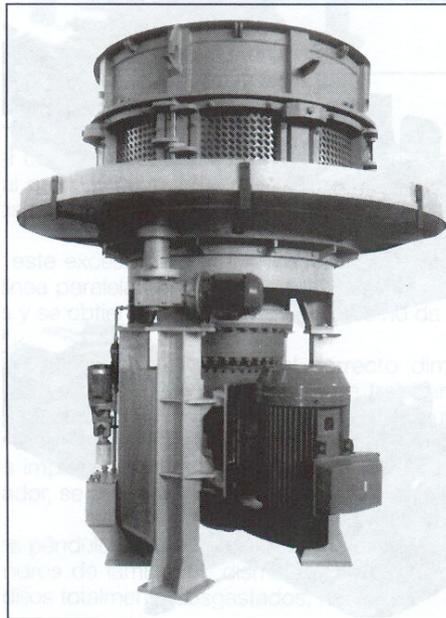


Imagen 3.5: Rallador alimentador rotativo

c. Aspectos ambientales

La maquinaria involucrada en este proceso utiliza energía eléctrica para su funcionamiento. La arcilla seca o semi-húmeda se introduce directamente dentro de la trituradora (que será de un tipo u otro dependiendo de las características de la materia prima introducida) y es desmenuzada mediante los mecanismos explicados anteriormente, durante esta trituración se acostumbra a producir emisiones de partículas al aire debido al propio proceso, así como, la generación de ruido.

Por otro lado, una vez molida la materia prima se pueden añadir algunos aditivos a la arcilla ya molida para obtener distintas calidades en el producto final que son mezclados obteniendo un producto homogéneo.

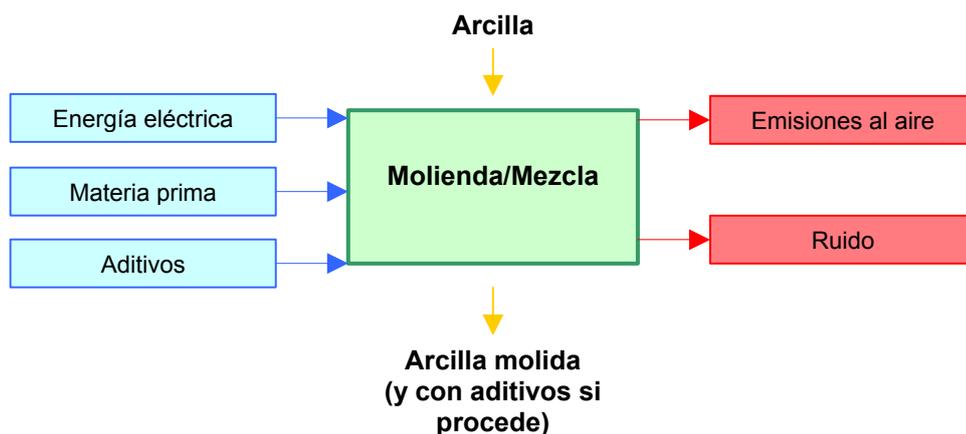


Figura 3.5: Aspectos ambientales del proceso de molienda

3.4. CONFORMADO

3.4.1. Amasado

a. Proceso

La arcilla debe estar lo bastante húmeda (en general entre valores de 12 a 15% de humedad) para que se pueda mantener unida cuando se trabaja. En el amasado se regula el contenido de agua de la mezcla de la arcilla mediante la adición de agua o vapor (el vapor puede provenir de una caldera auxiliar).

b. Tecnologías asociadas

Para el amasado de la arcilla, en las fábricas de cerámica estructural se utiliza la **amasadora**, máquina especialmente diseñada para la homogeneización de una mezcla de arcilla y la incorporación de más agua o de colorantes y aditivos.

La máquina está compuesta por un bastidor autoportante, la cuba de amase y las palas. Las palas al girar, hacen que la arcilla juntamente con el agua y los aditivos formen una pasta homogénea con la plasticidad necesaria.



Imagen 3.6: Amasadora

c. Aspectos ambientales

En este proceso se produce un consumo de energía eléctrica debido al propio funcionamiento de la maquinaria, por otro lado la humedad que se debe conseguir en la arcilla se puede proporcionar por dos caminos, adición directa de agua en la pasta, o mediante el vapor producido por una caldera auxiliar, en este último caso existen emisiones al aire adicionales debido a la combustión de la caldera y al tipo de combustible utilizado.

Por último también se genera ruido a causa del funcionamiento de la maquinaria, aunque no acostumbra a ser tan importante como en la molienda.

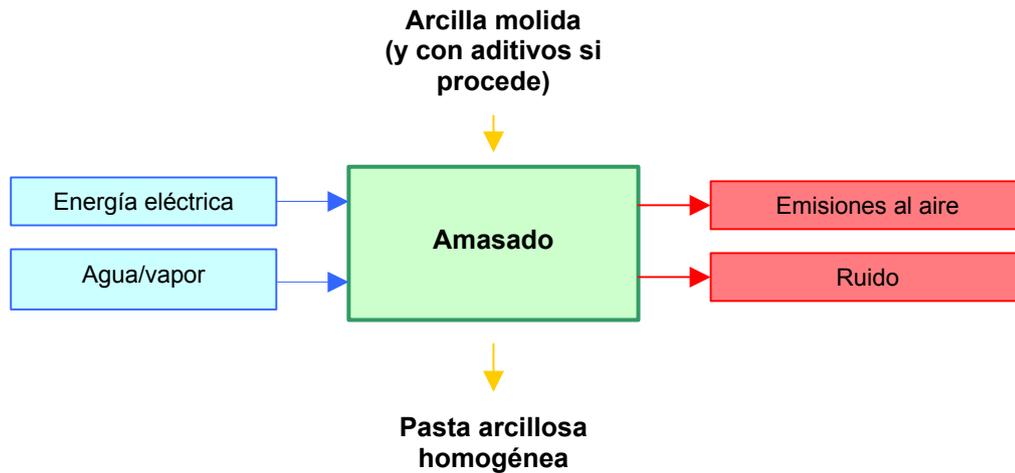


Figura 3.6: Aspectos ambientales del proceso de amasado

3.4.2. Moldeo

a. Proceso

En el caso del moldeo el proceso puede diferir en función del material a fabricar. En el caso de ladrillos, bovedillas y bloques se realiza por extrusión, mientras que en el caso de la tejas, además se emplea el prensado.

En la extrusión, la pasta de arcilla humectada se hace pasar a través de un molde perforado empujado por una hélice giratoria. La arcilla extrusionada adquiere el perfil de la boquilla incorporada, pudiéndose modificar en función del tipo de pieza a producir.

El moldeo por prensado va precedido por un extrusionado que permite la obtención de una “galleta” o torta húmeda con la que se rellena un molde, pasando a una prensa en la que se comprime la pasta para obtener la teja.

Del efecto del prensado y extrusionado resulta una mayor absorción del agua por la arcilla, obteniéndose una pasta muy homogénea. El barro es menos pegajoso y se ensila con menores problemas.

b. Tecnologías asociadas

Para este proceso existe el **grupo de vacío-galletera**, máquina diseñada para el moldeo de las arcillas. Consta de dos zonas, por un lado una zona de vacío provista de puertas laterales y por otro las palas de introducción del barro, y la zona de moldeo que está formada por una extrusora o galletera, provista de un molde que produce el bizcocho o masa de barro con la forma deseada.

En la siguiente figura se muestra el esquema de una galletera de rodillos, donde el flujo de arcilla amasada es continuo y puede hacerse el vacío:

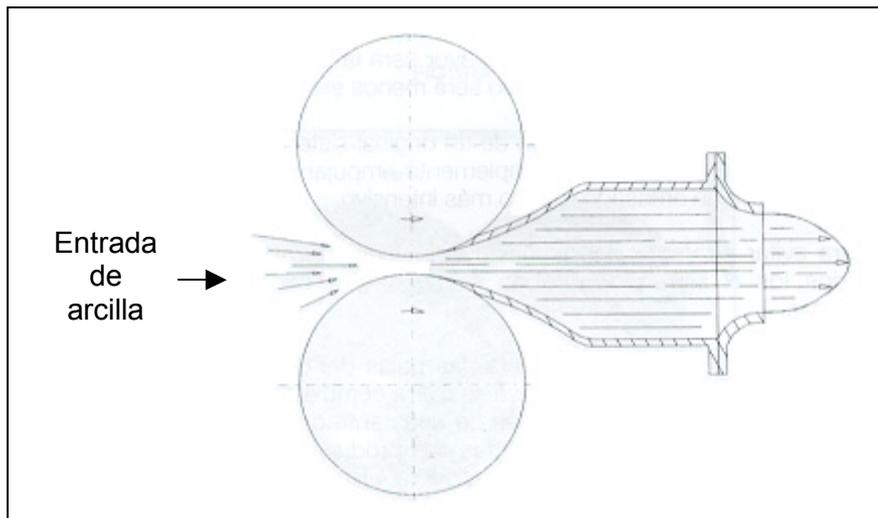


Figura 3.7: Galletera de rodillos



Imagen 3.7: Extrusora

c. Aspectos ambientales

Como en los casos anteriores, el equipo encargado del moldeo consume energía eléctrica durante su funcionamiento y puede generar ruido (aunque en general es poco significativo). Por otro lado, existe también la posibilidad durante el moldeo que se generen residuos inertes, en concreto material defectuoso que ya no es aprovechado para el siguiente proceso sino que es apartado del resto de producto ya formado.

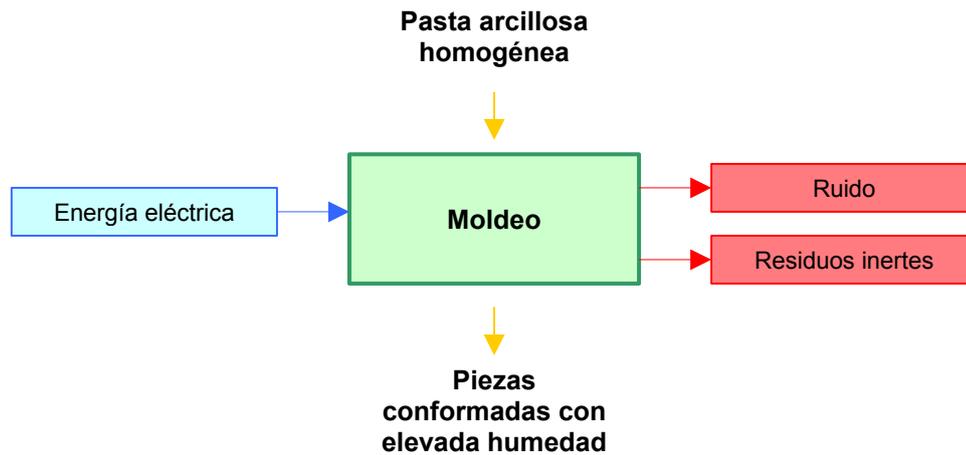


Figura 3.8: Aspectos ambientales del proceso de moldeo

3.5. SECADO

a. Proceso

El objetivo del secado es la reducción del contenido de humedad de las piezas antes de su cocción, es una operación compleja en la que convergen múltiples factores: naturaleza de la arcilla, grado de preparación y homogeneización, tensiones que pueden haber tenido lugar durante el moldeo, diseño y formato de la pieza, uniformidad o desuniformidad de secado, etc.

El tipo de secado que se lleve a cabo influirá en la resistencia y calidad final de la pieza después de su cocción.

Puede realizarse de dos formas distintas: natural o artificial.

Para el **secado natural**, el material es colocado en cobertizos o a la intemperie donde disminuye su contenido de humedad hasta su nivel óptimo antes de entrar en el horno.

El **secado artificial** emplea fuentes de calor de distintos orígenes, en general se suelen aprovechar los gases de enfriamiento del horno de cocción para el propio proceso de secado (y por lo tanto no se producen emisiones adicionales). También es usual en el sector la utilización de calderas de cogeneración para el secado de las piezas, en el apartado 3.8.1 se analiza este tipo de tecnología.

Otra posible fuente de calor son los gases procedentes de quemadores (con distintos tipos de combustibles) que mediante el proceso de combustión calientan el aire del secadero que posteriormente es repartido por todo el recinto mediante ventiladores.

El material cargado en el secadero, se introduce con un alto grado de humedad, y mediante la recirculación de grandes cantidades de aire caliente (entre 90 y 110 °C) seco, se baja el contenido en agua hasta un nivel aproximado del 2 %. Con este porcentaje de humedad el material ya puede introducirse en el horno.

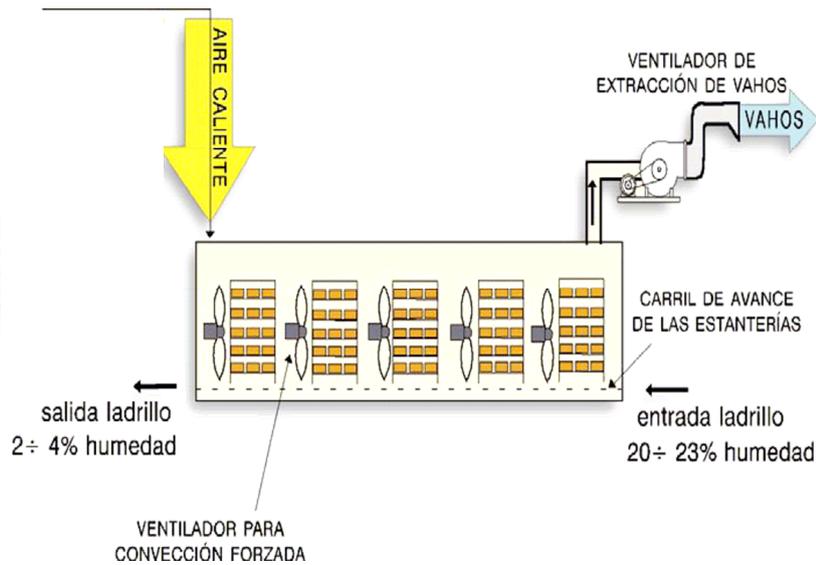


Figura 3.9: Esquema de un secadero de ladrillos. Fuente: Junta de Andalucía

b. Tecnologías asociadas

Secadero: Construcción realizada para la disminución de la humedad de las piezas cerámicas producidas. Consta de dos partes:

1. Cámara realizada, en general, en ladrillo refractario

2. Instalaciones

- SISTEMA DE CALORIFUGACION para la introducción de aire caliente procedente de diferentes fuentes.
- SISTEMA DE MOVIMENTACION DEL AIRE: consistente en ventiladores de diferentes tamaños y potencias que mueven el aire de forma que éste discorra por todo el recinto de la manera más homogénea posible.

En ocasiones también se utiliza la **Apiladora-desapiladora de vagonetas**, se trata de una máquina diseñada para la descarga de las carretillas procedentes del secadero y formación de paquetes de material cerámico sobre las vagonetas que se introducirán en el horno.



Imagen 3.8: Ventiladores para el movimiento del aire dentro del secadero

c. Aspectos ambientales

En este caso, el consumo y las emisiones generadas dependerán del tipo de secadero del que disponga la instalación. En el caso de secado natural el material ya moldeado es colocado en cobertizos o a la intemperie donde disminuye su contenido de humedad hasta su nivel óptimo antes de entrar en el horno. Es usual la utilización de ventiladores que mueven el aire para que el proceso de secado de piezas sea más uniforme. En dicho caso existe un consumo de energía eléctrica.

Por contra, en las instalaciones que dispongan de secadero artificial existirá un consumo de combustible destinado a la generación de calor, y por lo tanto se generarán emisiones al aire debido al proceso de combustión que, como se ha indicado anteriormente, su composición variará en base a la naturaleza del combustible.

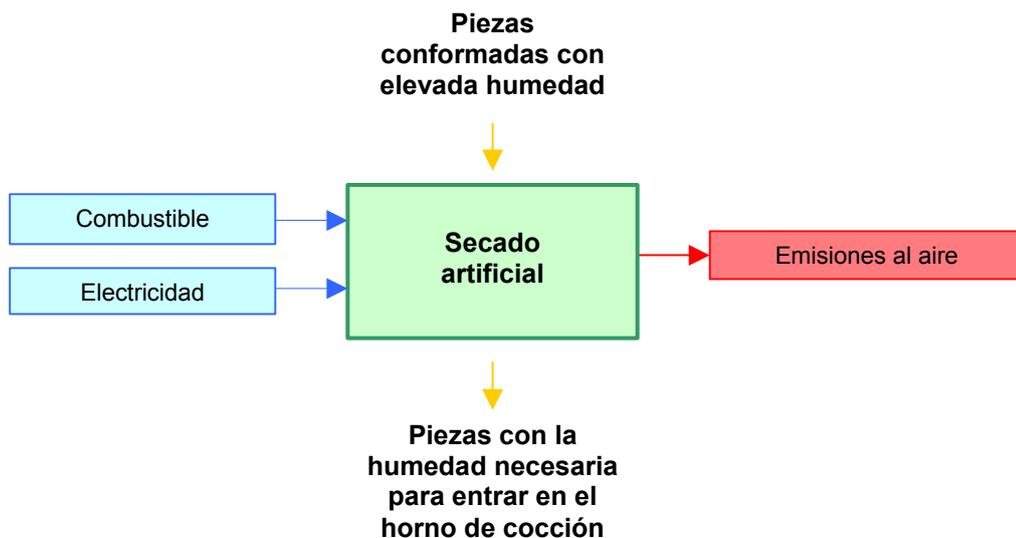


Figura 3.10: Aspectos ambientales del proceso de secado

3.6. COCCIÓN

a. Proceso

La cocción es la fase más importante y delicada del proceso de fabricación de productos cerámicos. En este proceso se confiere a la pieza las propiedades deseadas, al mismo tiempo que se muestra si las fases precedentes (amasado, moldeo y secado) se han llevado a cabo correctamente o no. Las piezas se cuecen en hornos, a una temperatura que va desde 875° C hasta algo más de 1000°C.

Los dos tipos de hornos más utilizados en el proceso de cocción son los siguientes:

b. Tecnologías asociadas

1. Horno túnel

El principio del horno de túnel es que está formado por una zona de fuego fija, mientras la mercancía a cocer se desplaza. El material se deposita en las vagonetas comentadas anteriormente y éstas se van moviendo a lo largo del túnel.

Estos hornos consisten en un largo canal por el que se empuja un tren de vagonetas sobre rieles. El armazón inferior de las vagonetas está protegido por un grueso revestimiento de material aislante y refractario, y tiene un tope que resbala en una correspondiente ranura en las paredes del horno. En el canto inferior se dispone una plancha que se desliza sobre arena para crear mayor hermeticidad. Para proteger las ruedas contra el calor, se puede impulsar aire frío debajo de las vagonetas, a lo largo de los rieles y las ruedas. Igualmente las vagonetas están ajustadas unas a otras, sin espacios libres intermedios, y se empujan en el túnel mediante un dispositivo especial.

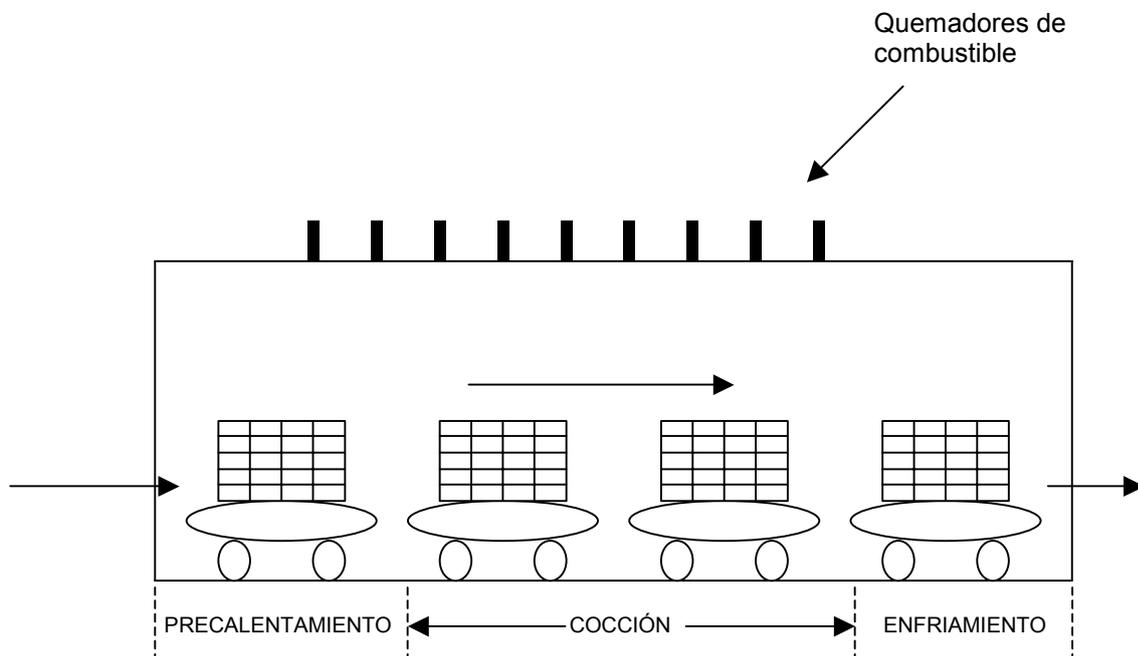


Figura 3.11: Esquema de un horno túnel

Dentro del horno se distinguen tres zonas: precalentamiento, cocción y enfriamiento.

- **Precalentamiento:** en esta zona existe una corriente de aire caliente procedente de la zona de cocción que circula en sentido contrario al material. Normalmente se utiliza como fuente térmica el calor recuperado del horno y se pretende que el material pierda su contenido en

agua (tanto la absorbida superficialmente como la estructural) aumentando la temperatura de manera progresiva.

- **Cocción:** los quemadores de combustible se ocupan de conseguir la curva de cocción óptima en la parte central del horno.
- **Enfriamiento:** el material se somete a enfriamiento progresivo, con el objetivo de evitar grietas en las piezas por un contraste brusco de la temperatura.

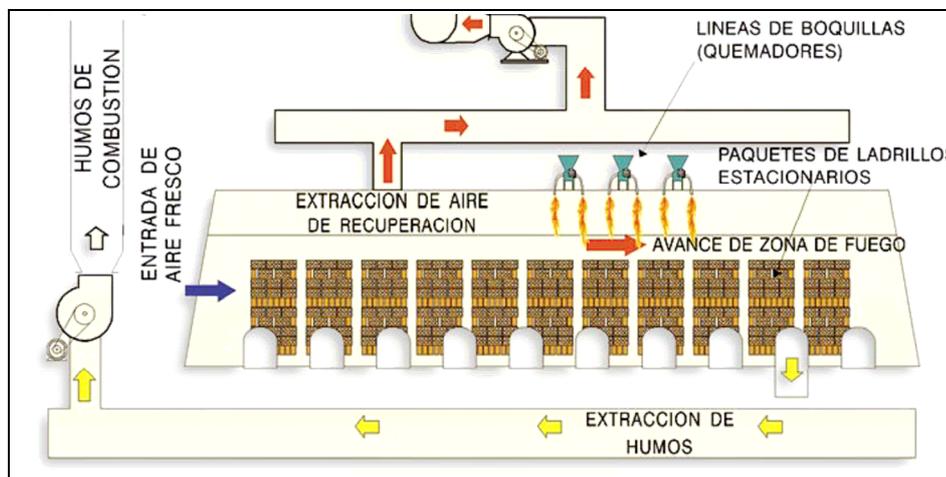


Imagen 3.9: Horno túnel, material saliendo después del proceso de cocción

2. Horno Hoffmann

A diferencia del horno túnel, en este caso el material a cocer se mantiene estático, y es el fuego el que se desplaza a lo largo de las distintas cámaras hasta conseguir una curva de cocción de características similares a las generadas en los hornos túnel.

Este tipo de horno está formado por una serie de cámaras unidas, que son llenadas por el material seco proveniente del secadero, donde los quemadores se desplazan de una cámara a otra, cocinando el material. Este sistema también permite el precalentamiento de la mercancía y la refrigeración de los gases de escape.



Fuente: Junta de Andalucía

Figura 3.12: Esquema de un horno Hoffman.

La eficiencia energética de los dos tipos de hornos es diferente, el horno túnel tiene consumo específico medio de 410Kcal/kg frente a las 480 Kcal/kg del Hoffman.

c. Aspectos ambientales

Para conseguir la temperatura óptima para la cocción de los productos cerámicos (entre 875 y 1.000 °C), se produce un consumo significativo de combustible y una emisión de contaminantes al aire, debido al proceso de combustión que tiene lugar. Aunque cabe destacar que en este caso, las emisiones al aire son canalizadas ya que estos tipos de hornos disponen de una o varias chimeneas que emiten los humos al exterior.

Por otro lado también existe emisión de calor producida por los gases calientes que se desprenden del horno.

Por último, se pueden generar residuos inertes correspondientes a piezas cocidas que no cumplen con la calidad requerida o tienen algún tipo de defecto.

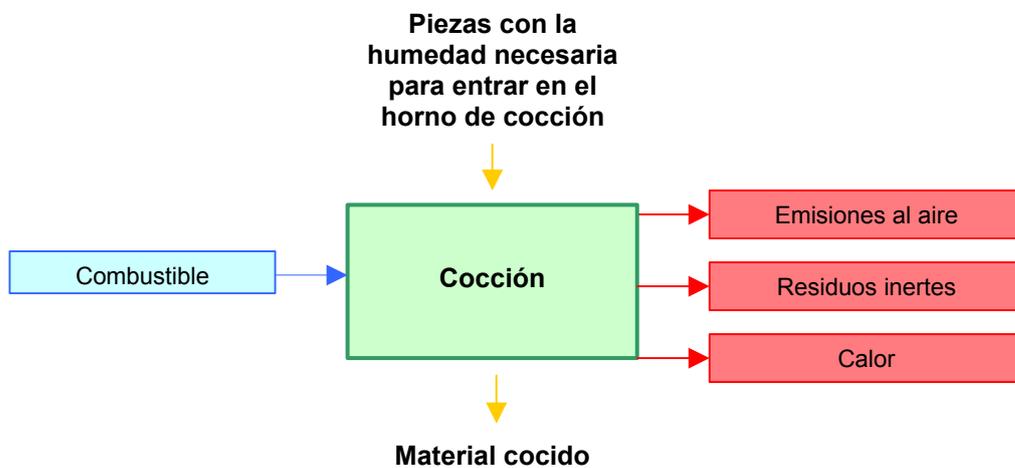


Figura 3.13: Aspectos ambientales del proceso de secado artificial

3.7. PREPARACIÓN Y ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO

a. Proceso

Las piezas, ya terminadas, se depositan apiladas encima de palets de madera o de las propias piezas y pueden envolverse con plástico retráctil y fleje para facilitar su posterior distribución.

Por otro lado, en algunas empresas se humecta el material terminado para aportar la consistencia requerida por el cliente, este proceso se lleva a cabo de dos maneras distintas en función de cada instalación.

- A través del regado del material con manguera
- Insertando el producto en piscinas ya preparadas para tal hecho.

El almacenamiento puede ser en nave cerrada o a la intemperie.



Imagen 3.10: Apilamiento del material para su posterior retráctilado



Imagen 3.11: Almacenamiento de producto acabado

b. Tecnologías asociadas

Este proceso puede realizarse de manera manual o mediante la **empaquetadora**, para la colocación de flejes o retráctilado de plástico de los paquetes de material terminado.



Imagen 3.12: Maquinaria involucrada en la preparación del material para su distribución

c. Aspectos ambientales

En el proceso de acabado del producto se generan residuos inertes, procedentes del embalaje de los productos, en concreto se trata de trozos de plástico o palets rotos por la manipulación. En el caso de usar maquinaria existe también un consumo de electricidad.

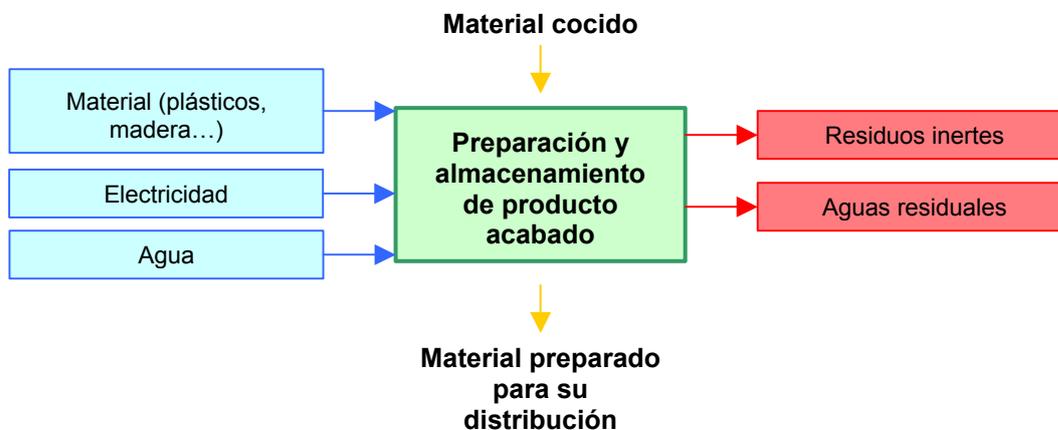


Figura 3.14: Aspectos ambientales del proceso de almacenamiento de producto acabado

3.8. PROCESOS AUXILIARES

Se describe en este apartado dos de los procesos auxiliares más usuales que se puede encontrar en algunas instalaciones del sector cerámico estructural, y que puede tener algún tipo de impacto sobre el Medio Ambiente: la cogeneración y la generación de vapor mediante calderas.

Cabe destacar que no todas las industrias del sector utilizan este tipo de tecnologías ya que requieren una fuerte inversión no siempre asumible por las empresas, pero que sobretodo en los países donde la infraestructura necesaria está suficientemente avanzada, se pueden encontrar con cierta recurrencia.

3.8.1. Cogeneración

El proceso de cogeneración (producción simultánea de energía eléctrica y energía térmica útil a partir de una única fuente primaria) es mucho más eficiente que la generación separada del calor y la electricidad necesarios para una industria, por lo que su aplicación es un elemento esencial en los objetivos de ahorro energético y conservación del medio ambiente, especialmente cuando el combustible utilizado sea de carácter renovable.

Los sistemas de cogeneración no disminuyen el consumo de combustible para la misma generación de energía eléctrica, sino que su fin es aprovechar la potencialidad del mismo. De esta forma la energía química contenida en el combustible se aplica para obtener energía eléctrica, además de obtener como subproducto la energía térmica necesaria.

La implantación de un sistema de cogeneración conlleva un incremento en el consumo global de combustible de la empresa, pero al obtener un rendimiento más elevado en el proceso, el balance global energético es favorable.

De forma simple, puede cogenerar todo consumidor de energía térmica que la utilice a una temperatura inferior a los 500 °C. Así todos los consumidores de vapor, fluido térmico, agua caliente, o gases para secado son potenciales usuarios de sistemas de cogeneración.

El sector cerámico es uno de los sectores clásicos de cogeneración, con una utilización energética intensiva sobre más de 8.000 horas/año de operación. La aplicación típica en estos casos es la generación de aire caliente entre 90 y 130 °C para el secadero, con eventual generación de vapor para el extrusionado en la galletera.

Estas plantas son muy simples en su concepto, ya que los gases calientes generados por una turbina o un motor son utilizables directamente en el proceso de secado.



Imagen 3.13: Cogeneración que utiliza fuel como combustible

Aspectos ambientales

Como aspectos ambientales más significativos de la cogeneración se encuentran: las emisiones al aire producidas por el consumo de combustible (normalmente gas natural) y la generación de ruido debido al propio funcionamiento, aunque suele ser poco significativo para el medio ambiente debido a que los motores se encuentran confinados en salas separadas.

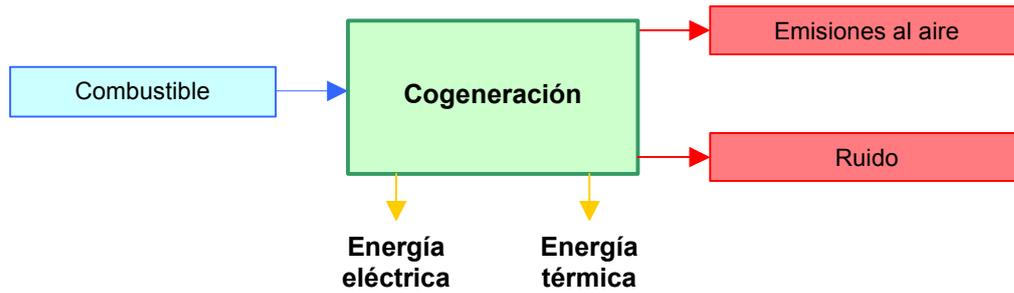


Figura 3.15: Aspectos ambientales de la cogeneración

3.8.2. Calderas de vapor

En algunas instalaciones del sector, el aporte de humedad para el proceso de amasado (ver apartado 3.4.1) se hace mediante vapor de agua procedente de calderas de vapor. Dichas calderas funcionan normalmente con gas natural o fuel para su funcionamiento y aportan la humedad suficiente a la arcilla para poder ser posteriormente moldeada en el proceso de extrusión

En la siguiente imagen se muestra una caldera para la generación de vapor en una empresa del sector cerámico estructural:



Foto cedida por TEULERIA LES FORQUES S.A.

Imagen 3.14: Caldera para la generación de vapor.

La generación de vapor mediante una caldera, normalmente lleva asociado un proceso de ósmosis inversa para la depuración de agua de red. La ósmosis inversa es un procedimiento que garantiza el tratamiento desalinizador físico, químico y bacteriológico del agua. Funciona mediante membranas semipermeables, enrolladas en espiral, que actúan de filtro, reteniendo y eliminando la mayor parte de las sales disueltas al tiempo que impiden el paso de las bacterias y los virus, obteniéndose un agua pura y esterilizada. Aguas con un elevado contenido de sales pueden ser tratadas con la ósmosis inversa hasta alcanzar los límites considerados como agua aceptable para su utilización.

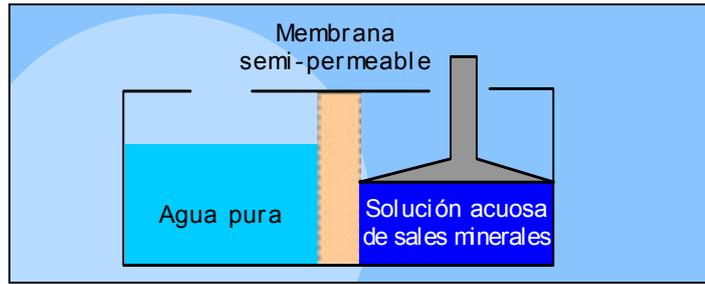


Figura 3.16: Esquema de ósmosis inversa

Aspectos ambientales

Los aspectos ambientales relacionados con la generación de vapor son, por un lado el consumo de combustible necesario para su funcionamiento, y por lo tanto la generación de emisiones al aire debido a la combustión. Por otro, debido al proceso de ósmosis obtenemos aguas residuales con un contenido elevado en sales que deben ser tratadas.

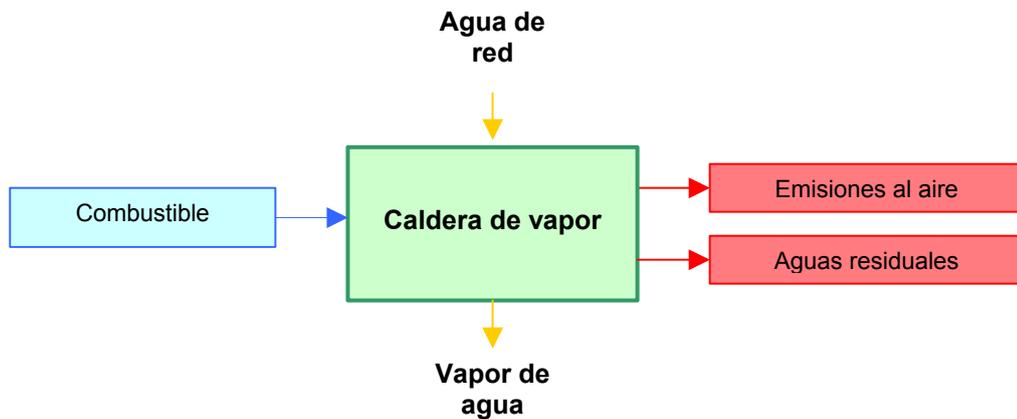


Figura 3.17: Aspectos ambientales de la generación de vapor mediante caldera

3.9. RESUMEN DE ASPECTOS AMBIENTALES

En la siguiente figura se representan las fases del proceso juntamente con sus aspectos ambientales más significativos:

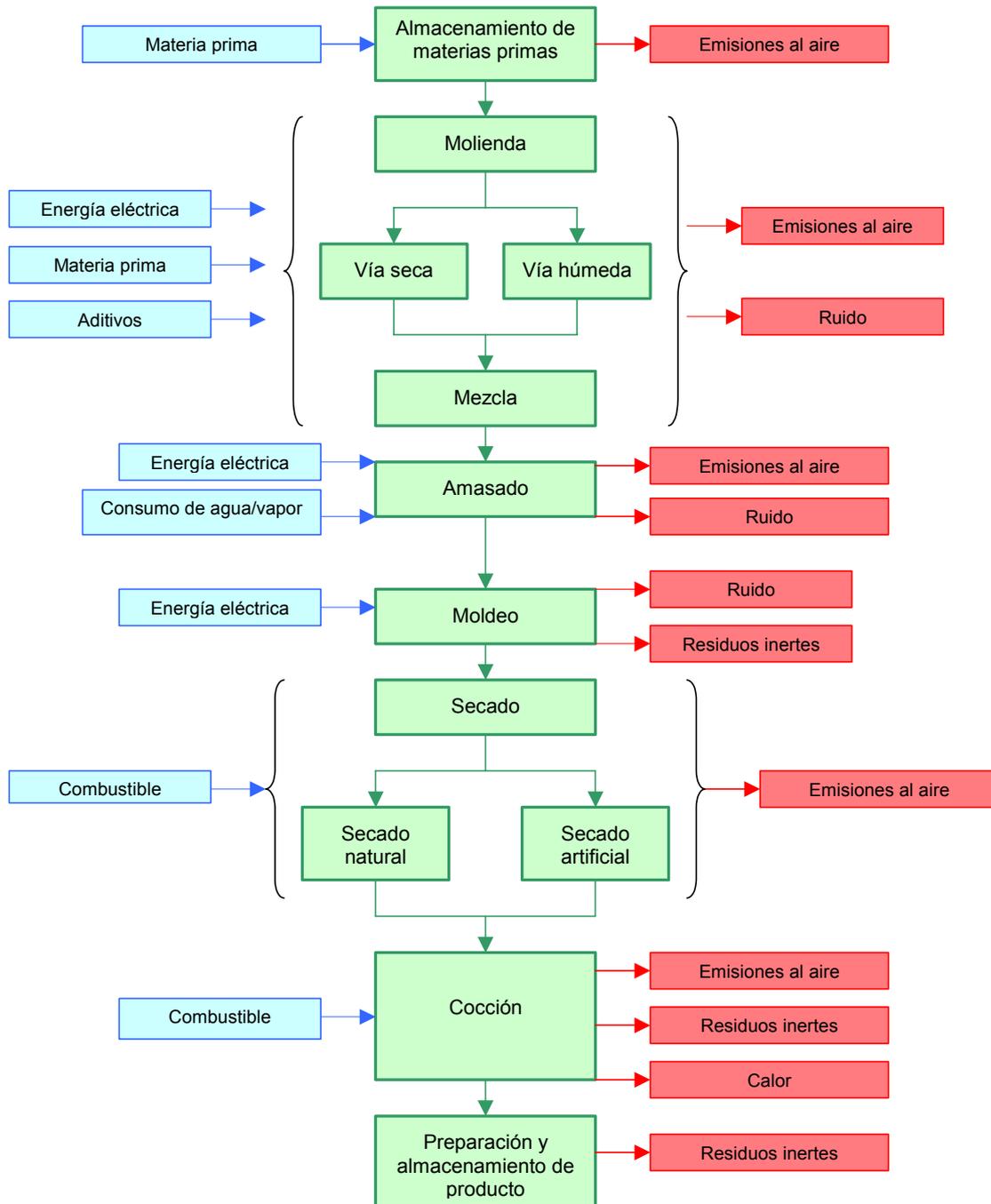


Figura 3.18: Procesos de fabricación de material cerámico estructural y aspectos ambientales asociados

Por último en la siguiente tabla se muestra una recopilación de cada uno de los procesos con sus aspectos ambientales asociados, indicando una valoración de su importancia con los criterios establecidos al inicio del capítulo¹.

¹ **Nivel A:** Aspecto con un impacto ambiental muy significativo
Nivel B: Aspecto con un impacto ambiental moderado
Nivel C: Aspecto con un impacto ambiental poco significativo

Tabla 3.2: Aspectos ambientales asociados a la fabricación de cerámica estructural

ETAPA		EFEECTO AMBIENTAL	VALORACIÓN
Almacenamiento de materia prima		Emisiones al aire	B
Molienda	Vía seca	Consumo de energía	B
		Emisiones al aire	B
		Ruido	A
Mezcla	Vía húmeda	Consumo de energía	B
		Consumo de agua	B
		Ruido	A
		Emisiones al aire	B
Amasado		Consumo de energía	B
		Consumo de agua	B
		Emisiones al aire	B
Moldeo		Energía eléctrica	B
Secado artificial		Consumo de combustible	A
		Emisiones al aire	A
Cocción		Consumo de combustible	A
		Emisiones al aire	A
		Generación de residuos inertes	B
		Contaminación térmica	C
Preparación y almacenamiento de producto		Generación de residuos inertes	B
		Consumo de agua	B
		Generación de aguas residuales	B

Se puede observar como los aspectos ambientales más significativos son las emisiones de contaminantes al aire en los procesos de secado y cocción que dependerán, en gran parte, del combustible que utilizemos en ambos procesos y su consumo.

Por otro lado, cabe destacar también la generación de ruido en el proceso de molienda que, en algunos casos, puede ser elevado.

En cuanto los consumos de energía eléctrica, de manera puntual no son excesivos pero en conjunto vemos que son significativos en 3 de los 6 procesos principales identificados y por lo tanto a nivel global se deberá tener en cuenta.

Por último, el consumo de agua no supone un impacto ambiental elevado, y la generación de residuos en el proceso puede ser significativo y por lo tanto, requiere de un análisis para su minimización.

4. ASPECTOS AMBIENTALES DEL SECTOR DE LA CERÁMICA ESTRUCTURAL

Los principales aspectos ambientales del sector de la cerámica estructural están relacionados con unas significativas emisiones al aire, sobretodo de partículas en distintos procesos, y de gases de combustión mayoritariamente durante el secado y la cocción.

También existen otros aspectos significativos como el consumo elevado de energía eléctrica y agua a nivel global y la generación de ruido en procesos puntuales. La producción de aguas residuales y la generación de residuos durante el proceso, son aspectos que deben ser tenidos en cuenta debido a su impacto sobre el medio.

Cabe destacar que la cuantificación de estos aspectos, puede variar de unas instalaciones a otras, en función de distintos aspectos como pueden ser: las dimensiones y antigüedad de la instalación, cantidad de producción, equipamientos, procedimientos, sensibilización y formación del personal, etc.

4.1. EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Como ya se ha comentado anteriormente, la generación de emisiones atmosféricas, es el impacto ambiental más importante en el sector de la cerámica estructural.

Las principales emisiones al aire en este tipo de industrias se generan en los procesos de combustión que tienen lugar en los hornos y secaderos durante los procesos de cocción y secado respectivamente.

En la siguiente tabla se muestra una estimación de valores medios de emisión de contaminantes en la fabricación de productos cerámicos estructurales, por kg de material producido.

Tabla 4.1: Valores medios de emisiones atmosféricas en el sector cerámico estructural

CONTAMINANTE	VALOR MEDIO (MG/KG)	VALORACIÓN ²
Partículas	17,6	A
NO _x indicado como NO ₂	184,0	B
SO _x indicado como SO ₂	39,6	C
CO ₂	149.000	B
CO	189,0	B
Cloro y compuestos inorgánicos (expresados como HCl)	4,1	C
Flúor y compuestos inorgánicos (expresados como HF)	12,7	C
Sustancias orgánicas indicadas como C total	34,5	C
Etolol	3,1	C
Benzeno	2,3	C
Metanol	5,7	C
Fenol	0,7	C

Fuente: Draft referente Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry (Versión Octubre 2004)

² El criterio utilizado para la valoración se describe en el apartado 3 del presente manual

Sobre los datos indicados en esta tabla, hay que tener en cuenta que los niveles de emisión varían en función del tipo y la calidad del combustible utilizado, del estado de las instalaciones, de la eficiencia de los quemadores y del control del proceso de combustión, además de la naturaleza de los contaminantes que se presentan en los gases de combustión y que son principalmente SO₂, CO, CO₂, NO₂, y partículas.

Por otro lado, también existe emisión de otros contaminantes como por ejemplo Cd, Zn, As, Ni, etc., pero en cantidades muy pequeñas.

Los principales problemas ambientales derivados son:

- Contribución al efecto invernadero con cantidades importantes de CO₂.
- Contribución a la generación de lluvia ácida en el caso de consumo de combustibles con elevado contenido de azufre y con posibilidades de problemas transfronterizos debido a la ubicación de estas industrias.

- Contribución a problemas a escala local (contaminación de suelos y aguas...) debido a la presencia de contaminantes tóxicos.

También cabe destacar que algunos procesos auxiliares utilizados en el sector (cogeneración o calderas generadoras de vapor) pueden generar emisiones adicionales al aire, aunque su contribución será menor que las hasta hora indicadas, pero no por ello deben obviarse.

4.2. CONSUMO DE ENERGÍA

El consumo de energía es elevado debido a la gran cantidad de maquinaria involucrada en el proceso, en este factor influye el grado de mecanización que tenga la instalación analizada ya que, existen muchos subprocesos que en muchas empresas realizan sin mecanización, sino mediante operarios que se encargan de llevarlos a cabo.

En la siguiente tabla se muestran los tipos de energía más utilizados, y se realiza una valoración del consumo respecto al total de la instalación:

Tabla 4.2: Valoración cualitativa del consumo de energía en el sector cerámico estructural

PROCESO		ENERGÍA	NIVEL DE CONSUMO	EQUIPAMIENTO
Molienda		Eléctrica	B	Trituradora de arcilla
Amasado		Eléctrica	B	Amasadora
Moldeo		Eléctrica	B	Extrusora o galletera
Secado		Térmica	B	Quemadores
Cocción		Térmica	A	Horno de cocción
Procesos auxiliares	Cogeneración	Térmica	B	Motores de cogeneración
	Subprocesos	Eléctrica	C	Manipulación y transporte de producto

Cabe comentar que en la tabla anterior la categoría *procesos auxiliares* incluye toda la maquinaria involucrada en el transporte del material dentro de la instalación, apilado y preparación del producto acabado para su distribución, etc.

Estos consumos de energía eléctrica serán más elevados en función del tipo de instalación que se analice, y de cómo se lleven a cabo estas operaciones. Los datos del cuadro corresponden a una empresa donde el transporte del material por la planta y su posterior preparación para distribución está mecanizado, y por lo tanto existe un consumo de electricidad por parte de la maquinaria involucrada.

Un factor muy importante en el sector y que influye en el consumo de energía térmica es el combustible utilizado en los procesos de combustión (en el apartado 6 del manual se analiza la eficiencia energética y ambiental de los distintos combustibles utilizados en el proceso) ya que cada combustible tiene sus características, y por lo tanto, tendrán diferente comportamiento energético durante la combustión.

Considerando que los dos tipos de hornos más utilizados son los de tipo Túnel y Hoffman (descritos en el apartado 4.6 del presente manual), en la siguiente tabla se muestra una valoración cuantitativa de los consumos de energía en el proceso de cocción en función del tipo horno utilizado.

Tabla 4.3: Consumo de energía térmica en el proceso de cocción por tipo de horno

PROCESO DE COCCIÓN		
Tipo de horno	Consumo	Observaciones
Túnel	165-340 kcal/kg	G.N., gasóleo, fuel-oil, coque de petróleo, biomasa
Hoffman	486 kcal/kg	Mezcla de coque de petróleo y orujo

Fuente: Ministerio de Industria y Energía español

En general el horno túnel es más eficiente desde el punto de vista energético que el Hoffman y, debido a este hecho se ha producido una disminución de este tipo de hornos durante los últimos años.

4.3. CONSUMO DE AGUA

El sector de la cerámica estructural se caracteriza por tener unos consumos de agua en general poco elevados. Los procesos principales en los que se existe un consumo de agua son los de molienda por vía semi-húmeda y amasado.

Por otro lado, como procesos auxiliares pueden existir, el riego del material acabado, y en algunos casos la limpieza de las instalaciones (aunque en general, se hace por aspiración en seco).

Tabla 4.4: Valoración cualitativa del consumo de agua en el sector cerámico estructural

PROCESO		NIVEL DE CONSUMO	OBSERVACIONES
Molienda por vía semi-húmeda		B	Toda el agua introducida es absorbida por el propio material
Amasado		B	Toda el agua introducida es absorbida por el propio material
Procesos auxiliares	Riego de material acabado	B	A veces el material se introduce en piscinas
	Limpieza de instalaciones	C	Usualmente el proceso de limpieza se realiza mediante aspiración

La cuantificación de los consumos agua, indican que aproximadamente en el proceso se consumen aproximadamente unos 6.600 litros de agua al día (suponiendo el consumo de agua que se produce

en el amasado), y para usos sanitarios cerca de 1000 litros al día (si se tienen en cuenta el uso de unos 10 trabajadores).

Cabe destacar que estos datos podrán sufrir variaciones en función del número de trabajadores, del tipo de proceso que se lleve a cabo en la instalación, si se realiza por vía húmeda o seca, y si existe o no el regado del material para expedición.

4.4. GENERACIÓN DE RUIDO

El ruido suele ser poco significativo en el sector de la cerámica estructural. El proceso más importante en el que se debe tener en cuenta es durante la molienda de arcilla para obtener una granulometría adecuada.

Por otro lado, las instalaciones que dispongan de uno o varios motores de cogeneración pueden tener problemas con la generación de ruido que generan.

El resto de maquinaria involucrada en el proceso suele generar un nivel de ruido que puede considerarse poco significativo en relación a emisión al medioambiente.

4.5. AGUAS RESIDUALES

En el sector industrial analizado, se genera una cantidad de aguas residuales poco significativa ya que en los procesos de amasado y molienda por vía semi-húmeda, que como se ha comentado anteriormente, es donde se produce el mayor consumo de este recurso natural, toda la cantidad de agua introducida forma parte del producto.

Por otro lado cabe destacar que en algunas empresas del sector donde la arcilla utilizada como materia prima tiene gran contenido en cal, el producto acabado se riega o se introduce en piscinas para que el material se endurezca y se consigan las propiedades finales requeridas. Las aguas que permanecen en contacto con el producto son aguas residuales que han modificado su naturaleza inicial por contacto con el material y por tanto deberán ser tenidas en cuenta en los impactos ambientales producidos por la instalación.

Por último, algunas empresas utilizan el agua en sus actividades de limpieza de las instalaciones, aunque la mayoría lo hacen por vía seca a través de aspiradores o sistemas de aspiración que absorben el polvo y la arcilla, que quedan retenidos en un recipiente.

4.6. GENERACIÓN DE RESIDUOS

Como en toda actividad industrial, las instalaciones dedicadas a la fabricación de cerámica estructural generan diferentes tipos de residuos. De todas formas, cabe destacar que los residuos no se generan grandes cantidades y, la mayoría son clasificados como no peligrosos según la clasificación del código CER.

Hay que tener en cuenta que alguno de los residuos generado, suele reaprovecharse en las mismas instalaciones, tal como se indica en la tabla siguiente, donde se describen los principales residuos generados durante los procesos principales en el sector cerámico son los siguientes:

Tabla 4.5: Residuos generados en los procesos principales

RESIDUOS GENERADOS DURANTE LOS PROCESOS PRINCIPALES			
Tipo de residuo	Proceso	Características	Tratamiento más usual
Producto cerámico antes del proceso de cocción	Moldeo	Material desechado en el proceso de moldeo	Reaprovechamiento del material, introducción en la amasadora
Productos cerámicos después del proceso de cocción	Cocción	Producto que presenta algún defecto o deficiencia a la salida del horno	Utilización como relleno en carreteras o canteras
Residuos industriales de madera	Preparación del producto o almacenamiento	Palets rotos generados durante el proceso de paletización del producto acabado	Reparación de palets rotos, calefacción para estufas, o desecho
Plástico	Preparación del producto para su expedición	Trozos de plástico generados durante el proceso de paletización o durante el almacenamiento	Desecho

Por otro lado, se enumeran los residuos generados en los distintos procesos auxiliares que pueden darse en este tipo de industrias y que incluyen mantenimiento de instalaciones y maquinaria, oficinas, etc.

Tabla 4.6: Residuos generados en procesos auxiliares

RESIDUOS GENERADOS EN PROCESOS AUXILIARES			
Tipo de residuo	Proceso	Observaciones	Tratamiento más usual
Productos industriales férricos	Mantenimiento de instalaciones	Envases vacíos de productos	Recogida por parte de un chatarrero
Arena y arcillas	Limpieza de instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> – Polvo cerámico procedente de la limpieza de las instalaciones en seco – Envases vacíos de productos de limpieza 	<ul style="list-style-type: none"> – Reaprovechamiento como materia prima – Basura general
Trapos y absorbentes contaminados de grasas y aceites	Operaciones de mantenimiento, fugas, etc	Se producen en los distintos procesos de fabricación	Basura general

En las anteriores tablas, puede observarse como el sector cerámico no genera una variedad muy elevada de residuos en sus procesos, no obstante, la cantidad que se genera de algunos de ellos es lo suficientemente elevada como para considerarlo un impacto ambiental importante, teniendo en cuenta además, como ya se refleja en las tablas 4.5 y 4.6, que muchos de estos productos no se gestionan de la manera más adecuada para el medio ambiente, ni con las indicaciones de la legislación aplicable.

Estas indicaciones, se resumen en la siguiente tabla, teniendo en cuenta que se utiliza como criterio para la valoración, lo ya expuesto en el apartado 4 del presente manual.

Tabla 4.7: Valoración cualitativa de los residuos generados en el sector

	TIPO DE RESIDUO	NIVEL DE GENERACIÓN	IMPACTO AMBIENTAL
Residuos generados en los procesos principales	Producto cerámico antes del proceso de cocción	Alto	C
	Productos cerámicos después del proceso de cocción	Alto	A
	Residuos industriales de madera	Medio	B
	Plástico	Medio	B
Residuos generados en los procesos auxiliares	Productos industriales férricos	Medio	B
	Arena y arcillas	Alto	A
	Trapos y absorbentes contaminados de grasas	Medio	A

Se puede observar que los residuos con un mayor impacto ambiental dadas sus características son los materiales en contacto con el aceite lubricante como son trapos y recipientes que lo han contenido.

Asimismo, se deberán tener en cuenta también los productos defectuosos después del proceso de cocción ya que su nivel de generación puede ser, en muchos casos, elevado y por otro lado, las arenas y arcillas acumuladas que se generan en los distintos procesos ya que pueden generar un problema en toda la instalación dada su facilidad de transmisión.

5. COMBUSTIBLES UTILIZADOS EN EL SECTOR DE LA CERÁMICA ESTRUCTURAL

En este capítulo se analizan las características principales de los combustibles más utilizados en el sector de la cerámica estructural, así como las posibilidades de mejora de rendimiento ambiental, en la utilización de cada uno de ellos.

Como se ha descrito en los apartados anteriores, el impacto generado en el sector por las emisiones al aire supone uno de los puntos más importantes a tener en cuenta. En este contexto la utilización de uno u otro combustible en el horno y/o secadero durante el proceso de cocción, y su rendimiento tanto desde el punto de vista energético como ambiental influye significativamente en las emisiones atmosféricas generadas, así como en las características del producto.

5.1. PRINCIPALES COMBUSTIBLES UTILIZADOS EN EL SECTOR

El uso de un combustible u otro en la industria de fabricación de productos cerámicos estructurales dependerá de diferentes factores:

- **Disponibilidad:** combustibles como la biomasa, muy demandados en el sector debido a sus características, tiene una disponibilidad intermitente que dificulta muchas veces su consumo ya que, la industria necesita de un suministro regular.
- **Distribución e infraestructura:** en algunas zonas no existe la infraestructura necesaria para el transporte y distribución de alguno de los combustibles como por ejemplo el gas natural, que se suministra canalizado.
- **Precio:** es un factor determinante a la hora de consumir un combustible u otro, y no sólo su precio puntual sino las variaciones que se prevén que éste pueda sufrir en un futuro.
- **Eficiencia ambiental:** en los países de la región Mediterránea donde existe una legislación restrictiva, este es uno de los factores más importantes a tener en cuenta ya que la utilización de un combustible puede llevar a la instalación a cumplir o no con la legalidad con el consecuente riesgo de sanción y perjuicio para el Medio Ambiente.
- **Eficiencia energética:** la eficiencia energética que tiene uno u otro combustible también puede ser una de las causas de su mayor o menor utilización en los hornos de cocción del sector. No obstante, la poca información existente y la falta de estudios suficientemente contrastados hace que este sea un factor secundario a la hora de elegir un combustible u otro.

Por otro lado, la entrada en vigor del Protocolo de Kyoto a nivel mundial provoca que, los estados que se encuentran bajo su radio de acción, deban reducir las emisiones de contaminantes que contribuyen al efecto invernadero y por lo tanto, el tipo de combustible que se consume, y como es este consumo, se convierten en factores determinantes para la empresa.

Como se ha comentado en el apartado 3 de este manual, los principales combustibles utilizados actualmente en el sector son:

- Gas natural
- Coque de petróleo convencional y micronizado
- Fuel
- Carbón
- Biomasa

Para cada uno de ellos se analizan los siguientes aspectos:

a. Composición: se muestra la composición química del combustible.

b. Características generales y valoración cualitativa: se analizan las principales características del combustible (PCI, tipo de suministro, tipo de almacenamiento, etc) y, por otro lado, se realiza una valoración cualitativa de la eficiencia energética y ambiental del mismo.

5.1.1. Gas natural

a. Composición química

La composición química del gas natural es:

Tabla 5.1: Composición química del gas natural

ELEMENTO	PORCENTAJE (%)
Carbono	74,5
Hidrógeno	23
Azufre	-
Nitrógeno	2,4
Oxígeno	-
Otros	0,1
Agua	< 0,1

Cabe destacar que el contenido en azufre del gas natural es tan bajo que, en general, se considera nulo.

b. Características generales

Tabla 5.2: Características generales del gas natural

GAS NATURAL		
PCI (kcal/kg)	PROCESOS EN LOS QUE SE UTILIZA	SUMINISTRO
11.600	<ul style="list-style-type: none"> – Cocción – Calderas auxiliares – Secado – Cogeneración 	Por canalización
ESTADO		
Gas o gas licuado (GNL)		
TIPO DE ALMACENAMIENTO	EFICIENCIA ENERGÉTICA	RESULTADOS ECONÓMICOS
—	En general, ofrece un buen rendimiento durante la combustión	Coste elevado. Su precio varía en función del precio del petróleo

5.1.2. Coque de petróleo

a. Composición química

La composición química del coque de petróleo es:

Tabla 5.3: Composición química del coque de petróleo

ELEMENTO	PORCENTAJE (%)
Carbono	87,5
Hidrógeno	3,5
Azufre	5-6
Nitrógeno	1,5
Oxígeno	1
Otros	0,5
Agua	< 10

b. Características generales

Tabla 5.4: Características generales del coque de petróleo

COQUE DE PETRÓLEO		
PCI (kcal/kg)	PROCESOS EN LOS QUE SE UTILIZA	SUMINISTRO
7.700	– Cocción	Mediante transporte terrestre
ESTADO		
Sólido		
TIPO DE ALMACENAMIENTO	EFICIENCIA ENERGÉTICA	RESULTADOS ECONÓMICOS
En almacén o a la intemperie	En general ofrece un buen rendimiento durante la combustión	Precio menor que el resto de combustibles. Puede variar en función del contenido en azufre, y el HGI

El coque de petróleo a menudo es mezclado con las arcillas por razones económicas

5.1.3. Coque micronizado

a. Composición química

La composición química del coque micronizado es:

Tabla 5.5: Composición química del coque de petróleo

ELEMENTO	PORCENTAJE (%)
Carbono	87
Hidrógeno	3,5
Azufre	5-6
Nitrógeno	1,5
Oxígeno	1
Otros	0,5
Agua	< 0,5

b. Características generales

Tabla 5.6: Características generales del coque de petróleo

COQUE DE PETRÓLEO		
PCI (kcal/kg)	PROCESOS EN LOS QUE SE UTILIZA	SUMINISTRO
8.300	– Cocción	Mediante camiones cisterna
ESTADO		
Sólido micronizado (tamaño medio de grano de unas 20 micras)		
TIPO DE ALMACENAMIENTO	EFICIENCIA ENERGÉTICA	RESULTADOS ECONÓMICOS
Silos	El tamaño de partícula junto con la circulación del aire en el horno provoca que el reparto de calor sea más equivalente provocando un buen rendimiento	El precio del micronizado se sitúa por encima del coque de petróleo y por debajo del resto de combustibles

Una de la ventajas que comporta el coque micronizado respecto al coque convencional es que se transporta mediante camiones cisterna y se almacena mediante silos, por lo tanto se consigue eliminar la emisión de partículas a la atmósfera en los procesos de transporte, carga, descarga y almacenamiento.

5.1.4. Fuel

a. Composición química

La composición química del fuel es:

Tabla 5.7: Composición química del fuel

ELEMENTO	PORCENTAJE (%)
Carbono	86
Hidrógeno	11
Azufre	1
Nitrógeno	1
Oxígeno	-
Otros	1
Agua	< 0,2

b. Características generales

Tabla 5.8: Características generales del fuel

FUEL		
PCI (kcal/kg)	PROCESOS EN LOS QUE SE UTILIZA	SUMINISTRO
9.700	– Cocción – Cogeneración	Mediante camión cisterna
ESTADO		
Líquido		
TIPO DE ALMACENAMIENTO	EFICIENCIA ENERGÉTICA	RESULTADOS ECONÓMICOS
Depósito	Su baja temperatura de ignición provoca que deba calentarse previamente. Su comportamiento en combustión es bueno	Coste elevado. Su precio fluctúa en función del precio del petróleo

5.1.5. Carbón

a. Composición química

Según las presiones y temperaturas que los hayan formado distinguimos distintos tipos de carbón: turba, lignito, hulla (carbón bituminoso) y antracita.

La turba es poco rica en carbono y muy mal combustible. El lignito viene a continuación en la escala de riqueza, pero sigue siendo mal combustible, aunque se usa en algunas centrales térmicas. La hulla es mucho más rica en carbono y tiene un alto poder calorífico por lo que es muy usada, por ejemplo en las plantas de producción de energía. La antracita es el mejor de los carbones, muy poco contaminante y de alto poder calorífico.

Desde el punto de vista elemental, el carbón está constituido fundamentalmente por C, H y O, con proporciones menores de N y S.

Las características principales de los distintos tipos de carbón existentes son las siguientes:

Tabla 5.9: Características de los distintos tipos de carbón

CARACTERÍSTICAS	HULLA	ANTRACITA
Humedad (%)	10-25	3-5
% C	35-70	85-95
% Volátiles	25-50	2-10
% Cenizas	10-15	2-5
P. Calorífico (kcal/kg)	4000-7000	7000-8500

Y su composición elemental aproximada:

Tabla 5.10: Composición química de los distintos tipos de carbón

CARACTERÍSTICAS	HULLA*	ANTRACITA*
H ₂ O (humedad)	15	2
Carbono	60	86
Hidrógeno	4	3
Nitrógeno	7	3
Oxígeno	3	1
Azufre	1	1

* Datos expresados en % en masa

b. Características generales

Tabla 5.11: Características generales del carbón

CARBÓN		
PCI (kcal/kg)	PROCESOS EN LOS QUE SE UTILIZA	SUMINISTRO
Depende del tipo de carbón	– Cocción	Mediante camiones
ESTADO		
Sólido		
TIPO DE ALMACENAMIENTO	EFICIENCIA ENERGÉTICA	RESULTADOS ECONÓMICOS
En almacén o a la intemperie	Su bajo PCI junto con una generación de cenizas elevada hacen que su eficiencia sea baja	Su precio se sitúa entre el coque de petróleo y el gas

El consumo de carbón en el sector cerámico está desapareciendo a favor de otros combustibles más eficientes desde el punto de vista energético y ambiental, como el coque de petróleo o el gas natural.

5.1.6. Biomasa

Se presentan las características principales de uno de los tipos de biomasa más utilizados en el sector, el orujillo. Su composición y otro tipo de datos podrán variar en función del tipo de biomasa.

a. Composición química

La composición química del orujillo es:

Tabla 5.12: Composición química del orujillo

ELEMENTO	PORCENTAJE (%)
Carbono	50,00
Hidrógeno	6,40
Azufre	0,11
Nitrógeno	1,20
Oxígeno	34,50
Cloro	0,10
Otros	8,69

b. Características generales

Tabla 5.13: Características generales de la biomasa

BIOMASA		
PCI (kcal/kg)	PROCESOS EN LOS QUE SE UTILIZA	SUMINISTRO
Entre 2.831 y 4.541 (dependiendo del grado de humedad)	– Cocción – Secado	Mediante camiones
ESTADO		
Sólido		
TIPO DE ALMACENAMIENTO	EFICIENCIA ENERGÉTICA	RESULTADOS ECONÓMICOS
En almacén o a la intemperie	Si bajo PCI hacen que su eficiencia energética sea baja	Su coste es elevado y variable debido principalmente a su disponibilidad

5.1.7. Emisiones producidas

En este apartado se comparan las emisiones producidas por cada uno de los combustibles a partir de factores de emisión obtenidos de distintas fuentes oficiales:

Tabla 5.14: Factores de emisión por tipo de combustible

	TIPO DE HORNO	GAS NATURAL	COQUE DE PETRÓLEO	FUEL	CARBÓN	BIOMASA
SO₂ (kg/tonelada de producción)	Túnel	0,335 (E)	1,17 (C)	2 (C)	3,665 (C)	0,335 (E)
	Hoffman	—		2,950 (E)	6,065 (E)	—
CO (kg/tonelada de producción)	Túnel	0,030 (C)	0,17 (C)	0,060 (C)	0,715 (C)	0,8 (C)
	Hoffman	0,075 (C)		0,095 (C)	1,195 (C)	—
CO₂ (kg/MJ)	General	0,05629 (N)	0,09919 (N)	0,07748 (N)	0,0946 (N)	0,096 (N) Aserrín, orujillo...
NO₂ (kg/tonelada de producción)	Túnel	0,090 (C)	0,34 (C)	0,550 (C)	0,725 (C)	0,185 (E)
	Hoffman	0,250 (C)		0,810 (C)	1,175 (C)	—
Partículas (kg/tonelada de producción)	General	0,435	No disponible	No disponible	0,7	0,425

E: fuente EPA; C: fuente CORINAIR, N: Datos publicados por España a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático

A la vista de estos datos se puede deducir, en primer lugar, que en general las emisiones en un horno tipo Hoffman son más elevadas que en uno de tipo túnel independientemente del tipo de combustible utilizado. Este hecho junto a su menor rendimiento energético, hacen que se haya producido una disminución en la utilización de este tipo de hornos en el sector, sobretodo en los países donde la economía y tecnología permite un cambio de esta magnitud dentro de la instalación.

En segundo lugar se observa que los combustibles con menos emisiones son el gas natural y la biomasa, seguidos del coque de petróleo, y por último el fuel y el carbón con una emisión de contaminantes más elevada.

El contenido más elevado de azufre en combustibles como el coque de petróleo o el fuel, no supone un problema en el sector en cuanto a emisiones de SO₂ ya que la cocción de arcillas en la industria cerámica se realiza en hornos donde los gases de combustión entran en contacto con el producto y la composición de las arcillas hace que una parte importante del SO₂ sea retenido por el producto final, sin que se produzca su emisión a la atmósfera en forma de contaminante gaseoso.

Analizando los controles de emisión y comparando sus resultados con los que cabría esperar en el caso de emitir todo el SO₂ producido en la combustión se puede estimar que queda retenido entre un 60% y un 80% del dióxido de azufre producido.

Cabe destacar que esta incorporación no tiene efectos negativos sobre las propiedades mecánicas macroscópicas del producto final, proporcionando además una mejora de su aspecto exterior.

5.1.8. Comparación de combustibles

Una vez analizadas las principales características de los combustibles más utilizados del sector, se recogen las principales ventajas e inconvenientes de cada uno.

Tabla 5.15: Ventajas e inconvenientes de la utilización de los distintos combustibles en el sector de la cerámica estructural

COMBUSTIBLE	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Gas natural	<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones al aire menores que el resto de combustibles • PCI elevado • Transporte cómodo y limpio 	<ul style="list-style-type: none"> • Precio elevado • La infraestructura necesaria no llega a todas las instalaciones
Coque de petróleo	<ul style="list-style-type: none"> • Precio bajo • Se puede mezclar con las arcillas • Disponibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede producir la emisión de partículas en el transporte y almacenamiento • Emisiones al aire moderadas • Elevado contenido de azufre (aunque las emisiones son catalizadas durante el proceso)
Coque micronizado	<ul style="list-style-type: none"> • Precio bajo • El transporte y almacenamiento no genera la emisión de partículas • PCI más elevado que el coque convencional • Disponibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones al aire moderadas • Elevado contenido en azufre (aunque las emisiones son catalizadas durante el proceso)
Fuel	<ul style="list-style-type: none"> • PCI elevado • Almacenamiento y transporte sin generación de emisiones 	<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones al aire significativas en la combustión • Precio elevado • Complejidad de manipulación en la precombustión • Peligrosidad en el almacenamiento en instalaciones antiguas
Carbón	<ul style="list-style-type: none"> • Precio medio • Disponibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones al aire elevadas • El almacenamiento y transporte puede generar una emisión de partículas elevada
Biomasa	<ul style="list-style-type: none"> • No computa a nivel de emisiones de CO₂ (ventaja respecto al protocolo de Kioto) • Su utilización es primada en muchos países 	<ul style="list-style-type: none"> • Precio elevado • Disponibilidad intermitente • Generalmente no se utiliza en el proceso de cocción

6. OPORTUNIDADES DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN EL SECTOR DE LA CERÁMICA ESTRUCTURAL

Con el objetivo de mejorar el comportamiento medioambiental de las industrias del sector de la cerámica estructural, en el presente capítulo se describen algunas actuaciones encaminadas a la prevención de la contaminación y a la reducción de la contaminación generada durante el proceso de fabricación. Sin embargo, existen una serie de factores que pueden afectar a la viabilidad de aplicación de este tipo de medidas, los más destacables son:

- Tecnología disponible.
- Situación económica de la empresa.

Por estos motivos y con el fin de realizar un manual que sea el máximo extensible a todos los países que conforman la región Mediterránea, se ha intentado no considerar las actuaciones que, por tener una repercusión económica elevada, sólo puedan ser adoptadas por empresas con una capacidad de inversión importante. En este sentido, se analizan las oportunidades con un periodo de retorno de la inversión a corto plazo, priorizando aquellas oportunidades que permiten una reducción en origen de la contaminación, en contra de la utilización de técnicas a final de línea, que en general son más costosas.

Las oportunidades de prevención de la contaminación se han clasificado en función de los siguientes puntos:

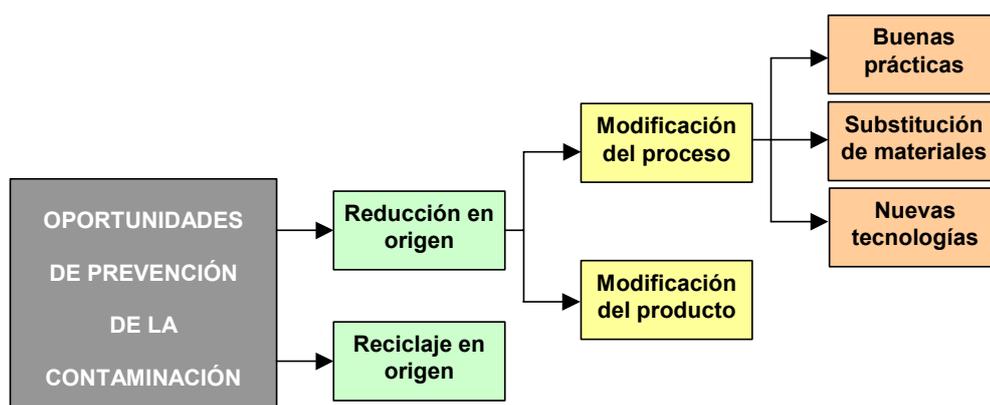


Figura 6.1: Clasificación de oportunidades de prevención de la contaminación

Donde se entiende por:

- **Reducción en origen:** eliminar o reducir la contaminación (o su grado de peligrosidad para el entorno) antes de que se genere, mediante modificaciones en el proceso, aplicación de buenas prácticas, cambio de materiales y de producto, o la utilización de tecnologías más respetuosas con el medioambiente.

- **Reciclaje:** oportunidad en la que un corriente residual es reaprovechado en el mismo proceso o en otro (si se realiza en el mismo centro productivo se considera reciclaje en origen).

Para cada una de las oportunidades de prevención de la contaminación se valoran los siguientes aspectos:

Tabla 6.1: Esquema básico para cada una de las oportunidades de prevención de la contaminación

OPORTUNIDAD-N: TÍTULO DE LA OPORTUNIDAD			
Tipo de oportunidad	Clasificación de la oportunidad según figura 3.11		
Proceso	Proceso productivo en el que tiene lugar la oportunidad	Aspecto afectado	Aspecto ambiental al que afecta la oportunidad
Problemática medioambiental			
Se describe la situación medioambiental que provoca la necesidad de mejora			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
Descripción de la oportunidad de prevención		Valoración cualitativa de las repercusiones económicas de la aplicación de la mejora	
		Balance medioambiental	
		Valoración cualitativa de las ventajas e inconvenientes medioambientales de la aplicación de la mejora	

Tabla 6.2: Lista de oportunidades de prevención de la contaminación

	OPORTUNIDADES DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN	TIPO DE OPORTUNIDAD
0-1	Reducción de la generación de emisiones difusas provocadas por la circulación de vehículos	Reducción en origen
0-2	Utilización de combustibles sólidos menos contaminantes durante la cocción	
0-3	Formación del personal de mantenimiento	
0-4	Facilitar la gestión de los residuos	
0-5	Disminución de la generación de residuos peligrosos	
0-6	Realización de la limpieza en seco	
0-7	Control periódico de maquinaria	Buenas prácticas
0-8	Instalación de reguladores en las mangueras de regado de producto acabado	
0-9	Regulación de la cantidad de aire introducida en el horno	
0-10	Control de agua del amasado	
0-11	Control de pérdidas en circuitos hidráulicos y de aire	Reciclaje en origen
0-12	Reutilización del producto antes de la cocción	
0-13	Aprovechamiento de gases calientes del horno para el secado	Modificación del proceso
0-14	Reducción de emisiones difusas durante el almacenamiento de materia prima y/o combustible	
0-15	Disminución de las emisiones difusas en el exterior de la planta	
0-16	Utilización de cogeneración para la generación de vapor	Nuevas tecnologías
0-17	Instalación de contadores de consumo de gas natural	
0-18	Instalación de quemadores de alta velocidad durante el precalentamiento del horno	
0-19	Disminución de ruido durante la molienda	
0-20	Utilización de un sistema de iluminación de bajo consumo	
0-21	Instalación de cisternas de doble clic	
0-22	Mejoras en la distribución de aire en secaderos	
0-23	Sustitución de motores convencionales por otros de alto rendimiento	
0-24	Realización de extrusión dura	

6.1. REDUCCIÓN EN ORIGEN

Tabla 6.3: Oportunidad de prevención nº 1

0-1 REDUCCIÓN DE LA GENERACIÓN DE EMISIONES DIFUSAS PROVOCADAS POR LA CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS			
Tipo de oportunidad	Reducción en origen		
Proceso	Circulación de vehículos	Aspecto afectado	Emisiones al aire
Problemática medioambiental			
En muchas ocasiones el suelo de la parcela donde se ubica la instalación no se encuentra asfaltado, este hecho junto a la circulación de camiones (que transportan materia prima, producto acabado, combustibles, etc.) u otros vehículos provocan la emisión de polvo			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
<ul style="list-style-type: none"> – Pavimentación del suelo de la parcela – Humectación de la parcela 		La pavimentación de la parcela no supone un gasto demasiado elevado para la instalación	
		Balance medioambiental	
		Disminución de la generación de emisiones difusas (partículas). En el caso de humectación del suelo se produce un consumo de agua	

Es aconsejable que las zonas por las cuales circulan los camiones y otros vehículos estén pavimentadas y la superficie debe mantenerse lo más limpia posible para evitar las emisiones difusas.

En este contexto, mantener húmedas las superficies de la instalación por la que existe desplazamiento de vehículos puede reducir las emisiones de polvo, especialmente durante las estaciones secas.

Tabla 6.4: Oportunidad de prevención nº 2

0-2 UTILIZACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS MENOS CONTAMINANTES DURANTE LA COCCIÓN			
Tipo de oportunidad	Reducción en origen		
Proceso	Cocción	Aspecto afectado	Emisiones al aire
Problemática medioambiental			
Como se ha comentado en el capítulo 5 el uso de combustibles sólidos en la fase de cocción está muy extendido en el sector. Por otro lado la cocción de producto cerámico es el proceso en el que se generan más emisiones al aire de manera directa (debido a la combustión) e indirecta (emisiones difusas por almacenamiento de combustible a la intemperie)			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
Utilización de combustibles sólidos eficientes desde el punto de vista ambiental como el coque micronizado		La utilización de coque de petróleo como combustible en el horno implica un cambio en la tecnología utilizada (quemadores del horno), hecho que supone una inversión amortizable en distintos plazos en función del tipo de combustible original utilizado	
		Balance medioambiental	
		Disminución de emisiones difusas	

Tal y como se ha comentado en el apartado 2.2.3 del presente manual el coque micronizado supone la evolución del coque de petróleo convencional y aporta una serie de características que suponen una cierta mejora desde el punto de vista medioambiental respecto a otros combustibles sólidos como el carbón. El tamaño de grano al que se llega después de un proceso de molturación (de unas 20 micras), facilita su almacenamiento y suministro.

El almacenamiento de este combustible se hace mediante silos y su aporte al horno es canalizado, lo que hace que no esté en contacto con el aire ambiente y por tanto, no se produzca emisión de polvo.

Tabla 6.5: Oportunidad de prevención nº 3

0-3 FORMACIÓN DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO			
Tipo de oportunidad	Reducción en origen		
Proceso	Mantenimiento	Aspecto afectado	Generación de residuos
Problemática medioambiental			
El proceso de mantenimiento llevado a cabo en las instalaciones puede generar una cantidad importante de residuos debido a las malas prácticas en la manipulación de los distintos productos utilizados como aceite lubricante			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
Evitar los vertidos de aceite		Esta oportunidad no supone ningún gasto para la empresa	
		Balance medioambiental	
		Disminución de la generación de residuos	

En las empresas del sector cerámico se utiliza aceite lubricante para la maquinaria involucrada en el proceso. El material que se ponga en contacto con los posibles vertidos que se produzcan debido a un mal uso (trapos sucios, serrín, etc.). Deberá ser tratado como residuo peligroso. En este mismo sentido, los recipientes que han contenido el aceite, también son residuos peligrosos, y están tratados en la oportunidad número 5.

Realizar formación al personal de los métodos de manipulación correcta de este aceite puede evitar la generación de un importante número de residuos que deberán ser tratados como peligrosos, reduciendo así en origen su cantidad, y disminuyendo costes de gestión.

Tabla 6.6: Oportunidad de prevención nº 4

0-4 FACILITAR LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS			
Tipo de oportunidad	Reducción en origen		
Proceso	Todos	Aspecto afectado	Generación de residuos
Problemática medioambiental			
La generación de residuos en el proceso de fabricación de productos cerámicos			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
Aplicación de medidas para disminuir la cantidad de residuos generados o para facilitar su transporte y gestión		Esta oportunidad se basa en buenas prácticas que no suponen un gasto adicional para la empresa	
		Balance medioambiental	
		Disminución de la generación de residuos/Facilitación de su gestión	

Como se ha comentado en el apartado 5.6, el sector de la cerámica estructural genera poca variedad de residuos pero la cantidad de alguno de ellos puede ser significativo. Es por esta razón que es importante aplicar una serie de buenas prácticas de carácter general que permiten la reducción en origen de los mismos, o cuando no es posible facilita su transporte y gestión.

Dichas medidas son las siguientes:

1. Realizar un control adecuado de los productos de almacén
2. Utilización de depósitos reutilizables para los productos utilizados en grandes cantidades
3. En el caso de que la instalación disponga de laboratorio, evitar el vertido de sustancias residuales utilizadas a la red general, realizando una recogida selectiva y su posterior gestión
4. Retirar en seco los residuos sólidos para facilitar su transporte y gestión posterior
5. Recoger los residuos que vayan a ser reciclados, disponiendo de contenedores bien identificados para cada tipo de residuo en una zona próxima al lugar de generación del residuo
6. Compactar los residuos de envases para ahorrar espacio de almacén y gastos de transporte
7. Señalizar y etiquetar adecuadamente los productos o residuos peligrosos
8. Formación y sensibilización al personal

Tabla 6.7: Oportunidad de prevención nº 5

0-5 DISMINUCIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS			
Tipo de oportunidad	Reducción en origen		
Proceso	Mantenimiento de maquinaria	Aspecto afectado	Generación de residuos
Problemática medioambiental			
Debido al mantenimiento llevado a cabo en la maquinaria involucrada en el proceso, se generan cantidades significativas de envases de aceites que deben ser tratados como residuos peligrosos			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
Consumo de envases con más capacidad		El consumo de envases con más capacidad supone un ahorro (aunque sea poco considerable) para la instalación debido a la compra de los mismos y a que se debe gestionar menor cantidad	
		Balance medioambiental	
		Disminución en la generación de residuos	

Durante el mantenimiento de la maquinaria involucrada en el proceso de fabricación de materiales cerámicos, y tal como se ha comentado en la oportunidad número 5 se consume una cantidad apreciable de aceite lubricante con la consecuente generación de envases que son calificados como residuos peligrosos según el catálogo europeo de residuos (CER) y, por lo tanto deben ser gestionados teniendo en cuenta su naturaleza y recogidos mediante un gestor autorizado con el coste que conlleva.

Una manera de disminuir este tipo de residuos es comprar dicho aceite al proveedor mediante envases con una capacidad más elevada, de manera que se produce una disminución de los residuos peligrosos generados junto con el coste de recogida por parte del gestor de los envases.

Tabla 6.8: Oportunidad de prevención nº 6

0-6 REALIZACIÓN DE LA LIMPIEZA EN SECO			
Tipo de oportunidad	Reducción en origen		
Proceso	Limpieza	Aspecto afectado	Generación de aguas residuales
Problemática medioambiental			
Durante el proceso de fabricación de productos cerámicos se genera una gran cantidad de polvo que debe ser limpiado por el equipo de limpieza de la planta. Este proceso se lleva a cabo, en algunas instalaciones mediante el regado de suelos con la consecuente generación de aguas residuales			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
Realización de la limpieza en seco		Los equipos de limpieza por aspiración no suponen una inversión elevada	
		Balance medioambiental	
		Disminución de la generación de aguas residuales	

En las instalaciones del sector cerámico se genera una cantidad importante de polvo debido a la propia manipulación de la arcilla en los distintos procesos productivos.

Debido a este hecho, la limpieza mediante riego puede generar una cantidad apreciable de aguas residuales, por lo que es recomendable realizar este proceso mediante equipos de aspiración en seco.

6.2. BUENAS PRÁCTICAS

Tabla 6.9: Oportunidad de prevención nº 7

0-7 CONTROL PERIÓDICO DE MAQUINARIA			
Tipo de oportunidad	Buenas prácticas		
Proceso	Todos	Aspecto afectado	Todos
Problemática medioambiental			
La falta de mantenimiento en la maquinaria puede provocar la emisión de contaminantes respecto a los diferentes vectores, junto a un aumento de la generación de residuos y muchas veces, mayor consumo eléctrico por la existencia de fugas			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
Realizar un mantenimiento periódico de la maquinaria involucrada en el proceso que garantice el correcto funcionamiento de la misma. Este mantenimiento dependerá de las características específicas de cada instalación y del tipo de tecnología del que disponga		En el caso que el mantenimiento se lleve a cabo por personal interno, los costes serán menores que contratando un servicio externo	
		Balance medioambiental	
		Con un buen mantenimiento de la maquinaria se producirá una reducción de contaminantes sobre los distintos vectores junto con una menor generación de residuos y consumo eléctrico	

Debido a que en el proceso de fabricación de cerámica estructural existe una notable cantidad de maquinaria involucrada, es necesario realizar un mantenimiento adecuado ya que, es una buena manera de reducir las emisiones y conseguir un mayor rendimiento.

En la siguiente tabla se muestran ejemplos de maquinaria involucrada en el proceso junto con el mantenimiento correcto a realizar:

Tabla 6.10: Mantenimiento de la maquinaria

MÁQUINA	PROCESO	MANTENIMIENTO	COMENTARIOS
Molino de martillos	Molienda de arcilla	Control de rotura del tamiz	Si el tamiz es cambiado antes de que se rompa evitaremos la contaminación de silos de polvo con impurezas
Amasadora	Amasado	Regulación de la cantidad de agua mezclada	Si el contenido en agua de la arcilla es el correcto la pieza conformada (consumiendo menos energía en el secadero)
Cintas transportadoras	Transporte de arcilla en la planta	Limpieza de las cintas	La arcilla seca se adhiere a la cinta y provoca que la arcilla transportada se desprenda generando un residuo
Extrusora	Moldeo del material	Mantenimiento de placas o peines y estrellas de entrada a la cámara de vacío	Con una buena desaireación se consigue una pieza con las características correctas

Tabla 6.11: Oportunidad de prevención nº 8

0-8 INSTALACIÓN DE REGULADORES EN LAS MANGUERAS DE REGADO DE PRODUCTO ACABADO			
Tipo de oportunidad	Buenas prácticas		
Proceso	Humectación de material acabado	Aspecto afectado	Consumo de agua/Generación de aguas residuales
Problemática medioambiental			
A menudo, una vez el material es cocido el producto es regado para conseguir la consistencia requerida por el cliente. Dicho proceso genera aguas residuales ya que con el contacto con el material se adicionan al agua partículas desprendidas del producto			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
La instalación de reguladores en las mangueras de agua provoca que en cualquier momento se controle la cantidad de agua que se aplica e incluso se pueda cortar el caudal sin necesidad de cerrar el grifo		La instalación de este tipo de reguladores supone un gasto muy pequeño, asumible para todo tipo de instalaciones	
		Balance medioambiental	
		Mediante este tipo de actuación se produce una disminución del consumo de agua y se generan menor cantidad de aguas residuales	

Como se ha comentado en el punto 4.5, el proceso de regado de material acabado es la actuación donde la industria de cerámica estructural genera más cantidad de aguas residuales ya que, en el resto de procesos, toda el agua incorporada es consumida sin producir ningún tipo de sobrante (por ejemplo en procesos como la molienda por vía semi-húmeda o el amasado).

Existen diferentes tipos de reguladores de mangueras que pueden variar en función del su grosor y de la presión del agua, el regulador nos permite controlar la cantidad y presión con la que sale el agua y, si es necesario, cortar el flujo sin necesidad de ir al grifo correspondiente. Esto hace que podamos aplicar en cada momento la cantidad de agua que es necesaria y así minimizar el consumo y la generación de aguas residuales.

Tabla 6.12: Oportunidad de prevención nº 9

0-9 REGULACIÓN DE LA CANTIDAD DE AIRE INTRODUCIDA EN EL HORNO			
Tipo de oportunidad	Buenas prácticas		
Proceso	Cocción	Aspecto afectado	Emisiones al aire
Problemática medioambiental			
Una mala combustión en el horno de cocción puede generar la presencia de inquemados (principalmente CO) por un defecto de aire en el proceso			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
En el interior del horno de cocción es necesario mantener la circulación de un caudal elevado de aire para asegurar que la cocción es correcta. El caudal de aire asegura que el calor se reparta de forma rápida y uniforme y que el combustible se quema en su totalidad, disminuyendo o eliminando la presencia de inquemados en las emisiones		El control por parte de un operario de que el caudal de aire introducido en el horno es el correcto no supone un gasto adicional para la empresa	
		Balance medioambiental	
		<ul style="list-style-type: none"> – Disminución considerable de la presencia de inquemados en los gases provenientes de la cocción – Ahorro de combustible 	

La regulación de la cantidad de aire introducido en el horno de cocción para la combustión, es un aspecto muy importante en el sector cerámico. La presencia de un exceso de CO en los gases de combustión indica una combustión no completa (incorrecta).

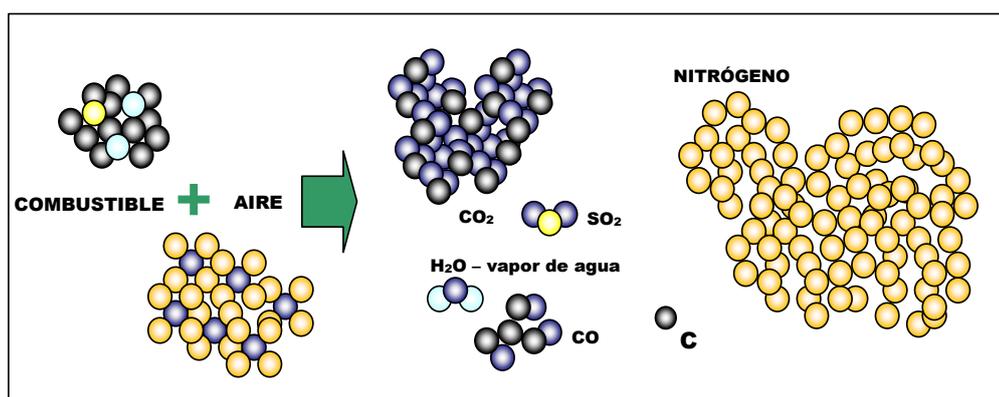


Figura 6.2: Combustión con defecto de aire

Tabla 6.13: Oportunidad de prevención nº 10

0-10 CONTROL DE AGUA DEL AMASADO			
Tipo de oportunidad	Buenas prácticas		
Proceso	Amasado	Aspecto afectado	Consumo de energía
Problemática medioambiental			
En el proceso de amasado se produce una mezcla de la arcilla molida con una cantidad de agua, que es consumida totalmente. No obstante, un exceso de humedad en la pasta arcillosa provoca mayor consumo energético en el proceso de secado			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
Ajuste del agua en el proceso amasado		Esta oportunidad no supone ningún tipo de gasto adicional	
		Balance medioambiental	
		Reducción del consumo energético en el secadero	

El ajuste de agua de amasado en base a la medida de la humedad de la mezcla arcilla-agua permite que la humedad de la pasta arcillosa a la salida de la extrusora sea constante y que el contenido en agua de la arcilla sea ligeramente inferior, de manera que el consumo energético del secadero será menor.

Esta es una práctica que no requiere unos grandes recursos humanos ni económicos. Una vez controlado el grado de humedad óptimo que deberá tener la pieza al salir de la extrusora en función de las características de la instalación (tipo de arcilla utilizada, tipo de secadero, etc.), simplemente se deberá controlar periódicamente que la aportación de agua sea la adecuada.

Tabla 6.14: Oportunidad de prevención nº 11

0-11 CONTROL DE PÉRDIDAS EN CIRCUITOS HIDRÁULICOS Y DE AIRE			
Tipo de oportunidad	Buenas prácticas		
Alcance	Órganos de control de los circuitos hidráulicos y de aire	Aspecto afectado	Consumo energético
Problemática medioambiental			
La pérdidas producidas en órganos de control de los circuitos hidráulicos y de aire pueden alcanzar hasta el 25 o 30 % de la potencia consumida en bombas y ventiladores			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
– Revisión periódica de equipos		La revisión de equipos puede ser llevada a cabo por los mismos operarios de la empresa sin ningún coste adicional	
		Balance medioambiental	
		Mejora del rendimiento y reducción del consumo energético	

A parte de la revisión de equipos existen otro tipo de actuaciones encaminadas a la minimización y control de pérdidas descritas en el apartado 7.2 de ejemplos prácticos.

6.3. RECICLAJE EN ORIGEN

Tabla 6.15: Oportunidad de prevención nº 12

0-12 REUTILIZACIÓN DEL PRODUCTO ANTES DE LA COCCIÓN			
Tipo de oportunidad	Reciclaje en origen		
Proceso	Moldeo	Aspecto afectado	Generación de residuos
Problemática medioambiental			
<p>En el proceso de moldeo se genera la pieza con la forma deseada. Es habitual la generación de trozos de pasta arcillosa sobrante.</p> <p>Por otro lado, en el apilado de estas piezas que salen de la galletera se detectan piezas ya formadas que son defectuosas y que deben ser retiradas antes de su entrada en el secadero</p>			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
<p>En primer lugar se pueden instalar una serie de contenedores en las zonas susceptibles de acumular este tipo de residuo para su almacenamiento de manera que la pasta se mantenga limpia</p> <p>Una vez detectado y separado puede volver a reintroducirse en la amasadora para ser reaprovechado en el proceso ya que el material no ha perdido sus cualidades</p>		<p>El proceso de reintroducción del material puede ser manual o automatizado, en este segundo caso la inversión será más elevada.</p> <p>La instalación de diferentes contenedores en zonas de la empresa/fábrica no supone un gasto económico destacable</p>	
		Balance medioambiental	
		El reaprovechamiento de material en el proceso reduce la generación de residuos	

En la siguiente imagen se muestra un contenedor con material defectuoso situado en la zona de apilamiento de producto que puede ser reaprovechado después de la galletera:



Imagen 6.1: Producto defectuoso después del moldeo

6.4. MODIFICACIÓN DEL PROCESO

Tabla 6.16. Oportunidad de prevención nº 13

0-13 APROVECHAMIENTO DE GASES CALIENTES DEL HORNO PARA SECADO			
Tipo de oportunidad	Modificación del proceso		
Proceso	Cocción/Secado	Aspecto afectado	Emisiones al aire/Consumo de combustible
Problemática medioambiental			
En muchas instalaciones del sector, el proceso de secado se realiza mediante la instalación de quemadores que consumen gas natural, biomasa u otros combustibles. En este tipo de secaderos se generan emisiones al aire de gases de combustión, partículas, etc en mayor o menor proporción en función del combustible utilizado			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
Aprovechamiento de los gases de cocción para el secadero		La viabilidad económica de la instalación de este tipo de infraestructura dependerá de la distancia entre horno y secadero y las características de la instalación. En general no supone una inversión elevada	
		Balance medioambiental	
		Este reaprovechamiento permite que la instalación reduzca la emisión de contaminantes al aire, y además se produce una disminución en el consumo de combustible global de la empresa. Otro aspecto a destacar es la emisión al aire de gases sin calor residual	

Esta es una técnica cada vez más generalizada en instalaciones de nueva creación ya que es fácil de introducir en el diseño inicial.

No obstante, como ya se ha comentado, la distribución de la maquinaria en la planta y sus características determinarán en gran medida la viabilidad de instalación de este tipo de sistema.

En general es una oportunidad que da buenos resultados aunque su instalación no excluye que algunas empresas deban tener quemadores suplementarios para el correcto secado del material.

Tabla 6.17: Oportunidad de prevención nº 14

0-14 REDUCCIÓN DE EMISIONES DIFUSAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA Y/O COMBUSTIBLE			
Tipo de oportunidad	Modificación del proceso		
Proceso	Almacenamiento de arcilla	Aspecto afectado	Emisiones al aire
Problemática medioambiental			
El almacenamiento de la materia prima y/o combustible en pilas al exterior de la instalación es una fuente importante de emisiones difusas de polvo			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
<ul style="list-style-type: none"> – Almacenamiento en nave cerrada o tolva de almacenamiento – Barreras de protección contra el viento – Rociadores de agua 		La inversión llevada a cabo por la instalación variará en función del tipo de medida correctora que se instale. La incorporación de barreras de protección contra el viento supone una inversión baja, ideal para empresas con almacenamiento exterior ya existente	
		Balance medioambiental	
		Disminución de la generación de emisiones difusas (partículas)	

Las emisiones difusas son aquellas que están causadas por el desarrollo normal de la actividad productiva y que no tienen un foco o focos de emisiones vehiculadas. Las más usuales en el sector cerámico estructural son producidas por el almacenamiento de materia prima y/o combustible, y por el movimiento de vehículos por el interior de la parcela donde se ubica la instalación (esta oportunidad ha sido analizada en el presente manual con la referencia 0-1).

Las principales actuaciones que se pueden realizar para evitar emisiones difusas en el almacenamiento de materia prima y/o combustible son las siguientes:

- **Eliminación del almacenamiento exterior en pilas.** El almacenamiento de materiales pulvulentos en pilas al exterior de la instalación puede ser sustituido por el almacenamiento en nave cerrada o mediante tolvas de almacenamiento que suponen una reducción importante de las emisiones difusas.



Imagen 6.2: Almacenamiento de materia prima en nave cerrada

- **Barreras de protección contra el viento de las zonas de almacenamiento exterior.** Si el almacenamiento exterior en pilas ya existe y es difícil de sustituir es posible reducir las emisiones difusas de polvo usando barreras contra el viento diseñadas para cada caso concreto.
- **Rociadores de agua.** En los casos en los que la fuente de polvo está bien localizada, se puede instalar un sistema de irrigación con agua mediante un sistema de inyección en spray. Este tipo de actuación disminuye considerablemente la emisión de partículas, aunque puede generar aguas residuales.



Foto cedida por Cerámica Espíritu Santo, AS

Imagen 6.3: Rociadores de agua para la materia prima

Tabla 6.18: Oportunidad de prevención nº 15

0-15 DISMINUCIÓN DE LAS EMISIONES DIFUSAS EN EL EXTERIOR DE LA PLANTA			
Tipo de oportunidad	Modificación del proceso		
Proceso	Transporte de arcilla en la instalación	Aspecto afectado	Emisiones al aire
Problemática medioambiental			
En muchas instalaciones el transporte de arcilla en el exterior de la planta se realiza mediante cintas transportadoras (ver apartado 3.2 del manual) que, debido al movimiento generan polvo			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
Colocación de barreras de protección en las cintas transportadoras		La instalación de este tipo de medidas supone un gasto más elevado para instalaciones existentes que para empresas en fase de diseño	
		Balance medioambiental	
		Reducción de las emisiones difusas en el exterior de la planta	

En la siguiente imagen se muestra una cinta transportadora con las barreras de protección incorporadas, evitando así la emisión de polvo durante el transporte de la arcilla:



Fuente: Fotografía cedida por Cerámica Carbonell

Imagen 6.4: Cinta tapada para el transporte de arcilla

6.5. NUEVAS TECNOLOGÍAS

Tabla 6.19: Oportunidad de prevención nº 16

0-16 UTILIZACIÓN DE COGENERACIÓN PARA LA GENERACIÓN DE VAPOR			
Tipo de oportunidad	Nuevas tecnologías		
Proceso	Amasado/Secado/Generación eléctrica de la instalación	Aspecto afectado	Emisiones al aire/Consumo de combustible
Problemática medioambiental			
Gran parte de la maquinaria involucrada en el proceso consume electricidad procedente, principalmente de la red suministradora			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
Instalación de motores de cogeneración que puedan abastecer de energía eléctrica y térmica el proceso sin necesidad de conexión a la red eléctrica pública		La inversión es inicialmente elevada pero el rendimiento de un motor de cogeneración es elevado y la energía eléctrica sobrante puede ser vendida	
		Balance medioambiental	
		Se produce un consumo de combustible y emisiones al aire, pero los motores de cogeneración son más eficientes que los convencionales, por lo que obtenemos para un mismo consumo de combustible, más energía	

Cabe destacar que existen diferentes tipos de motores de cogeneración, que generalmente funcionan con fuel o con gas natural. Los que utilizan gas natural presentarán unas emisiones a nivel global menores que los que utilizan fuel como combustible.

La energía aportada por la cogeneración en las industrias del sector cerámico puede utilizarse en:

- a) Aire caliente para el secadero
- b) Gases calientes de combustión (en el caso que la instalación disponga de prehorno)
- c) Vapor para el amasado (en el caso que la instalación aporte la humedad a la arcilla mediante vapor)

Por lo tanto, los motores de cogeneración serán rentables para instalaciones que realicen su proceso con las características anteriormente indicadas, y que aseguren el aprovechamiento al máximo la energía generada por los motores de cogeneración.

Otro aspecto ambiental que se deberá tener en cuenta es la generación de ruido durante su funcionamiento ya que puede ser importante sobretodo en motores antiguos, o cuyo mantenimiento no haya sido correcto.

Tabla 6.20: Oportunidad de prevención nº 17

0-17 INSTALACIÓN DE CONTADORES DE CONSUMO DE GAS NATURAL			
Tipo de oportunidad	Nuevas tecnologías		
Proceso	Cocción/Secado	Aspecto afectado	Consumo de combustible/Emisiones al aire
Problemática medioambiental			
En general, las instalaciones que utilizan gas natural en su proceso disponen de un contador de que controla el consumo global de la planta. Este hecho hace que no se conozca el consumo individual de gas de cada uno de los procesos y de la maquinaria involucrada			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
Instalación de un contador para cada uno de los procesos que utilicen este combustible		En instalaciones nuevas no supone un gasto elevado, en cambio, en instalaciones existentes la inversión dependerá de sus características físicas	
		Balance medioambiental	
		El control individual del consumo de gas natural permitirá identificar el proceso que consume más combustible, así como, detectar aumentos de consumo y aplicar medidas correctivas si es necesario	

En un sector donde los costes energéticos pueden suponer hasta el 30 o 40% de los costes de fabricación, la implantación de medidas de control de consumo implican por si mismas un ahorro energético a tener en cuenta.

El control de los consumos y la adopción de medidas para reducirlos, puede suponer ahorros energéticos con el simple hecho de mantener los parámetros de funcionamiento óptimo del proceso se mantengan a lo largo del tiempo.

Instalar contadores en las distintas máquinas que utilizan gas natural, permite conocer cuáles son las que consumen más, si existen variaciones en el consumo regular, y otros aspectos que ayudarán a la empresa a aplicar medidas correctoras.

En la siguiente imagen se muestra un contador de gas instalado en un entramado de tuberías de gas canalizado, que ofrece la lectura del volumen consumido:



Fuente: Fotografía cedida por cerámica Ladislao Laguna

Imagen 6.5: Contador de gas natural

Existen en el mercado diferentes tipos de contadores con distintos precios en función de su grado de sofisticación, y de la información que ofrecen. El modelo de la imagen indica entre otros datos, el volumen de gas sin corregir y corregido a temperatura y presión, el caudal y la compresibilidad.

Tabla 6.21: Oportunidad de prevención nº 18

0-18 INSTALACIÓN DE QUEMADORES DA ALTA VELOCIDAD DURANTE EL PRECALENTAMIENTO DEL HORNO			
Tipo de oportunidad	Nuevas tecnologías		
Proceso	Cocción	Aspecto afectado	Consumo de combustible
Problemática medioambiental			
Uno de los consumos de combustible más importantes producido en el proceso, es en el horno de cocción. Un aumento de consumo supone mayores emisiones al aire y una productividad menor			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
Instalación de quemadores de alta velocidad en la zona de precalentamiento del horno		La instalación de este tipo de tecnología sólo puede llevarse a cabo en hornos tipo túnel.	
		Para instalaciones existentes supone una inversión media aunque hay que tener en cuenta que lleva asociado un aumento de la productividad	
		Balance medioambiental	
		Disminución del consumo de combustible junto con la reducción de emisiones al aire	

Tabla 6.22: Oportunidad de prevención nº 19

0-19 DISMINUCIÓN DE RUIDO DURANTE LA MOLIENDA			
Tipo de oportunidad	Nuevas tecnologías		
Proceso	Molienda	Aspecto afectado	Generación de ruido
Problemática medioambiental			
El proceso de molienda llevado a cabo durante la fabricación de productos cerámicos genera una cantidad importante de ruido debido a la trituración de la arcilla			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
Cerramiento de la máquina de molienda		La inversión necesaria para la implantación de este tipo de medida es amortizable a medio plazo	
		Balance medioambiental	
		Disminución de la generación de ruido	

Existen distintos tipos de cerramientos, pero en este caso se considera que el más indicado por su efectividad sería el cerramiento estanco que existe para máquinas fijas en el interior de la empresa.

Este tipo de cerramiento se trata de una estructura que cubre o envuelve la fuente sonora (en este caso la máquina que realiza la molienda) para proteger el entorno de la misma.

Tabla 6.23: Oportunidad de prevención nº 20

0-20 UTILIZACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE BAJO CONSUMO			
Tipo de oportunidad	Nuevas tecnologías		
Alcance	Toda la planta	Aspecto afectado	Consumo eléctrico
Problemática medioambiental			
La iluminación de la planta implica un consumo significativo de electricidad			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
Cambiar el sistema de encendido y el tipo de lámparas por un sistema más eficiente		Una inversión realizada en la instalación de estos sistemas se amortiza a corto plazo	
		Balance medioambiental	
		Reducción del consumo eléctrico	

Las actuaciones para instalar este tipo de sistema más eficiente incluyen 2 aspectos:

- Introducción de balastos de encendido electrónico en las luminarias de fluorescentes con encendido por reactancia y cebador.
- Sustitución de lámparas de vapor de mercurio por las de vapor de sodio de alta presión.

Tabla 6.24: Oportunidad de prevención nº 21

0-21 INSTALACIÓN DE CISTERNAS DE DOBLE CLIC			
Tipo de oportunidad	Nuevas tecnologías		
Proceso	Secado	Aspecto afectado	Consumo de agua
Problemática medioambiental			
Consumo excesivo de agua en las cisternas de los sanitarios			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
Instalación de cisternas de doble clic		La recuperación de la inversión es a corto plazo	
		Balance medioambiental	
		Disminución del consumo de agua	

La instalación de cisternas de doble clic en los sanitarios supone una práctica cada vez más extendida en el sector industrial, debido a que la reducción de consumo de agua es significativa y la inversión es amortizable a corto plazo.

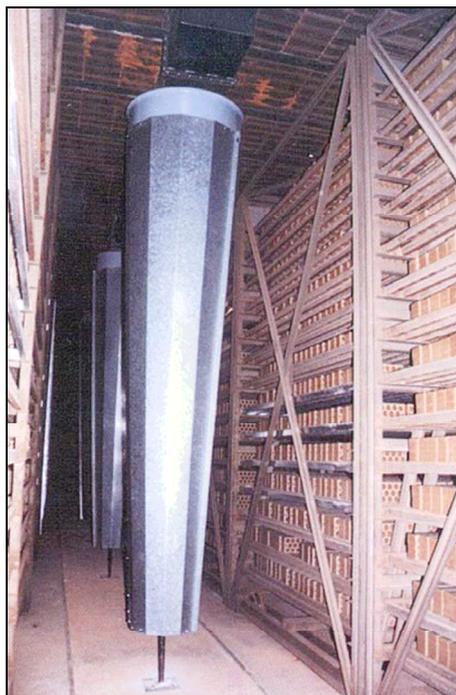
Tabla 6.25: Oportunidad de prevención nº 22

0-22 MEJORAS EN LA DISTRIBUCIÓN DE AIRE EN SECADEROS			
Tipo de oportunidad	Nuevas tecnologías		
Proceso	Secado	Aspecto afectado	Consumo energético
Problemática medioambiental			
La distribución de aire en el interior del secadero puede ser no uniforme, generando una pérdida de calor, junto con mayor consumo energético			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
Instalación de ventiladores de tipo cónico de distribución de calor		La instalación de este tipo de ventiladores no supone un coste muy superior a los convencionales	
		Balance medioambiental	
		Reducción del consumo energético en el proceso de secado	

En secaderos de tipo túnel, ya sean continuos o discontinuos, el aire es inyectado por la parte superior del recinto. La instalación de ventiladores cónicos permite regular la entrada de aire caliente a lo largo de toda la altura de la estantería. De esta manera el calor se reparte de manera más uniforme y esto favorece un consumo energético menor.

En la siguiente imagen se muestra un ventilador tipo cónico en un secadero de ladrillos, con su característica forma cónica a diferencia de los ventiladores convencionales³.

³ Ver apartado 3.5



Fuente: Junta de Andalucía
 Imagen 6.6: Ventiladores cónicos

Tabla 6.26: Oportunidad de prevención nº 23

0-23 SUSTITUCIÓN DE MOTORES POR OTROS DE ALTO RENDIMIENTO			
Tipo de oportunidad	Nuevas tecnologías		
Proceso	Todos los que involucran maquinaria con motores	Aspecto afectado	Consumo energético
Problemática medioambiental			
En las industrias dedicadas a la fabricación de cerámica estructural, se dispone de motores de potencia elevada (en general por encima de los 100 y 200 CV) que tienen un consumo eléctrico considerable			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
Sustitución de motores eléctricos convencionales por motores de alto rendimiento		Si se tiene en cuenta sólo el sobrecoste del equipo se puede amortizar en periodos de 1 a 2 años	
		Balance medioambiental	
		Reducción del consumo eléctrico	

Tabla 6.27: Oportunidad de prevención nº 24

0-24 REALIZACIÓN DE EXTRUSIÓN DURA			
Tipo de oportunidad	Nuevas tecnologías		
Proceso	Extrusión	Aspecto afectado	Consumo energético
Problemática medioambiental			
El consumo energético en el secadero es uno de los más importantes en el proceso de fabricación de productos cerámicos			
Oportunidad de prevención		Viabilidad económica	
Realización de la extrusión dura		El balance energético final es positivo, por lo que existe un ahorro económico	
		Balance medioambiental	
		Disminución del consumo energético	

Mediante la utilización de extrusoras con la capacidad de operar con mayor presión que las convencionales, se puede conseguir conformar la pieza cerámica con un menor contenido en humedad. Como consecuencia, el uso del secadero se convierte en prácticamente innecesario.

Como aspectos medioambientales asociados a esta oportunidad, se produce una disminución en el consumo térmico durante el secado, aunque como contrapartida aumenta el consumo eléctrico durante la extrusión. No obstante, el balance energético global es positivo.

6.6. TABLA RESUMEN

En la siguiente tabla se resumen los aspectos ambientales en los que inciden cada una de las oportunidades de prevención de la contaminación comentadas en el manual:

Tabla 6.28: Resumen de incidencia de las oportunidades de prevención de la contaminación sobre los aspectos ambientales

	OPORTUNIDADES DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN	EMISIONES ATMOSFÉRICAS	CONSUMO DE ENERGÍA	CONSUMO DE AGUA	GENERACIÓN DE RUIDO	CONSUMO DE COMBUSTIBLE	AGUAS RESIDUALES	GENERACIÓN DE RESIDUOS
0-1	Reducción de la generación de emisiones difusas provocadas por la circulación de vehículos	X						
0-2	Utilización de combustibles sólidos menos contaminantes durante la cocción	X						
0-3	Formación del personal de mantenimiento							X
0-4	Facilitar la gestión de los residuos							X
0-5	Disminución de la generación de residuos peligrosos							X
0-6	Realización de la limpieza en seco			X				
0-7	Control periódico de maquinaria	X	X	X	X	X	X	X
0-8	Instalación de reguladores en las mangueras de regado de producto acabado		X				X	
0-9	Regulación de la cantidad de aire introducida en el horno	X						
0-10	Control de agua del amasado		X					
0-11	Control de pérdidas en circuitos hidráulicos y de aire		X					
0-12	Reutilización del producto antes de la cocción							X
0-13	Aprovechamiento de gases calientes del horno para el secado	X				X		
0-14	Reducción de emisiones difusas durante el almacenamiento de materia prima y/o combustible	X						
0-15	Disminución de las emisiones difusas en el exterior de la planta	X						
0-16	Utilización de cogeneración para la generación de vapor	X				X		
0-17	Instalación de contadores de consumo de gas natural	X				X		
0-18	Instalación de quemadores de alta velocidad durante el precalentamiento del horno					X		
0-19	Disminución del ruido durante la molienda				X			
0-20	Utilización de un sistema de iluminación de bajo consumo		X					
0-21	Instalación de cisternas de doble clic			X				
0-22	Mejoras en la distribución de aire en secaderos		X					
0-23	Sustitución de motores convencionales por otros de alto rendimiento		X					
0-24	Realización de extrusión dura		X					

7. CASOS PRÁCTICOS

En este apartado se incluyen casos prácticos de algunas de las oportunidades de prevención descritas en el apartado anterior. Estos ejemplos ofrecen también algunos datos económicos que corresponden a los beneficios obtenidos con la aplicación de las opciones para la prevención de la contaminación.

Cabe destacar que los beneficios económicos pueden sufrir variaciones de un país a otro a causa de diferentes factores como costes de las materias primas, de la energía utilizada, de la mano de obra, etc. No obstante, dichos casos suponen un ejemplo orientativo de las repercusiones ambientales y económicas de aplicación de las oportunidades descritas en el presente manual.

Se recogen los siguientes ejemplos prácticos:

- Utilización de combustibles sólidos menos contaminantes
- Control de pérdidas en circuitos hidráulicos y de aire
- Regulación de la cantidad de aire introducida en el horno
- Reutilización del producto antes de la cocción
- Aprovechamiento de gases calientes del horno para el secadero
- Instalación de cogeneración
- Instalación de quemadores de alta velocidad en el horno
- Instalación de un sistema de iluminación de bajo rendimiento
- Instalación de cerramientos para la disminución de ruido
- Instalación de motores de alto rendimiento

7.1. UTILIZACIÓN DE COMBUSTIBLES SÓLIDOS MENOS CONTAMINANTES

Antecedentes

El uso de combustibles sólidos en la fase de cocción está muy extendido en el sector. El proceso de cocción de producto cerámico es en el que se generan más emisiones al aire de manera directa (debido a la combustión) e indirecta (emisiones difusas por almacenamiento de combustible a la intemperie) que puedan llegar a ser bastante elevadas en función de las características de la instalación y de la zona donde se encuentra ubicada.

Descripción

El coque micronizado supone la evolución del coque de petróleo convencional y aporta una serie de características que suponen una cierta mejora desde el punto de vista medioambiental respecto a otros combustibles sólidos como el carbón. El tamaño de grano al que se llega después de un proceso de molturación (de unas 20 micras), facilita su almacenamiento y suministro.

El almacenamiento de este combustible se hace mediante silos y su aporte al horno es canalizado, lo que hace que no esté en contacto con el aire ambiente y por tanto, no se produzca emisión de polvo.

En las dos siguientes imágenes se muestran, por un lado el tipo de suministro de coque de petróleo a la instalación y, por otro el almacenamiento de este combustible en silos:



Imagen 7.1: Suministro de coque de petróleo a la instalación



Imagen 7.2: Almacenamiento de coque de petróleo en silos

Puede observarse que en ambos casos el combustible permanece aislado del exterior evitando así cualquier tipo de emisiones (generación de partículas) debido a su manipulación.

Valoración

Como ya se ha comentado anteriormente, se producirá una disminución del 100% en la emisión de partículas producidas tanto por el almacenamiento como la manipulación de combustible (descarga de camiones).

Desde el punto de vista económico, la inversión necesaria para realizar el cambio de utilización de un combustible inicial a coque micronizado, dependerá del tipo de combustible original que se utilice en el horno. En la siguiente tabla se incluyen los periodos de retorno de la inversión en función del tipo de combustible inicial utilizado:

Tabla 7.1: Periodo de retorno de la inversión en función del combustible inicial

COMBUSTIBLE INICIAL	PERIODO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN
Gas natural	18 meses
Carbón	No estimado
Fuel	20 meses

Suponiendo consumos de 300t/día

7.2. CONTROL DE PÉRDIDAS EN CIRCUITOS HIDRÁULICOS Y DE AIRE

Antecedentes

Las pérdidas producidas en órganos de control de los circuitos hidráulicos y de aire pueden alcanzar hasta el 25 o 30 % de la potencia consumida en bombas y ventiladores, aumentando así el consumo de energía eléctrica de manera considerable.

Descripción

Existen distintas actuaciones encaminadas a la minimización y control de pérdidas:

- a) Revisión periódica de equipos por parte de personal interno a la empresa
- b) Instalación de motores de velocidad variable
- c) Implantación de deflectores de entrada del equipo

Por otro lado, el aislamiento de las tuberías en las que se produce la circulación tanto de vapor como de aire caliente supone otra medida de reducción de pérdidas ya que se reduce considerablemente la transmisión de calor entre tubería y aire ambiente.

Valoración

En la siguiente tabla se incluye el ahorro que se puede obtener mediante la aplicación de cada una de las opciones descritas:

Tabla 7.2: Ahorro

TIPO DE ACTUACIÓN	AHORRO	TIPO DE AHORRO
Instalación de motores de velocidad variable	25-30%	Consumo eléctrico
Implantación de deflectores de entrada	10-15%	Consumo eléctrico
Aislamiento de tuberías	1-3%	Consumo de combustible

7.3. REGULACIÓN DE LA CANTIDAD DE AIRE INTRODUCIDA EN EL HORNO

Antecedentes

La generación de humos durante el proceso de cocción del material cerámico, es uno de los aspectos ambientales más significativos en el sector cerámico estructural. En este sentido, una mala combustión en el horno de cocción puede generar la presencia de inquemados (principalmente CO) por un defecto de aire en el proceso.

Descripción

En el interior del horno de cocción es necesario mantener la circulación de un caudal elevado de aire para asegurar que la cocción es correcta. A la práctica la combustión completa del combustible no se puede obtener si no se introduce una cantidad de oxígeno superior a la teórica (estequiométrica).

Esto se debe a que el propio consumo de oxígeno en la combustión reduce su concentración en el aire y dificulta su reacción con el combustible aún no quemado.

En la siguiente tabla se muestra el exceso de aire necesario para la obtención de una combustión completa para cada tipo de combustible:

Tabla 7.3: Exceso de aire necesario según tipo de combustible

COMBUSTIBLE	EXCESO DE AIRE (%)
Hulla	35 – 50
Lignito	30 – 40
Antracita y coque	40
Carbones pulverizados	25 – 50
Combustibles líquidos	15 – 25
Combustibles gaseosos	5 - 15

Valoración

Con la optimización de los parámetros de combustión de los equipos de generación de calor se puede llegar a ahorrar entre un 2 y un 10% de combustible.

Por otro lado cabe destacar que en las combustiones incompletas no se aprovecha la totalidad de la energía química contenida en el combustible, emitiendo además hidrocarburos.

7.4. REUTILIZACIÓN DE PRODUCTO ANTES DE LA COCCIÓN

Antecedentes

Durante el proceso de extrusión o moldeo (ver apartado 3.4.2), el material es obligado a pasar por una boquilla que es la que da forma a la pieza y posteriormente es cortada para conseguir las dimensiones adecuadas en función del producto que se quiere obtener. Durante este proceso se generan una serie de sobrantes debido al propio corte realizado, que pueden ser reintroducidos en la amasadora sin que se produzca ningún tipo de pérdida de calidad de la materia prima.

Descripción

El proceso descrito anteriormente, puede automatizarse de manera que las piezas sobrantes procedentes del corte, sean reintroducidas en la amasadora a través de un sistema de cintas transportadoras que recogen el material para ser reaprovechado.

Por otro lado cabe destacar que en el proceso de apilado de material para ser introducido en el secadero, es frecuente que se produzca la rotura de algunas de las piezas, por lo tanto se pueden colocar una serie de contenedores para acumular dichas piezas defectuosas que también pueden ser reintroducidas en el proceso.

Valoración

La cantidad de piezas defectuosas generadas dependerá del tipo de instalación pero puede llegar a ser del orden del 1% de la producción de la planta. Mediante este sistema se produce un doble ahorro

debido a que se reaprovecha este sobrante como materia prima, y además se deja de gestionar como residuo, un producto que puede ser reaprovechado.

En la siguiente serie de imágenes se muestra un ejemplo práctico de dicho proceso.



Figura 7.1: Esquema de reaprovechamiento de material defectuoso antes de la cocción

7.5. APROVECHAMIENTO DE GASES CALIENTES DEL HORNO PARA EL SECADO

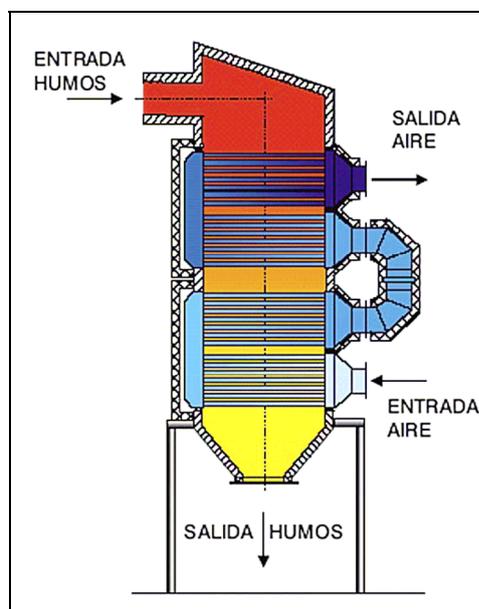
Antecedentes

En algunas instalaciones del sector, el proceso de secado de material antes de su entrada en el horno (ver apartado 3.5 del manual) se realiza mediante la instalación de quemadores que consumen combustible (gas natural, biomasa u otros) para el calentamiento de aire. Debido a este hecho se generan emisiones a la atmósfera de gases de combustión, partículas, etc en mayor o menor proporción en función del combustible utilizado.

La instalación de un sistema de aprovechamiento de los gases calientes del horno puede disminuir e incluso anular el consumo de combustible para el secado.

Descripción

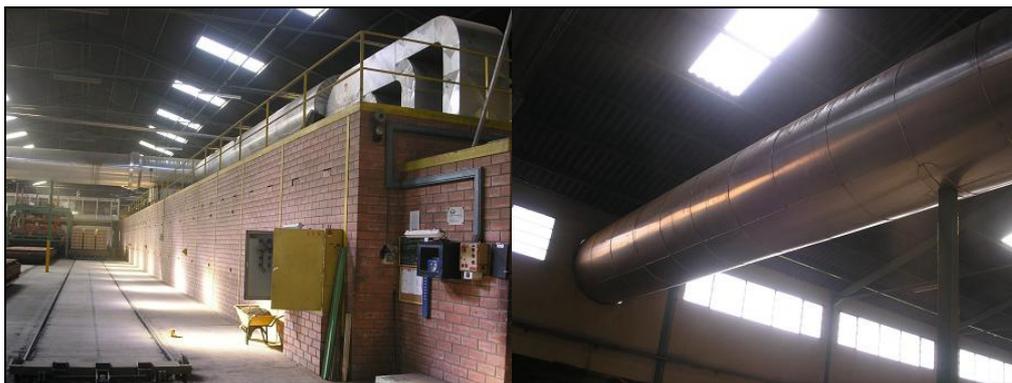
El sistema está formado por una tubería que conecta las dos instalaciones junto con un sistema de ventilación del aire caliente (recuperador), que es transportado dentro del recinto del secadero, y una vez dentro es redistribuido mediante los ventiladores que existen en su interior.



Fuente: Junta de Andalucía

Figura 7.2: Recuperador de calor de humos del horno

El aire que se utiliza está libre de carga contaminante ya que se recoge de la zona final del horno y las principales emisiones se producen en la zona central que son aspiradas y emitidas al exterior mediante un foco emisor (que deberá contener un filtro para asegurar unas emisiones de contaminantes lo más bajas posibles).



Puede observarse en la imagen un ejemplo de aprovechamiento de gases del horno para el secado del material antes de la cocción

Imagen 7.3: Aprovechamiento de gases del horno de cocción

El aprovechamiento de este calor residual puede utilizarse también para:

- a) Precalentamiento y presecado del material alimentado al prehorno (si existe).
- c) Precalentamiento del aire de combustión (mediante intercambio indirecto).

La temperatura media de recuperación directa de calor del horno (aire caliente), según el tipo de horno y su régimen de operación, oscila entre 150 - 200°C y 275 - 385°C. Es decir, la conexión horno-secadero (recuperación de calor) permite reducir el consumo global del conjunto. La temperatura del aire impulsado al secadero desde la caja de mezclas, según el tipo de hornos y secadero y su régimen de operación, oscila entre 100 y 150°C para los hornos túnel y entre 70 y 90°C para los Hoffmann.

Por otro lado, cabe destacar que en los hornos túnel hay calores residuales que tienen suficiente nivel térmico para ser aprovechados en el proceso. Por ejemplo, el calor de refrigeración de la bóveda y de las vagonetas del horno, sale en forma de una corriente de aire a 100-120°C, que se puede aprovechar en el prehorno (si existe) o en la propia caja de mezclas, mezclándolo con el aire de recuperación directa, o aprovecharse como aire de combustión en las boquillas del horno.

Valoración

Con la implantación de este sistema se reducen las emisiones globales de la empresa en un tanto por ciento que dependerá del tipo de combustible que se utilice en el secadero.

El ahorro esperado oscila entre el 2 y 6% del consumo global del horno para el aprovechamiento de los gases del horno y del orden del 1-5% del consumo global del horno en la recuperación del calor residual.

7.6. INSTALACIÓN DE COGENERACIÓN

Antecedentes

El consumo eléctrico en las industrias del sector cerámico estructural es considerable debido a la maquinaria involucrada en los distintos procesos. Una forma importante de mejorar este consumo es la instalación de cogeneración en la planta para la generación de electricidad, de manera que parte de ésta es vertida a la red y parte es consumida por la propia empresa. Además, el calor residual producido puede ser aprovechado en el mismo proceso.

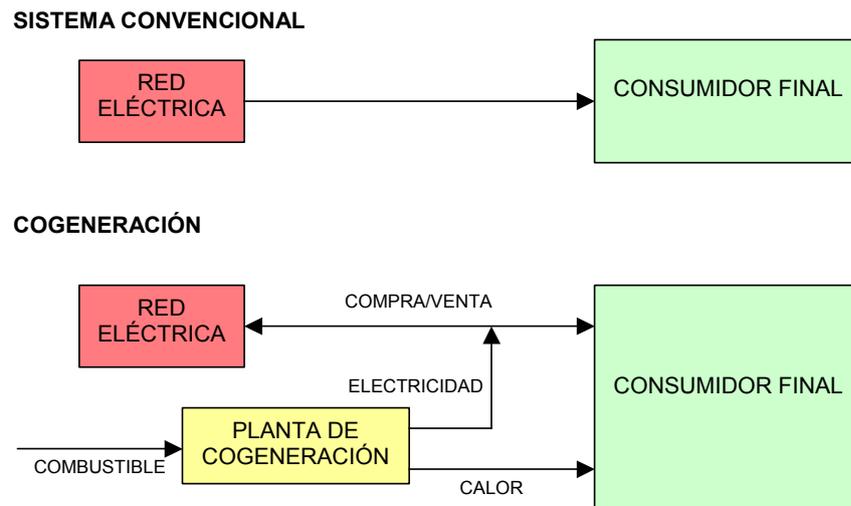


Figura 7.3: Sistema convencional vs. cogeneración

Descripción

En las empresas cerámicas, la demanda térmica aportable mediante cogeneración es en forma de:

- Aire caliente para el secadero (aproximadamente entre 100 y 120 °C)
- Aire o gases de combustión para la demanda del prehorno
- Vapor para el amasado

Existen distintos tipos de cogeneración que ofrecen características diferentes. En la siguiente tabla se recogen las principales ventajas y desventajas de cada uno de ellos:

Tabla 7.4: Principales ventajas y desventajas de los distintos tipos de cogeneración

TIPO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
TURBINA DE GAS	<ul style="list-style-type: none"> • Amplia gama de aplicaciones • Muy fiable • Elevada temperatura de la energía térmica • Rango desde 0,5 a 100 MW • Gases con alto contenido en oxígeno 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitación en los combustibles • Tiempo de vida relativamente corto
TURBINA DE VAPOR	<ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento global muy alto • Extremadamente segura • Posibilidad de emplear todo tipo de combustibles • Larga vida de servicio • Amplia gama de potencias • Coste elevado 	<ul style="list-style-type: none"> • No es posible alcanzar altas potencias eléctricas • Puesta en marcha lenta
MOTOR ALTERNATIVO	<ul style="list-style-type: none"> • Alto rendimiento eléctrico • Bajo coste • Tiempo de vida largo • Capacidad de adaptación a variaciones de la demanda 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto coste de mantenimiento • Obtención de energía térmica a baja temperatura

Valoración

Como ya se ha comentado la cogeneración permite satisfacer las necesidades energéticas de la planta a un coste menor con respecto a un sistema convencional.

El ahorro económico que se obtiene depende de la diferencia que existía entre el precio de la energía eléctrica adquirida directamente de la red y el precio del combustible utilizado en la planta. En el caso de que exista venta de energía eléctrica a la red, dependerá también del margen entre el precio del combustible y el precio de venta.

Cuanto mayor sea este diferencial, mayor es el beneficio que se obtiene y por tanto más rápidamente se amortiza la instalación.

Las aplicaciones más usuales de la cogeneración suelen producir reducciones del 20-30 % de la factura energética, con periodos de amortización de las inversiones del orden de 2 y 3 años.

7.7. INSTALACIÓN DE QUEMADORES DE ALTA VELOCIDAD EN EL HORNO

Antecedentes

El consumo de energía térmica en el sector cerámico es uno de los aspectos más significativos. Por ejemplo para una fábrica con una producción de 50.000 t/año el coste medio de la energía térmica puede suponer un 25% del total de costes de la empresa.

Dicha energía térmica es consumida en gran parte dentro del horno y, en muchos casos en el secadero.

Descripción

La colocación de quemadores de alta velocidad en las paredes laterales en la zona de precalentamiento de un horno túnel, permite una mayor homogeneidad de temperaturas entre la parte alta y la parte baja de los paquetes de ladrillos, de esta manera la cocción del material es más rápida y efectiva.

En la siguiente imagen se puede observar una línea de quemadores de alta velocidad en las paredes laterales de un horno túnel.



Fuente: Junta de Andalucía

Imagen 7.4: Quemadores de alta velocidad en un horno túnel

Valoración

Mediante la instalación de este tipo de quemadores, se reduce tanto la duración del ciclo de cocción (con el consiguiente aumento de productividad entre un 20 y un 30 %) como el consumo específico del horno (en aproximadamente un 5%).

7.8. INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE BAJO RENDIMIENTO

Antecedentes

El consumo eléctrico debido a la iluminación de la planta muchas veces no es tenido en cuenta y supone un elemento importante para la reducción del consumo energético global de la empresa.

Descripción

Como ya se ha comentado este sistema incluye 2 aspectos:

- Introducción de **balastos de encendido electrónico** en las luminarias de fluorescentes con encendido por reactancia y cebador.

El balasto tiene por objeto estabilizar la descarga en el interior del tubo fluorescente, asegurando de esta manera el correcto funcionamiento y la adecuada duración de la lámpara.

Por otro lado, al incrementar la frecuencia de operación del tubo fluorescente, aumenta la eficacia luminosa. Por ejemplo, si la frecuencia se eleva por encima de 15 kHz, manteniendo constante la potencia, el flujo luminoso se incrementa aproximadamente un 10%.

- Sustitución de lámparas de vapor de mercurio por las de **vapor de sodio de alta presión** (En la siguiente tabla se clasifican algunos tipos de lámparas existentes junto con su rendimiento.).

Tabla 7.5: Tipos de lámparas más usuales

TIPO	INTENSIDAD (LÚM.)	CONSUMO (W)	VIDA MEDIA (H)	RENDIMIENTO (LÚM/W)
Vapor de sodio a alta presión	6.500	70	24.000	78,3
Vap. mercurio y halog. metálicos	5.200	70	8.000	59,3
Vapor de mercurio	6.500	125	18.000	47,4
Iodo-cuarzo, halógena	5.000	300	1.500	16,6
Incandescente	4.800	300	1.000	16,0

En la siguiente imagen puede observarse el esquema de una lámpara de vapor de sodio con la ampolla exterior clara y otra con la ampolla exterior difusora.

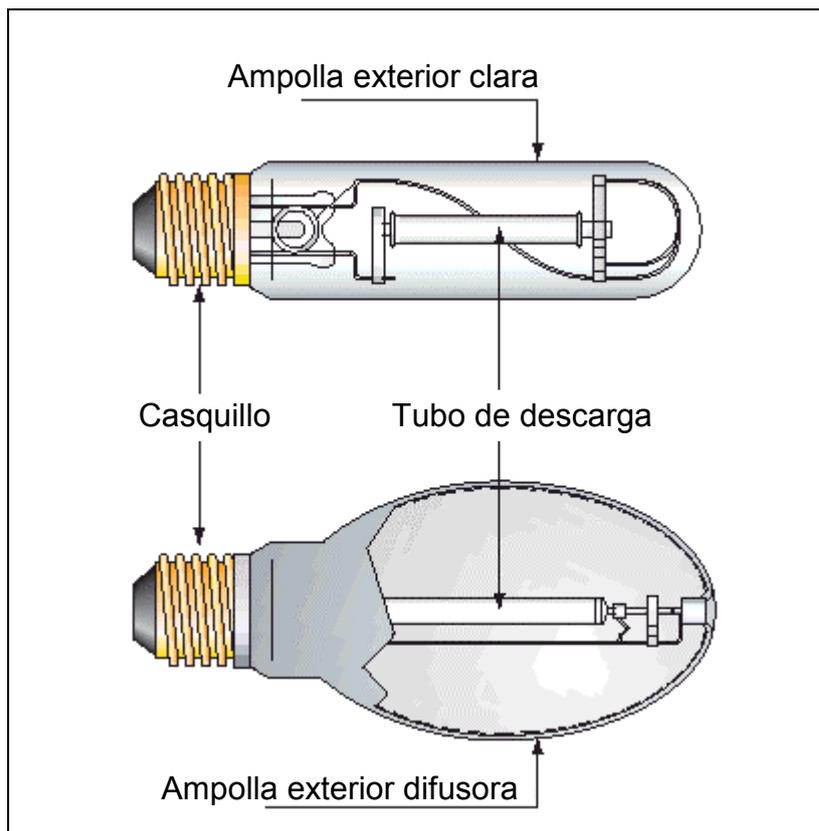


Imagen 7.5: Lámparas de vapor de sodio de alta presión

Valoración

Mediante la instalación de balastos de encendido electrónico se puede conseguir un ahorro superior al 25% del consumo de los equipos convencionales.

Por otro lado, la inversión necesaria para realizar la sustitución de una lámpara de vapor de mercurio de 250W por una lámpara de vapor de sodio de 150 W que funcione más de 4.000 h/año y suponiendo un coste eléctrico de 8,42 €/kWh, puede ser amortizada en un plazo inferior a un año y medio.

7.9. INSTALACIÓN DE CERRAMIENTOS PARA LA DISMINUCIÓN DE RUIDO

Antecedentes

El proceso de molienda llevado a cabo durante la fabricación de productos cerámicos genera una cantidad importante de ruido debido a la trituración de la arcilla, este ruido será más o menos importante en función del tipo de maquinaria involucrada y de las características de la arcilla. En cualquier caso puede llegar a generarse ruido hacia al exterior y, por lo tanto que los valores se encuentren por encima de los permitidos por la normativa existente en la zona donde se encuentra ubicada la instalación (que será más o menos restrictiva en función de si la empresa se encuentra en zona urbana o zona industrial).

Descripción

En el siguiente gráfico se compara el resultado obtenido mediante la aplicación de medidas correctoras para la disminución del ruido que incluye la instalación de un sistema de cerramiento estanco. Dicho sistema reduce notablemente el ruido en medias y altas frecuencias.

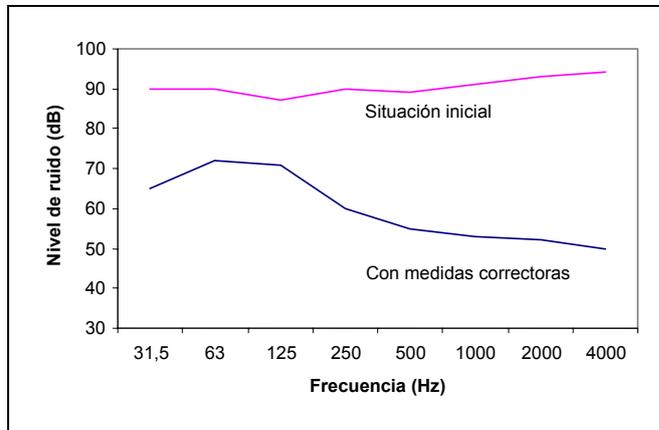


Figura 7.4: Comparativa de emisión de ruidos con y sin medidas correctoras

Valoración

Mediante la aplicación de este tipo de medidas correctoras se reduce considerablemente el nivel de ruido de la maquinaria, consiguiendo el cumplimiento de la legislación aplicable. Dicho sistema puede ser aplicado también a otro tipo de tecnología con unas características similares, como por ejemplo los motores cogeneración.

7.10. INSTALACIÓN DE MOTORES ALTO RENDIMIENTO

Antecedentes

En las empresas dedicadas del sector de cerámica estructural, se utilizan usualmente motores de potencia elevada (en general por encima de los 100 y 200 CV) que tienen un consumo eléctrico elevado.

Descripción

Un motor eléctrico de alto rendimiento presenta mayor vida útil que uno convencional y su coste se encuentra entre un 5 y un 25 % por encima.

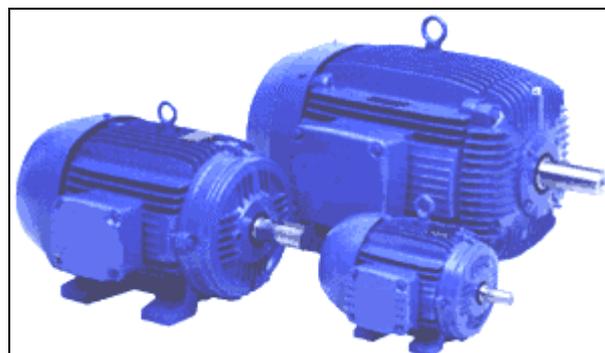


Imagen 7.6: Grupo de motores de alto rendimiento

Valoración

Si se tiene en cuenta el ahorro eléctrico del motor, la sustitución de uno convencional por uno de alto rendimiento precisaría de un tiempo de amortización demasiado elevado. No obstante, teniendo en cuenta sólo el sobrecoste de los equipos el periodo de amortización se reduce a 1 o 2 años. Esto hace que este tipo de cambios sean efectivos desde todos los puntos de vista en instalaciones nuevas o cuando sea necesario renovar motores en instalaciones existentes por alcanzar su vida útil o porque se haya producido una avería importante.

8. RESUMEN Y CONCLUSIONES

De los 20 países de la Región Mediterránea analizados en el presente manual, los principales productores de cerámica estructural son Italia y España (con un 30% del mercado mundial) seguidos de Turquía y Francia a una distancia considerable. Este hecho es debido, en gran parte, al fuerte auge que ha tenido el sector de la construcción en dichos países, ya que el sector cerámico estructural se encuentra fuertemente vinculado a la evolución de los ciclos económicos y a la actividad de la construcción.

Las empresas se instalan por lo general en las proximidades de los yacimientos de materias primas y cercanas a los centros de consumo para minimizar los costes de transporte de unos productos con bajo valor añadido. Por lo tanto, se pueden encontrar muchas instalaciones con cantera propia de donde se extrae la arcilla, utilizada como materia prima principal.

El proceso productivo se caracteriza por ser bastante similar para todos los países estudiados y puede variar únicamente en función de la tecnología utilizada. A grandes rasgos los principales procesos involucrados en la fabricación de material cerámico estructural son los siguientes:

1. Recepción y almacenamiento de materias primas
2. Molienda
3. Conformado (incluye amasado y moldeo)
4. Secado
5. Cocción
6. Preparación de materias primas

Si se analiza en profundidad cada uno de los procesos puede observarse que existe un consumo eléctrico considerable debido a la cantidad de maquinaria involucrada. Dicho consumo, es cubierto en muchas empresas por cogeneración, que supone un ahorro económico para la empresa y una mejor optimización del combustible, ya que permite utilizar la energía térmica en el proceso (ver oportunidad de prevención 0-16).

Los procesos 4 y 5 correspondientes a cocción y secado, suponen los principales generadores de impactos en el sector de la cerámica estructural.

Existe un consumo importante de combustible en el horno, y muchas veces en el secadero que, por un lado generan emisiones canalizadas al aire debido a la combustión, y por otro emisiones difusas al ambiente a causa del almacenamiento (en función del tipo de combustible).

Por lo tanto el tipo de combustible utilizado por la empresa y como se consume supondrán dos aspectos clave en el sector a la hora de generar más o menos impactos medioambientales. Dada la importancia de este hecho, en el capítulo 5 se realiza la descripción de los principales combustibles utilizados en el sector, junto con una comparativa entre ellos analizando cuáles son sus principales ventajas e inconvenientes.

Si se ordenan los combustibles estudiados en el manual, en función de las emisiones al aire, canalizadas generadas (de menos a más) se obtiene el siguiente resultado:

1. Gas natural
2. Biomasa
3. Coque de petróleo
4. Fuel
5. Carbón

La sustitución de un combustible por otro, en muchas ocasiones no es posible para una empresa debido a la fuerte inversión que se debe realizar. No obstante, para cada uno de los 5 combustibles citados se puede optimizar el proceso para que el impacto generado sea el menor posible.

Se puede observar como uno de los impactos más importantes del sector es el consumo energético, y por lo tanto una parte importante de las oportunidades incluidas en el capítulo 6 van encaminadas a la mejora del rendimiento energético:

- 0-11: Control de pérdidas en circuitos de agua e hidráulicos
- 0-13: Aprovechamiento de gases calientes del horno para el secado
- 0-16: Utilización de cogeneración para la generación de vapor
- 0-17: Instalación de contadores de consumo de gas natural
- 0-18: Instalación de contadores de alta velocidad durante el precalentamiento del horno
- 0-20: Utilización de iluminación de bajo consumo
- 0-22: Mejoras en la distribución de aire en secaderos
- 0-23: Sustitución de motores por otros de alto rendimiento
- 0-24: Realización de la extrusión dura

Por otro lado, el sector cerámico estructural se caracteriza por un consumo de agua moderado, que además no genera aguas residuales de proceso ya que la mayor parte del agua consumida es absorbida por la arcilla durante el amasado.

Por último, como toda actividad industrial, existe una generación de residuos peligrosos y no peligrosos importante que debe ser evitada en origen cuando sea posible, o en su defecto gestionada correctamente.

Cabe destacar como uno de los más importantes, la generación de producto defectuoso cocido que puede llegar a suponer un porcentaje considerable de la producción de la planta, y por lo tanto su disminución en origen puede suponer un ahorro de su gestión finalista junto con un aumento de la producción.

Las oportunidades de prevención de la contaminación que se presentan en el manual (capítulo 6), muestran como es un sector que puede mejorar sus impactos mediante actuaciones que no requieren de una elevada inversión, y que en muchos casos responden a buenas prácticas que suponen un cambio de hábitos.

No obstante, también se incluyen oportunidades de mejora que requieren de una inversión por parte de la empresa más importante, y que implican el cambio a una tecnología más eficiente. Dichas mejoras pueden ser introducidas en la empresa por distintos motivos como averías, aumento de la producción, optimización de recursos, etc.

La aplicación de la directiva IPPC 96/61/CE en el marco de la Unión Europea, supone una apuesta clara por la reducción en origen basada en la Mejores Técnicas Disponibles (MTD). En este sentido, las oportunidades expuestas en el presente manual que suponen de una inversión importante van

encaminadas a favorecer esta filosofía, y son un reto para empresas del sector de la cerámica estructural que quieran realizar un salto tecnológico. Para empresas ubicadas en países fuera del marco legal, puede significar una referencia importante en cuanto a la orientación de nuevas inversiones y una oportunidad clara para diferenciarse frente a la competencia del propio país o de otros.

No obstante, es recomendable realizar un estudio para ver cuáles son las opciones recomendables para cada caso concreto, en función de las características de la empresa y del país donde se encuentra ubicada.

La creciente exigencia de la normativa y la legislación ambiental, así como la concienciación de la población en general, respecto a la necesidad de protección del medioambiente, ha promovido que la sociedad exija a las empresas un mayor respeto hacia el medioambiente en sus procesos de producción. Todos estos puntos hacen necesario que las empresas incluyan dentro de la gestión de la producción aspectos relacionados con la protección del medio ambiente. La innovación necesaria para poder asumir los nuevos retos de mercado puede suponer para las empresas del sector cerámico estructural al mismo tiempo una oportunidad para la mejora del impacto ambiental generado.

9. BIBLIOGRAFÍA

Principales fuentes bibliográficas

- **European Commission.** Draft referente Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry (2004)
- **EPA.** Brick And Structural Clay Product Manufacturing (1997)
- **IHOBE.** Guía de notificación de emisiones para el sector de productos cerámicos (2003)
- **Instituto de Fomento Regional.** Estudio Medioambiental del sector de los materiales (1999)
- **Junta de Andalucía.** Guía de notificación de las emisiones de la industria de fabricación de elementos de construcción (2005)
- **Junta de Andalucía.** Industria de la cerámica estructural (2003)
- **Ministerio de Industria y Energía.** Guías tecnológicas: Fabricación de materiales cerámicos de construcción (1996)
- **Ministerio de Economía.** Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España 2004-2012. Subsector minerales no metálicos (2003)
- **Revista técnica cerámica.** Algunos números publicados en el periodo 2000-2005

Principales webs visitadas

Albania _____

- Oficina comercial y de Turismo de Albania: www.promoalbania.org

Argelia _____

- Embajada de España en Argelia: www.tsai.es
- Oficina de Promoción del Comercio Exterior de Argelia: www.eldjazair.net.dz
- Oficina nacional de estadísticas de Argelia: www.ons.dz
- Instituto Nacional Argelino de la propiedad industrial: www.inapi.org

Bosnia-Herzegovina _____

- Cámara de Comercio de Bosnia y Herzegovina: www.komarobih.com
- Ministerio de Comercio Exterior y Relaciones Económicas de Bosnia y Herzegovina: www.mvteo.gov.ba
- Cámara de Comercio de la Federación de Bosnia y Herzegovina: www.kfbih.com
- Centro de Información estadística de Bosnia y Herzegovina: www.bhas.ba/flash/eng/index/index.htm

Chipre

- Departamento de información estadística de Chipre: www.pio.gov.cy/dsr
- Gobierno-Administración de Chipre: www.cypirus.gov.cy
- Portal importante de Chipre: www.kypros.org
- Banco Central de Chipre: www.centralbank.gov.cy
- Cámara de comercio de Chipre: www.cci.org.cy
- Servicio de Estadística de Chipre: www.pio.gov.cy/dsr/index.html

Croacia

- Ministerio de economía, trabajo y empresariado de Croacia: www.mingo.hr
- Ministerio del mar, turismo, transportes y desarrollo de Croacia: www.mpv.hr
- Ministerio de Medio Ambiente y construcción de Croacia: www.mzopu.hr

Egipto

- Portal gubernamental de información general de Egipto: www.highway.idsc.gov.eg
- Portal gubernamental en el que se informa de la actualidad del país de Egipto: www.idsc.gov.eg
- Ministerio de Asuntos Exteriores de Egipto: www.mfa.gov.eg
- Ministerio de Economía de Egipto: www.economy.gov.eg
- Portal de Análisis económicos y distintos estudios de temas comerciales de importancia para la economía egipcia: www.economy.gov.eg/depra/
- Portal de Información sobre la situación del proceso de privatización de Egipto: www.egyptinc.com
- Información sobre todo Oriente próximo: www.middleeasttimes.com
- Publicaciones económicas egipcias: www.meed.com
- Periódico económico sobre la situación económica en Egipto: www.egyptinc.com/egyptinc_frame1.htm

Eslovenia

- Cámara de Comercio e Industria de Eslovenia: www.gzs.si
- Ministerio de Economía de Eslovenia: www.gov.si/mq-rs.si
- Gobierno de Eslovenia: www.gov.si
- Ministerio de asuntos exteriores de Eslovenia: www.gov.si/mzz
- Oficina de Estadística de Eslovenia: www.stat.si

España

- Asociación Española de fabricantes de azulejos y pavimentos cerámicos: www.ascer.es
- Instituto de Comercio Exterior: www.icex.es
- Market Access Database: <http://mkaccdb.eu.int>
- Federación Nacional de Agentes Comerciales: www.comagent.com
- Cámara de Comercio de Francia: www.coef.com

- Embajada de España en Francia: www.amb-espagne.fr
- Asociación española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida: www.hispalyt.es
- Asociación de Empresarios de materiales para la Construcción (España): www.asemaco.es
- Confederación Española de Asociaciones de Fabricantes de Productos de Construcción: www.cepco.es
- Revista del sector de la cerámica, el ladrillo y la teja en España: www publica.es/publica/p-tc.html
- Asociación de empresas constructoras de ámbito nacional (España): www.seopan.es

Francia

- Cámara de Comercio de Francia: www.lachambre.es
- Embajada de Francia en España: www.ambfrance-es.org
- Centro Francés de Comercio Exterior: www.cfce.fr
- Instituto Nacional de la Estadística y de los Estudios Económicos de Francia: www.insee.fr
- UBIFRANCE (Servicios de Información Franceses): www.cfce.fr
- Cámara de Comercio Internacional de Francia: www.iccwbo.org
- Cámara de Comercio e Industria de París: www.ccip.fr
- Ministerio de Economía y Hacienda de Francia: www.finances.gouv.fr
- Cámara de Comercio de París: www.ccip.fr

Grecia

- Organismo de Comercio Exterior de Grecia: www.hepo.gr
- Centro de información estadística de Grecia: www.statistics.gr/Main-eng.asp

Italia

- Asociación nacional de constructores de Italia: www.ance.it
- Asociación de productores cerámicos y materiales refractario de Italia: www.assopiastrelle.it
- Asociaciones varias del sector de la construcción de Italia: www.buildinginitaly.com/associazioni.asp
- Cámaras de comercio italianas: www.camcom.it
- Confederación italiana de empresas de Italia: www.cofindustria.it
- Instituto de investigación sobre la construcción de Italia: www.cresme.it
- Portal de construcción de referencia en Italia: www.edilio.it
- Federación de comerciantes de material para la construcción de Italia: www.federcomated.it
- Federación europea de la industria de la construcción de Italia: www.federcomated.it
- Ceramic World Web (Revista digital del Sector cerámico en Italia): www.ceramicworldweb.it/
- Tile Italia (Revista digital del Sector cerámico en Italia): www.tileitalia.it

Otras fuentes consultadas

Israel

- Federation of Israeli Chambers of commerce
- The Israel export & International Cooperation Institute

Líbano

- Banque du Liban
- Cámara de Comercio, Industria y Agricultura
- Ministerio de Economía y Comercio
- Ministerio de Industria del Líbano

Libia

- Cámara de Comercio, Industria y agricultura de Trípoli
- Unión de cámaras de comercio, industria y agricultura

Malta

- Central Bank of Malta
- Estadística del comercio internacional
- Cámara de comercio de Malta

Marruecos

- Guía básica de aproximación al mercado de Marruecos
- Ministerio de Comercio Exterior
- Ministerio de Industria y Comercio de Marruecos

Siria

- Ministerio de economía y comercio exterior de Siria

Turquía

- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio Turco
- Banco central Turco
- Instituto de Estadísticas Turco
- Estadísticas del comercio internacional

Otros

- Estudios de mercado de las Oficinas Económicas y Comerciales de las Embajadas de España en los países Mediterráneos
- Guías y fichas de los países. *ICEX (Instituto Español de Comercio Exterior)*
- Informes Económicos y Comerciales de los países Mediterráneos. *ICEX (Instituto Español de Comercio Exterior)*
- Market acces data base

10. AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de:

- **García-Munté Energía**, suministrador de servicios energéticos
- **Ceràmiques Llena**, fabricante de cerámica estructural
- **Otras empresas del sector cerámico estructural** citadas en el pie de las imágenes del Manual, dedicadas a la fabricación de cerámica estructural

EO

IA



**Centro de Actividad Regional
para la Producción Limpia (CAR/PL)**

París, 184, 3ª planta - 08036 Barcelona (España)

Tel.: + 34 93 415 11 12 - Fax: + 34 93 237 02 86

E-mail: cleanpro@cprac.org

<http://www.cprac.org>