

Depuración de los gases de combustión en la Industria Cerámica



PRÓLOGO A LA SEGUNDA EDICIÓN

La Fundación Gas Natural tiene como objetivo principal contribuir a la sensibilización y educación de la sociedad en el respeto al medio ambiente.

De ahí que desarrolle una acción en toda España y en América Latina de colaboración con las Administraciones Públicas, especialmente con los Gobiernos de las Comunidades Autónomas, en línea con este objetivo principal aplicado a cada territorio.

Por otra parte, la Fundación y el propio Grupo Gas Natural tiene una estrecha relación con las empresas del sector cerámico de Castellón y con las instituciones universitarias y de investigación que giran en torno a este tipo de actividades empresariales.

Por esta razón, es una gran satisfacción para la Fundación Gas Natural la publicación de la segunda edición de la Guía Técnica sobre **“Depuración de los gases de combustión en la Industria Cerámica”**, que ha sido elaborada conjuntamente por el *Instituto de Tecnología Cerámica (ITC)* de Castellón, *Gas Natural*, *Enagás* y la asociación empresarial *ASCER*, con la colaboración de la *Agenzia Regionale per la Prevenzione de l’Ambiente (ARPA)* de la región de la Emilia Romagna italiana.

Este libro representa la primera publicación de una serie de **Guías Técnicas de Energía y Medio Ambiente**, que la Fundación Gas Natural empieza a publicar desde hoy, con la intención de complementar la acción de difusión que ya realiza con la publicación de las *fichas-resumen* y las *ponencias* de los diferentes **Seminarios de Gestión Ambiental** realizados en toda España.

Esta segunda edición se realiza, en primer lugar, debido a la gran demanda que tuvo la primera edición, que hizo que se agotara en muy poco tiempo.

En segundo lugar, esta segunda edición nos ha permitido introducir una serie de mejoras en la Guía. Las principales son éstas:

La principal modificación ha sido la inclusión de un nuevo apartado, el capítulo quinto. En este nuevo capítulo, titulado “Elección del mejor combustible disponible”, se ha aplicado el concepto de Mejor Tecnología Disponible (BAT en inglés) a los diferentes combustibles que es posible utilizar en el proceso de fabricación de las baldosas cerámicas. El análisis comparativo de los parámetros técnicos, ambientales y económicos de los combustibles estudiados, sitúa actualmente al gas natural como mejor combustible disponible para este proceso productivo.

El resto de los cambios han consistido en ligeros retoques de la introducción y de los Anexos 1 y 4, para actualizar los datos de producción y consumo del sector cerámico, poner al día algunos valores económicos utilizados en los cálculos y comentar, con la

visión actual, algunos aspectos de carácter legislativo.

Las tecnologías que se proponen en el cuarto capítulo para depurar las emisiones gaseosas calientes, así como las ecuaciones planteadas para evaluar los costes e inversiones necesarios, siguen siendo válidas. Para obtener los valores absolutos de los costes y las inversiones de una instalación determinada es necesario utilizar las ecuaciones propuestas con los parámetros económicos vigentes en cada instante. Los ejemplos de aplicación de las ecuaciones que se proponen, tienen únicamente valor comparativo, ya que para su resolución se han utilizado los parámetros económicos de un instante dado (concretamente el correspondiente a la primera edición).

Quiero agradecer aquí públicamente, de nuevo, el magnífico trabajo realizado por los profesionales del Instituto de Tecnología Cerámica de Castellón, en estrecho contacto con nuestros propios técnicos y con los expertos de la entidad empresarial ASCER, así como la colaboración que en su día prestaron los representantes de la Administración regional italiana. Muchas gracias a todos por su esfuerzo, trabajo en equipo y excelente labor.

Ni qué decir cabe que es un gran orgullo para nuestro Grupo constatar, a través de un trabajo técnico realizado con rigor e independencia, que el gas natural constituye hoy el “mejor combustible disponible” (en términos ambientales) para la industria cerámica.

Es un dato más que nos reafirma en nuestra convicción de que el gas natural contribuye en estos momentos, de una forma muy significativa, a la reducción de los impactos de las actividades humanas en el medio ambiente en muchos ámbitos de actividad: la generación eléctrica, los usos industriales, la climatización de edificios o el transporte.

Pueden estar seguros que tanto la Fundación Gas Natural como el Grupo Gas Natural en su conjunto continuaremos en este camino para hacer compatible el desarrollo económico con el respeto al medio ambiente.

Antonio Brufau
Presidente
Fundación Gas Natural



ÍNDICE

1. Introducción	1
1.1 Etapas objetivo del estudio	3
1.2 El empleo del gas natural como combustible	4
1.3 Aspectos legales	9
1.4 Metodología a aplicar en contaminación industrial	10
1.5 Esquema de trabajo y estructura de la guía	12
2. Etapas del proceso analizadas	15
2.1 Secado de suspensiones por atomización	17
2.2 Secado de soportes de baldosas cerámicas	19
2.3 Cocción de baldosas cerámicas	21
2.4 Fusión de fritas	24
3. Descripción de los sistemas de depuración	29
3.1 Sistemas de depuración de las partículas en suspensión	31
3.1.1 Sistemas de depuración vía seca	33
3.1.1.1 Ciclones	33
3.1.1.2 Filtros de mangas	35
3.1.1.3 Precipitadores electrostáticos	41
3.1.2 Sistemas de depuración vía húmeda	44
3.1.2.1 Torres de relleno y de platos	47
3.1.2.2 Torres de pulverización	47
3.1.2.3 Lavadores tipo Venturi	48
3.2 Sistemas de depuración de sustancias en fase gaseosa	52
3.2.1 Depuración de óxidos nitrosos	54
3.2.1.1 Tratamiento vía húmeda	55
3.2.1.2 Tratamiento vía seca	55
3.2.2 Depuración de óxidos de azufre	56
3.2.2.1 Sistemas de depuración vía seca	57
3.2.2.2 Sistemas de depuración vía húmeda	58



3.2.3	Depuración de compuestos orgánicos	59
3.2.3.1	Adsorción sobre carbón activo	59
3.2.3.2	Procesos de combustión	61
4.	Diseño de las instalaciones de depuración	65
4.1	Secado de suspensiones por atomización	68
4.1.1	Concentración de las especies presentes	69
4.1.2	Características de la corriente	70
4.1.3	Sistemas de depuración	71
4.1.3.1	Ciclones	72
4.1.3.2	Filtros de mangas	75
4.1.3.3	Sistemas de depuración vía húmeda	85
4.1.4	Elección de los sistemas de depuración (BAT)	96
4.2	Secado de soportes de baldosas cerámicas	98
4.2.1	Concentración de las especies presentes	98
4.2.2	Características de la corriente	99
4.2.3	Buenas prácticas	100
4.3	Cocción de baldosas cerámicas	100
4.3.1	Concentración de las especies presentes	101
4.3.2	Características de la corriente	104
4.3.3	Sistemas de depuración	104
4.3.3.1	Vía Seca	105
4.3.3.1.1	Filtros de mangas	114
4.3.3.1.2	Precipitadores electrostáticos	124
4.3.3.2	Vía húmeda	129
4.3.4	Elección de los sistemas de depuración (BAT)	133
4.4	Fusión de fritas	137
4.4.1	Concentración de las especies presentes	137
4.4.2	Características de la corriente	139
4.4.3	Sistemas de depuración	144
4.4.3.1	Sistemas de depuración vía seca	148
4.4.3.1.1	Precipitadores electrostáticos	148
4.4.3.1.2	Filtros de mangas	157
4.4.4	Elección de los sistemas de depuración (BAT)	174

5. El combustible en la industria cerámica.....	179
5.1 El combustible como BAT.....	181
5.2 Características de los combustibles industriales.....	182
5.2.1 Poder calorífico de un combustible.....	182
5.2.2 Fuelóleo y gasóleo.....	182
5.2.3 Propano comercial.....	184
5.2.4 Gas natural.....	186
5.2.5 Características medias de los combustibles.....	187
5.3 Comparación del uso de los diferentes combustibles en la industria cerámica.....	187
5.3.1 Aspectos tecnológicos.....	188
5.3.2 Aspectos medioambientales.....	189
5.3.2.1 Efectos directos del cambio de combustible.....	189
5.3.2.2 Efectos indirectos del cambio de combustible en el proceso de fabricación de baldosas cerámicas.....	193
5.3.2.3 Mejoras directas e indirectas.....	196
5.3.3 Aspectos económicos.....	197
5.4 Elección de combustible (BAT).....	199

ANEXOS

Anexo 1. Legislación sobre emisiones atmosféricas.....	A3
A.1.1 Introducción.....	A3
A.1.2 Legislación en la Unión Europea.....	A3
A.1.3 Legislación española.....	A6
A.1.4 Legislación en la Comunidad Valenciana.....	A8
A.1.5 Requisitos medioambientales CET.....	A9
A.1.6 Sistemas de Gestión Medioambiental.....	A10
A.1.6.1 Definición y modelos del sistema de gestión medioambiental.....	A10
A.1.6.2 Diferencias entre el Reglamento CEE 1836/93 (EMAS) y la ISO 14001.....	A11



A.1.6.3	Proceso de implantación de un sistema de gestión medioambiental	A11
A.1.6.4	Ventajas e inconvenientes de la implantación de un SGMA	A12

Anexo 2. Requisitos de los puntos de muestreo en chimeneasA13

A.2.1	Situación del punto de muestreo	A13
A.2.2	Especificaciones de la boca de acceso	A14
A.2.3	Medidas de seguridad en las instalaciones de toma de muestras en chimeneas	A15
A.2.3.1	Escaleras	A15
A.2.3.2	Plataformas fijas	A15
A.2.3.3	Barandillas	A16
A.2.3.4	Trabajos sobre cubiertas	A16
A.2.3.5	Condiciones ambientales	A16
A.2.3.6	Evaluación de las medidas de seguridad	A16
A.2.3.7	Uso de plataformas aéreas o equipos para la elevación de personas	A16

Anexo 3. Métodos de medida de la concentración de sustancias contaminantesA18

A.3.1	Determinación de partículas emitidas por chimeneas	A18
A.3.1.1	Generalidades	A18
A.3.1.2	Validez del plano de muestreo	A18
A.3.1.3	Ejecución del muestreo	A19
A.3.1.4	Resultados y validez del muestreo	A20
A.3.2	Determinación de plomo	A21
A.3.2.1	Generalidades	A21
A.3.2.2	Emisiones frías (a temperatura ambiente)	A21
A.3.2.3	Emisiones calientes (objeto de esta guía)	A21
A.3.3	Determinación de flúor, boro y cloro	A22
A.3.3.1	Generalidades	A22
A.3.3.2	Ejecución del muestreo	A22
A.3.4	Determinación de CO, CO ₂ , SO ₂ y NO _x	A23

Anexo 4. Ecuaciones empleadas, valores de algunos parámetros utilizados y unidades	A25
A.4.1 Ecuaciones empleadas	A25
A.4.2 Valor de algunos parámetros utilizados	A29
A.4.3 Unidades	A30
Anexo 5. Relación de empresas suministradores de equipamiento	A31
A.5.1 Suministradores de ciclones	A32
A.5.2 Suministradores de separadores vía húmeda	A33
A.5.3 Suministradores de filtros de mangas	A34
A.5.4 Suministradores de precipitadores electrostáticos	A35
Anexo 6. Bibliografía	A36