

## **PREGUNTAS Y RESPUESTAS**

### **RELATIVAS AL USO DE COMBUSTIBLES PROCEDENTES DE RESIDUOS LÍQUIDOS PARA SU VALORIZACIÓN EN HORNOS DE CEMENTERAS**

**EDIC.: 1  
Junio 98**

#### **LA FABRICACION DE CEMENTO**

---

##### **¿Cómo se fabrica el cemento?**

Caliza, arcilla, arena y una pequeña cantidad de materiales conteniendo hierro son calentados en un gran horno a temperaturas muy elevadas, hasta conseguir su combinación química formando módulos llamados "clinker". El clinker se mezcla después con yeso y molido hasta que queda como un polvo fino para fabricar el cemento. El cemento es el principal ingrediente del hormigón, que es a su vez el componente fundamental para la construcción de carreteras, edificios, casas, oficinas, etc.

##### **¿Cómo es un horno de cemento?**

El horno de cemento es un cilindro largo, inclinado que puede llegar a tener mas de 100 m de longitud y hasta 8 m de diámetro. Las materias primas entran por uno de sus extremos y el clinker sale por el otro. Las temperaturas necesarias para fabricar clinker deben mantenerse como mínimo a 1345°C mientras que la temperatura de los gases del horno pueden alcanzar los 1925°C. Durante el funcionamiento, el horno gira lentamente para asegurar una mezcla completa de las materias primas. Los gases de escape pasan a través de sistemas de control de la contaminación como son los filtros de mangas o los precipitadores electrostáticos.

##### **¿Qué tipos de combustibles se emplean en la fabricación de cemento?**

Los combustibles fósiles tradicionales, como carbón, fuel, coke y gas natural, son los principales combustibles utilizados para la fabricación de cemento. Sin embargo, las elevadas temperaturas internas del horno y otros aspectos del proceso industrial de la fabricación del cemento, hacen que sea un proceso ideal para la eliminación de residuos químicos orgánicos que necesitan algún tipo de gestión.

##### **¿Cuánto carbón y fuel puede ahorrarse valorizando residuos en cementeras?**

Los hornos de cementera usan varios cientos de toneladas de carbón al día para producir la energía necesaria para fabricar cemento. Con una sustitución de un 30 % de Waste Derived Fuel (WDF), es decir, de combustible secundario obtenido a partir de residuos, supondría una reducción de carbón de aproximadamente 38.300 t/a o 153.200 barriles de fuel por año para un horno largo, de tipo húmedo.

### **¿Qué tipos de WDF se pueden usar como combustible?**

Los residuos típicos que se pueden utilizar como combustibles incluyen productos tan familiares como botes de pinturas, tintas, residuos de pinturas y disolventes de limpieza industrial.

### **¿Afecta el uso de WDF al cemento?**

La producción de cemento de alta calidad es la principal prioridad de todos los fabricantes de cemento. Por consiguiente, solo aquellos residuos que puedan ser valorizados con absoluta seguridad y compatibilidad con el proceso de fabricación podrán ser utilizados.

Debido a que el proceso químico que interviene en la fabricación del cemento es sensible y preciso, los fabricantes no pueden permitirse el lujo de utilizar en sus hornos algo que pueda alterar lo más mínimo la calidad del cemento. Hay que tener en cuenta los rigurosos controles a que son sometidos los fabricantes de cemento, cumpliendo las normas de calidad vigentes en cada país. En los Estados Unidos, este control se realiza por la American Society of Testing and Materials (ASTM).

### **¿Qué cubren las normas ASTM en los Estados Unidos?**

ASTM especifica las pruebas y sus métodos para asegurar su aplicación de forma homogénea para todos los productores de cemento de los EE.UU. Antes de que la denominación de cemento portland pueda aplicarse al producto final, todas las pruebas y controles deben demostrar que dicho producto tiene la composición química requerida. También debe pasar pruebas que miden calidades físicas, como fuerza y fineza de la partícula. De esta manera, la calidad del producto queda asegurada independientemente de las materias primas y combustibles utilizados en su fabricación.

### **¿Qué normativa aplica al transporte de WDF a la planta?**

La normativa aplicable es la que corresponde al transporte de mercancías peligrosas teniendo en cuenta que los conductores de dichos camiones reciben una formación específica sobre normas de seguridad y sobre los procedimientos de carga y descarga en la cementera, además de toda la normativa aplicable.

### **¿Qué ocurre con el WDF después de su entrega?**

Las instalaciones para descarga, almacenamiento y alimentación de WDF al horno, son diseñadas y construidas, de acuerdo a unas especificaciones aprobadas. Una parte muy importante de dichas especificaciones es la prevención contra posibles incendios. Dichas instalaciones aplican las normas vigentes en cuanto a protección medioambiental construyendo un cubeto que retenga las posibles fugas o derrames que pudieran producirse.

### **¿Qué le ocurre al WDF en el interior del horno?**

Todos los WDF tienen componentes orgánicos e inorgánicos. La parte orgánica de los residuos es inflamable. Su combustión produce su descomposición en sus elementos básicos (hidrogeno y carbono) produciéndose también vapor de agua.

Las altas temperaturas, los flujos de gas en contracorriente, la turbulencia y los tiempos de retención crean unas condiciones idóneas para destruir con una eficiencia de más del 99.99 % todos los compuestos orgánicos. En el caso de los metales, el proceso de fabricación del cemento los incorpora al producto final, ya que las materias primas utilizadas contienen la mayoría de los metales presentes en el WDF.

### **¿Sería mejor no utilizar como combustible secundario el WDF en hornos de cemento?**

No, ya que de hecho, la destrucción térmica a altas temperaturas es el método idóneo para la gestión de los residuos químicos orgánicos. No existen mejores alternativas de tratamiento. El vertido de residuos químicos orgánicos sin tratamiento previo, por ejemplo, se está prohibiendo a nivel mundial debido a la posibilidad de que pudieran contaminar aguas subterráneas por su movilidad en el suelo. El vertido en tierra es simplemente un almacenamiento a largo plazo, dejando el problema del almacenamiento definitivo a las generaciones futuras. Los hornos de cemento ofrecen una solución excelente para valorizar WDF como una fuente más de energía.

---

## **HORNOS DE CEMENTO Y EMISIONES A LA ATMOSFERA**

---

### **¿Qué ocurre cuando los residuos orgánicos son utilizados como combustible en un horno de cemento?**

Los hornos de cemento utilizan el WDF como combustible en un proceso de combustión a elevadas temperaturas. Esto incluye el calentamiento del residuo a una temperatura suficiente, manteniéndolo dentro del horno durante bastante tiempo, y proporcionando oxígeno suficiente al combustible. Con este método se pueden destruir los residuos químicos orgánicos, tales como botes de pintura, tintas de impresión y disolventes de limpieza industriales. La combustión en procesos industriales tales como la fabricación de cemento, se ha convertido en un método idóneo para la gestión de estos residuos que además aprovechan su valor energético. Las condiciones en el horno aseguran que la destrucción es efectiva por encima del 99.99%, es decir, que se convierten en dióxido del carbono y vapor de agua.

### **¿Suponen un riesgo para la salud las emisiones de compuestos orgánicos desde los hornos de cemento?**

Debido a que la efectividad de la destrucción en los hornos de cemento superan el 99.99% de los residuos químicos orgánicos, solamente, se emiten trazas de compuestos orgánicos. Las numerosas pruebas y controles indican que estas emisiones son independientes del tipo de combustible. De hecho, las emisiones de compuestos orgánicos se ven reducidas con la utilización de combustibles derivados de residuos. La cantidad de emisiones de compuestos orgánicos es tan pequeña, que no representa un aumento perceptible de riesgo para la salud pública o el medioambiente. La descarga de gases típica de un horno de cemento contiene menos de una décima parte de los hidrocarburos presentes en los gases de descarga de un automóvil.

### **¿Qué son las dioxinas?**

Las dioxinas son compuestos químicos presentes en nuestro medio en concentraciones sumamente pequeñas. Se forman como contaminantes durante la fabricación de ciertos herbicidas, bactericidas, conservantes de la madera y productos de blanqueo en la fabricación del papel. También pueden formarse en procesos de combustión incompleta como en incendios de bosques, automóviles, y consumo de cigarrillos. Cuando se forman de esa manera, son un producto típico que se denominan productos de combustión incompleta (PIC). Los análisis y controles han demostrado que los hornos de cemento son idóneos para destruir residuos químicos orgánicos con emisiones de dioxinas (o cualquier otro tipo de PIC) tan bajas, que no suponen ningún peligro para salud humana o el medioambiente.

### **¿Qué ocurriría si el combustible utilizado contuviera dioxinas?**

Temperaturas de 900°C destruirían las dioxinas en menos de un segundo. Ya que los hornos de cemento operan a temperaturas mucho más altas (por encima de los 1345°C) y debido a que los residuos permanecen dentro del horno dos segundos como mínimo, las dioxinas quedarían destruidas. Sin embargo, las dioxinas no son aceptables como residuo a tratar en hornos de cemento en los proyectos promovidos por ERAtech.

---

## **HORNOS DE CEMENTO Y METALES**

---

### **¿Cómo intervienen los metales en el proceso de fabricación del cemento?**

Todos los combustibles utilizados en los hornos de cemento contienen metales. Esto es así, tanto si son combustibles fósiles, como el carbón, coque y fuel, como si es WDF. Las materias primas (caliza, arcilla, arena) utilizadas para la fabricación de cemento también contienen metales. De hecho, ciertos metales, como hierro y aluminio, son componentes esenciales del producto final. Aunque no se destruyen los metales, en el proceso de fabricación del cemento intervienen de tres maneras:

- En primer lugar y por encima de todo, los operadores del horno de cemento, con el fin de limitar todo lo posible las emisiones a la atmósfera, restringen la cantidad de metales que contienen los residuos aceptados para su valorización.
- En segundo lugar, las partículas del polvo que contienen metales son devueltas al horno donde los metales están químicamente ligados al clinker.
- Y por último, se capturan las partículas no devueltas al horno en los sistemas de depuración de gases. Las pequeñas cantidades emitidas lo están en niveles poco significativos, desde el punto de vista de la salud humana, como queda demostrado en numerosos análisis.

### **¿Cómo se incorporan los metales al cemento?**

Todos los combustibles contienen compuestos orgánicos y metales. El intenso calor del horno rompe las estructuras químicas de los componentes orgánicos, dejando los compuestos metálicos. Estos compuestos se unen químicamente con la cal, arcilla y las materias primas en una estructura cristalina formando parte del clinker.

### **¿Es peligroso el cemento si contiene metales?**

No. De hecho el cemento fabricado utilizando WDF, contiene la misma cantidad de metales que el cemento fabricado utilizando únicamente combustibles fósiles tradicionales, tales como carbón, coque o fuel. También, las pruebas demuestran que el lixiviado del cemento fabricado con WDF tiene características esencialmente idénticas a aquellos cementos fabricados utilizando solamente combustibles tradicionales. Eso significa que los cementos fabricados utilizando WDF como sustitutivo de parte del combustible tradicional, lixivian de igual forma que los productos fabricados utilizando exclusivamente como combustibles carbón, coque o fuel.

### **¿Las estructuras químicas del cemento con metales, pueden ser inestables cuando se añade agua al cemento para formar hormigón?**

No. Utilizando un procedimiento de pruebas regulado, los científicos han confirmado que las reacciones químicas que deben tener lugar para fabricar cemento, del el cemento como del hormigón.

### **¿Pueden confirmarse los resultados de laboratorio acerca de esta unión**

**metálica con la experiencia obtenida en los usos más frecuentes del hormigón?**

Sí. Un uso histórico del hormigón ha sido su empleo en las tuberías para el transporte de agua potable. El agua potable es analizada frecuentemente para comprobar que su composición esta de acuerdo con las normas aplicables. Estos análisis determinan una gran variedad de elementos incluidos los metales. Las pruebas han mostrado que no hay ninguna razón para la preocupación de la seguridad derivada de la utilización de tuberías de hormigón para el transporte de agua potable.

**¿Qué tipo de equipos de control se utilizan para evitar la emisión de metales a la atmósfera desde el horno?**

Habitualmente se utilizan los filtros de mangas y precipitadores electrostáticos para atrapar las partículas que contienen metales. Los precipitadores electrostáticos usan un campo eléctrico para retener las partículas. Los filtros de mangas utilizan bolsas de fibra de vidrio, similares a las de las aspiradoras, para atraparlas. Estas partículas, denominadas como Cement Kiln Dust (CKD), es decir, polvo del horno de cemento, son devueltas al horno para incorporarlas al proceso de fabricación.

**¿Es peligroso el CKD si contiene metales?**

El CKD ha sido extensamente analizado. Dichas pruebas han demostrado que si se cumplen las especificaciones realizadas para la admisión de residuos en la planta la composición de las partículas no sufren cambios significativos.

**¿Cuáles son los riesgos potenciales sobre la salud y el medioambiente cercanos a la planta debido a la emisión de metales?**

Los análisis y valoraciones de riesgo sobre la salud realizados por varias plantas cementeras han demostrado que dichos riesgos están dentro de los límites establecidos por la normativa. Un estudio particular en Texas, analizó el aire alrededor de una zona donde existen tres cementeras muy próximas. Los contaminantes encontrados en las proximidades de esta zona estaban por debajo de los niveles que pudiesen tener efectos preocupantes para la salud de las personas.

## **LA UTILIZACION DE COMBUSTIBLES DERIVADOS DE RESIDUOS**

---

**¿Se debe utilizar el WDF simultáneamente con el combustible tradicional en los hornos de cemento?**

Sí. El WDF sólo podrá sustituir hasta el 40% como máximo de las necesidades energéticas del horno, de acuerdo con la normativa en vigor. Aunque sea un proceso seguro utilizar WDF como combustible único, es más práctico usarlo junto con el combustible actual. La razón principal para esto es que no es posible un suministro constante de WDF, con características homogéneas, para convertirse en combustible primario. Sin un suministro garantizado del mismo tipo de combustible secundario, habría cambios en las características de los residuos que provocarían cambios en el proceso que deben ser evitados. Por lo tanto, en la practica lo mejor es utilizar WDF como una parte del combustible tradicional empleado en el horno.

**¿Cómo se quema WDF simultáneamente con el combustible actual?**

Para quemar WDF en un horno de cemento de los años setenta, se utilizaba una lanza de combustible colocada a través del horno. El combustible se pulverizaba con aire y la pluma resultante se mezclaba con la llama del quemador primario. Este método todavía se usa hoy durante los ensayos. Para hornos que queman

WDF de forma continua, se diseña un quemador especial que maneja dos combustibles diferentes. Generalmente, el WDF se alimenta a través de una línea independiente situada en el centro del quemador del combustible primario, de esta manera el WDF se atomiza como una pluma dentro de la pluma del combustible primario. Este sistema proporciona un excelente modelo de llama con menos fluctuaciones.

**¿Utilizan WDF los fabricantes de cemento?**

Sí. Hay aproximadamente 36 hornos en los EE.UU. que utilizan tanto combustibles secundarios derivados de residuos como aceites usados. En 1992 se consumieron por esta vía más de 650 millones de litros de WDF. En Inglaterra, Canadá, Noruega, Francia, Bélgica, Alemania, en plantas que están cercanas a grandes poblaciones, se utiliza algún tipo de residuo (generalmente peligroso) como combustible.

**¿Qué ventaja económica proporciona la utilización de WDF?**

Uno de los costes mayores en la fabricación de cemento es el de la energía necesaria para producir el clinker. La sustitución parcial de combustible tradicional por un combustible más barato, reducirá dichos costes. Esta reducción puede traducirse en más beneficios para la cementera permitiéndola ser más competitiva. En EE.UU. la utilización de este tipo de combustible, ha permitido que antiguos hornos húmedos puedan competir eficazmente con hornos que disponen de precalentador/precalcinador multietapas mucho más eficaces.

Los costes de producción más bajos permite al fabricante de cemento un coste más competitivo en el mercado mundial y mantener los puestos de trabajo.