

ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DE LAS MTD DEL SECTOR

Valoración y análisis de las MTD específicas del sector del cemento para
la instalación de Cementos Balboa en Alconera.

*CEMENTOS
BALBOA*

Contenido

Objeto.....	2
Consideraciones previas.....	2
MTD específicas de la industria del cemento	3
Técnicas primarias generales	4
Monitorización	5
Consumo de energía y selección de proceso	9
Selección del proceso.....	9
Consumo de energía	9
Utilización de residuos	15
Control de la calidad de los residuos	15
Incorporación de residuos al horno	17
Gestión de la seguridad en la utilización de residuos peligrosos.....	18
Emisiones de partículas.....	18
Emisiones difusas de partículas.....	18
Emisiones canalizadas de partículas procedentes de actividades generadoras de partículas	23
Emisiones de partículas procedentes de los procesos de combustión del horno, enfriado y molienda.....	23
Compuestos gaseosos	26
Emisiones de NO	26
Emisiones de SO ₂	33
Emisiones de CO y disparos de CO	35
Emisiones de Carbono orgánico total (COT)	36
Emisiones de cloruro de hidrógeno (HCl) y de fluoruro de hidrógeno (HF).....	36
Emisiones de PCDD/F	37
Emisiones de metales.....	39
Pérdidas y residuos del proceso.....	40
Conclusiones	41

Objeto

El objeto del presente documento es dar cumplimiento a lo requerido en el escrito recibido en nuestra instalación relativo al expediente AA113/004, AA1 04/3.1/1 y N/Ref.: JLMC/cbf.

Para ello se realiza una recopilación de las conclusiones de las MTD recogidas en la Decisión 2013/163, de la Comisión de 26 de marzo de 2013 aplicables a la industria del cemento y se analiza su implantación en la instalación de Cementos Balboa.

Consideraciones previas

En la Decisión 2013/163, de la Comisión de 26 de marzo de 2013 por la que se establecen las conclusiones MTD para la fabricación del cemento, y que se toma como referencia para la elaboración del presente documento, se especifica en las consideraciones iniciales lo siguiente:

(4) De acuerdo con el artículo 14, apartado 3, de la Directiva 2010/75/UE, las conclusiones sobre las MTD deben constituir la referencia para el establecimiento de las condiciones de permiso en relación con las instalaciones incluidas en el ámbito del capítulo II

(5) En el artículo 15, apartado 3, de la Directiva 2010/75/UE se establece que la autoridad competente ha de fijar valores límite de emisión que garanticen que, en condiciones de funcionamiento normal, las emisiones no superen los niveles de emisión asociados a las mejores técnicas disponibles que se establecen en las decisiones relativas a las conclusiones sobre las MTD, contempladas en el artículo 13, apartado 5, de dicha Directiva.

De esto debe entenderse que las conclusiones sobre las MTD establecen la base para el establecimiento de los VLE pero tal y como se recoge en el artículo 7 “Valores límite de emisión y medidas técnicas equivalentes” del Real Decreto Legislativo 1/2016 por el que se aprueba el texto refundido de la Ley IPPC, las MTD o medida técnica equivalente empleada no viene impuesta por estas conclusiones:

1. Para la determinación en la autorización ambiental integrada de los valores límite de emisión, se deberá tener en cuenta:

a) La información suministrada, de acuerdo con lo establecido en el artículo 8.1, en relación con las conclusiones relativas a las mejores técnicas disponibles, sin prescribir la utilización de una técnica o tecnología específica

Además esto aparece reflejado en el artículo 15.2 de la Directiva de Emisiones Industriales y en la propia web del MAPAMA:

<http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/medio-ambiente-industrial/prevencion-y-control-integrados-de-la-contaminacion-ippc/autorizacion-ambiental-integrada-aaí/>

Los valores límites de emisión (VLE) fijados en la Autorización Ambiental Integrada cumplirán con los rangos establecidos para los valores de emisión asociados a mejores técnicas disponibles (MTD) reflejadas en los documentos de “conclusiones sobre MTD”, sin prescribir la utilización de una técnica o tecnología específica, y garantizando que, en condiciones normales de funcionamiento, no se superen los niveles de emisión asociados a dichas MTD.

No obstante, tal y como se establece en el artículo 15.4 de la Directiva de Emisiones Industriales y en el artículo 7.5 del Texto Refundido de la Ley de Prevención y Control Integrados de la Contaminación, en casos excepcionales y debidamente documentados, los valores límite de emisión pueden ser menos estrictos que los valores asociados a las MTD, siempre que se justifique que la aplicación de estas técnicas implica unos costes desproporcionadamente más elevados en comparación con el beneficio ambiental debido a la ubicación geográfica o la situación del entorno local o las características técnicas de la instalación.

Es decir, la normativa establece que el empleo de una técnica concreta no debe ser prescrita para el cumplimiento de los VLE asociados. En cualquier caso, como se desprende del presente documento, la mayoría de las MTD del sector aplicables a nuestra instalación, se encuentran ya implantadas.

MTD específicas de la industria del cemento

A continuación se detallan las técnicas recogidas en la Decisión 2013/163 específicas para la industria del cemento, la descripción que se proporciona en dicho documento, su aplicabilidad y el grado de implantación en la instalación de Cementos Balboa. Se mantiene la numeración con la que está identificada cada MTD en la Decisión.

Técnicas primarias generales

3. El objetivo de estas técnicas es **reducir las emisiones** del horno y **aprovechar eficientemente la energía**

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
a	Optimizar el control del proceso, incluido el control automático por ordenador.	Consiste en conseguir un proceso de combustión uniforme y estable, cuyos parámetros se acerquen lo más posible a los valores de referencia establecidos a los mismos aplicando las técnicas mencionadas.	Aplicable a todos los sistemas de hornos.	Esta técnica se aplica en la instalación de Cementos Balboa. El proceso se encuentra controlado mediante la adquisición de datos proporcionado por sensores que dan una idea del estado del proceso. De esta manera se obtiene información en continuo para actuar y llevar la producción a los parámetros óptimos de calidad, eficiencia y nivel de emisiones, minimizando las variaciones o reaccionando ante los cambios que pueden producirse, ya que sobre las condiciones de producción actúan factores muy diversos y los ajustes deben llevarse a cabo de manera progresiva. El sistema de control lanza avisos cuando los parámetros se salen de los rangos establecidos.
b	Utilizar alimentadores gravimétricos modernos de combustibles sólidos.			Esta técnica es aplicada en la instalación.

4. El objetivo de esta MTD es prevenir y/o reducir las emisiones

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
	Control cuidadoso de todas las sustancias introducidas en el horno.	La selección y el control cuidadoso de las sustancias introducidas en el horno pueden reducir las emisiones. La composición química de dichas sustancias y la forma en que se introducen en el horno son factores que deberán tenerse en cuenta en la selección. Entre las sustancias de posible riesgo se incluyen las mencionadas en la MTD 11 y en las MTD 24 a 28.	Aplicable a todos los sistemas de hornos.	Se emplea un analizador en línea para conocer la composición de las materias primas introducidas y esta información se complementa con análisis químicos de las muestras recogidas, periódicamente, en distintos puntos del proceso.

Monitorización

5. La MTD consiste en llevar a cabo de forma regular la monitorización y la medición de los parámetros y emisiones del proceso, y en monitorizar las emisiones con arreglo a las normas EN correspondientes o, si no se dispone de normas EN, con arreglo a las normas ISO u otras normas nacionales o internacionales que garanticen el suministro de datos de una calidad científica equivalente, entre ellos los siguientes:

	Técnica	Aplicabilidad	Evaluación
a	Mediciones continuas de los parámetros del proceso para comprobar la estabilidad del mismo, por ejemplo, temperatura, contenido de O ₂ , presión y caudal.	Aplicable con carácter general	Esta técnica es aplicada en la instalación. Se realizan mediciones en continuo en varios puntos del proceso de parámetros como la temperatura, O ₂ , presión, caudal, alimentación, ...
b	Monitorización y estabilización de los parámetros críticos del proceso, es decir, homogeneidad de la mezcla de materias primas y de la alimentación del combustible, dosificación regular y exceso de oxígeno.	Aplicable con carácter general	Esta técnica es aplicada en la instalación. La formación de parvas de materias primas se realiza buscando en la medida de lo posible la homogeneidad en la mezcla que se introduce en el molino. Además los silos cuentan con sistemas de homogeneización que mezclan el crudo producido diluyendo así aún más las variaciones normales de las materias primas. La dosificación en el horno se realiza mediante la determinación de una consigna de alimentación que el sistema de control regula según el valor que se establezca. Los niveles de oxígeno también se controlan para mantenerlos dentro del rango considerado óptimo.
c	Medición continua de las emisiones de NH ₃ cuando se aplique la SNCR.	Aplicable con carácter general	Se han realizado mediciones puntuales para comprobar la eficiencia la SNCR en distintas condiciones de producción sin que se haya cuantificado NH ₃ . La inyección de agua amoniacada supone un coste muy elevado con repercusión directa en los costes de producción por tonelada de producto por lo que su eficiencia es fundamental.

	Técnica	Aplicabilidad	Evaluación
d	Medición continua de las emisiones de partículas, NOx, SOx, y CO.	Aplicable a los procesos de combustión en horno.	Se realizan mediciones continuas de las emisiones de NOx, SO ₂ y CO, aunque cuando se han realizado mediciones en paralelo dentro de los procedimientos de NGC2 y EAS no siempre se ha cuantificado SO ₂ . Se realizan mediciones de partículas en el foco del horno y otros focos no asociados al proceso de combustión (enfriador, molino de carbón y molinos de cemento) Se disponen además de mediciones de inmisión en dos cabinas propias (Medina de las Torres y Burguillos del Cerro) de los niveles de estos parámetros y de O ₃ en el aire ambiente.
e	Medición periódica de las emisiones de PCDD/F y de metales.		Se realizan mediciones periódicas de metales, dioxinas y furanos.
f	Medición continua o periódica de las emisiones de HCl, HF y COT.		Se realizan mediciones en continuo de HCl, HF y COT, aunque cuando se han realizado mediciones en paralelo dentro de los procedimientos de NGC2 y EAS no siempre se ha cuantificado HF y HCl.

	Técnica	Aplicabilidad	Evaluación
g	Medición continua o periódica del contenido de partículas.	<p>Aplicable a las actividades sin combustión en horno.</p> <p>En el caso de las fuentes pequeñas (<10.000 Nm³/h) de las actividades que emiten partículas, excluyendo el enfriado y las operaciones básicas de molienda, la frecuencia de las mediciones o de los controles de funcionamiento será la indicada en el sistema de gestión del mantenimiento.</p>	<p>Como se ha comentado respecto a la MTD 5 (d), además de en el foco del horno, se realizan mediciones en continuo de los focos del enfriador, molino de carbón y molinos de cemento.</p> <p>Se disponen además de mediciones de inmisión en dos cabinas propias (Medina de las Torres y Burguillos del Cerro) de los niveles de partículas en el aire ambiente.</p> <p>Se realiza un mantenimiento preventivo y correctivo de los filtros de mangas, realizando la sustitución de las mismas cuando es necesario. Se realizan además comprobaciones de funcionamiento de los sistemas auxiliares.</p>

Observación recogida en la Decisión 2013/163:

La elección entre la medición continua o periódica mencionada en la MTD 5 (f) dependerá de la fuente de emisión y del tipo de contaminante de que se trate.

Consumo de energía y selección de proceso

Selección del proceso

6. El objetivo de esta MTD es **reducir el consumo de energía**

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
	Hornos de proceso seco con precalcinación y precalentamiento multietapa	En este tipo de sistema de horno los gases de combustión y el calor residual del enfriador pueden utilizarse para precalentar y precalcinan las materias primas antes de su introducción en el horno, lo que conlleva ahorros importantes en el consumo de energía.	Aplicable a las nuevas plantas y a las grandes modificaciones, y su eficacia dependerá del contenido de humedad de las materias primas	El sistema de horno, precalcinador y torre de intercambio de nuestra instalación se corresponde con el descrito en esta técnica

Consumo de energía

7. El objetivo de esta MTD es **reducir o minimizar el consumo de energía** térmica aplicando una combinación de las técnicas descritas a continuación. En cualquier caso, son varios los factores que influyen sobre el consumo de energía de los sistemas de hornos modernos, entre ellos las propiedades de las materias primas (por ejemplo, contenido de humedad, cocibilidad), las diversas propiedades de los combustibles utilizados y el empleo de sistemas de derivación de gases. Por otro lado, la capacidad de producción del horno también influye sobre la demanda energética (en general, a mayor capacidad de producción, mayor eficiencia en el consumo por tonelada).

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
a	<p>Utilizar hornos mejorados y optimizados y un proceso de combustión uniforme y estable, cuyos parámetros se acerquen lo más posible a los valores de referencia establecidos para el proceso, aplicando las técnicas siguientes:</p> <p>I. optimización del control del proceso, con sistemas de control automático por ordenador;</p> <p>II. alimentadores gravimétricos modernos de combustibles sólidos;</p> <p>III. precalentamiento y precalcación en la medida que resulte posible, teniendo en cuenta la configuración del sistema de horno existente.</p>		<p>Aplicable con carácter general. Para los hornos existentes, la aplicabilidad del precalentamiento y la precalcación dependerá de la configuración del sistema de horno.</p>	<p>Como ya se ha comentado para la MTD 3 y 6, la instalación cuenta con un sistema de control de proceso monitorizado en continuo, alimentadores gravimétricos y un sistema de precalentamiento por ciclones y precalcador.</p>

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
b	Recuperar el exceso de calor de los hornos, especialmente de sus zonas de enfriamiento. En particular, el exceso de calor procedente de la zona de enfriamiento (aire caliente) del horno o del precalentador puede utilizarse para el secado de las materias primas.		Aplicable con carácter general a la industria cementera. La recuperación del exceso de calor de la zona de enfriamiento es aplicable cuando se emplean enfriadores de parrillas. En los enfriadores rotatorios, la eficiencia de recuperación es limitada.	Esta técnica se aplica en la instalación. La instalación cuenta con un enfriador de parrillas desde el que se dirige aire terciario hacia el precalcinador. Igualmente se emplea el aire caliente del horno para el calentamiento del crudo y la molienda de materias primas.
c	Aplicar el número apropiado de etapas en el precalentador de ciclones, en función de las características y propiedades de las materias primas y combustibles utilizados.	El número apropiado de etapas del precalentador de ciclones se determinará en función del caudal y del contenido de humedad de las materias primas y combustibles que deberán secarse mediante el calor residual de los gases de combustión, dado que las materias primas locales presentan grandes variaciones en lo relativo al contenido de humedad y a la cocibilidad.	Las etapas de los precalentadores de ciclones son aplicables a las nuevas plantas y a las grandes modificaciones.	La instalación cuenta con cinco etapas en el precalentador por diseño y estos son suficientes para alcanzar un 95% de descarbonatación en la torre.

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
d	Utilizar combustibles cuyas características influyan positivamente sobre el consumo de energía térmica.	En la industria cementera pueden utilizarse combustibles convencionales y combustibles derivados de residuos. Las características de los combustibles utilizados, como un poder calorífico apropiado y un bajo contenido de humedad, influyen positivamente sobre el consumo específico de energía del horno.	La técnica es aplicable con carácter general a los hornos de cemento, en función de la disponibilidad de combustibles, y a los hornos existentes, en función de las posibilidades técnicas de inyectar el combustible dentro del horno.	La instalación no cuenta con las infraestructuras para emplear combustibles no convencionales por lo que sin una modificación importante de la instalación no es posible consumir combustibles distintos al fuel, coque y carbón.
e	Cuando se sustituyan los combustibles convencionales por combustibles derivados de residuos, utilizar unos sistemas de horno de cemento adecuados y optimizados para la combustión de los residuos.		Aplicable con carácter general a todos los tipos de hornos de cemento.	La instalación no cuenta con las infraestructuras para emplear combustibles no convencionales.

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
f	Minimizar los caudales en derivación	La retirada de las materias primas y de los gases calientes provoca un mayor consumo específico de energía, de alrededor de 6 – 12 MJ por tonelada de clínker, para cada punto porcentual de gas retirado en la entrada del horno. De ahí que la reducción al mínimo de los desvíos de gases tenga efectos positivos sobre el consumo de energía.	Aplicable con carácter general a la industria cementera	La instalación no cuenta con derivaciones de gases mediante las que se retiren materiales o gases calientes (by-pass o purgas). Sí se aprovecha parte del caudal de gases para el precalentamiento de las materias primas y el molino de crudo, lo que permite la reducción de los consumos.

8. El objetivo de esta MTD es reducir el consumo de energía primaria

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
	Estudiar si es posible reducir el contenido de clínker del cemento y de los productos derivados del cemento	La reducción del contenido de clínker del cemento y de los productos derivados del cemento puede lograrse añadiendo en la fase de molienda materiales de relleno o adiciones, como escorias de alto horno, roca caliza, cenizas volantes y puzolana, de acuerdo con las normas aplicables a la fabricación de cemento.	Aplicable con carácter general a la industria cementera, dependiendo de la disponibilidad (local) de materiales de relleno o adiciones y de las peculiaridades de los mercados locales.	Esta MTD se lleva a cabo en la instalación, atendiendo siempre a criterios de calidad y resistencia, empleando caliza molida (filler). También se podrían emplear otras materias primas alternativas siempre que se respetaran estos criterios de calidad.

9. El objetivo de esta MTD es reducir el consumo de energía primaria

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
	Examinar la posibilidad de construir plantas de cogeneración o plantas de generación combinada de calor y electricidad.	La utilización en la industria cementera de plantas de cogeneración para producir vapor y electricidad, o de plantas de generación combinada de calor y electricidad puede basarse en la recuperación del calor residual procedente de la zona de enfriado o de los gases de combustión del horno, aplicando procesos convencionales de ciclo de vapor u otras técnicas. Por otro lado, es posible recuperar el exceso de calor del enfriador de clínker o de los gases de combustión del horno para su utilización en los sistemas de calefacción urbana o en la industria.	Esta técnica es aplicable a todos los hornos de cemento que generen suficiente excedente de calor, siempre que se puedan cumplir los parámetros apropiados del proceso y se garantice la viabilidad económica.	Esta MTD no se aplica en la instalación aunque se ha estudiado, pero las necesidades de espacio son importantes y las inversiones requeridas son elevadas. Con el nivel de funcionamiento anual actual no resulta económicamente viable.

10. El objetivo de esta MTD es reducir o minimizar el consumo de energía eléctrica aplicando alguna de las técnicas siguientes o una combinación de ellas:

	Técnica	Evaluación
a	Utilizar sistemas de gestión de potencia	En la instalación, especialmente en motores y bombas de mayor consumo, se han instalado variadores que permiten ajustar su funcionamiento a la potencia demandada. Se estudia ampliar el número de variadores instalados a otros equipos.
b	Utilizar trituradoras y otros equipos eléctricos con un alto grado de eficiencia energética	Los motores de los sistemas de molienda cuentan con variadores de frecuencia para optimizar los consumos. Del mismo modo los nuevos equipos que van sustituyendo a los inicialmente instalados son, siempre que sea viable, más eficientes.

	Técnica	Evaluación
c	Utilizar sistemas de monitorización mejorados	La instalación cuenta con un sistema de monitorización de los consumos eléctricos totales en tiempo real, permitiendo visualizar inmediatamente las desviaciones de consumo.
d	Reducir las fugas de aire del sistema	El sistema se revisa periódicamente dentro del programa de mantenimiento preventivo y se actúa corrigiendo las deficiencias detectadas.
e	Optimizar el control del proceso	Los parámetros se van ajustando a medida que se obtienen datos del proceso (como por ejemplo, temperatura, concentración de oxígeno, caudal,...) y del producto obtenido (análisis de parámetros de calidad).

Estas técnicas son aplicables a todos los tipos de hornos

Utilización de residuos

Como se ha comentado en apartados previos, la instalación no posee capacidad técnica para introducir residuos como combustibles no convencionales. Para ello sería necesario ejecutar una modificación importante que requiere de una inversión elevada.

Sin embargo, la introducción de residuos como sustitutos de materias primas sí es viable y se han realizado pruebas puntuales de fabricación, por lo que, aunque no es una MTD actualmente aplicada en la instalación, se realiza la valoración de las técnicas relacionadas dado que pueden ser empleadas en un futuro.

Control de la calidad de los residuos

11. El objetivo de esta MTD es controlar las características de los residuos utilizados como combustible o como materia prima en los hornos de cemento y de reducir las emisiones, aplicando las técnicas siguientes:

	Técnica	Descripción	Evaluación
a	<p>Aplicar sistemas de aseguramiento de la calidad que permitan preservar las características de los residuos, y analizar todos los residuos a utilizar como materia prima o como combustible en un horno de cemento respecto a:</p> <p>I su calidad constante</p> <p>II sus parámetros físicos, por ejemplo, generación de emisiones, tamaño, reactividad, combustibilidad y poder calorífico</p> <p>III sus parámetros químicos, por ejemplo el contenido de cloro, azufre, álcalis, fosfatos y metales relevantes</p>	<p>Existen diversos tipos de residuos que pueden sustituir a las materias primas o a los combustibles fósiles en la fabricación de cemento, contribuyendo con ello al ahorro de recursos naturales</p>	<p>En caso de emplear combustibles o materias primas alternativas se estudiaría la manera de dosificarlos de manera que las características de la combustión en su caso variaran lo menos posible y para que el proceso fuera estable. Esto va a favor de los intereses de producción y calidad por lo que, aparte de la posible influencia en las emisiones, su control y la limitación de su dosificación es indispensable para la estabilidad del proceso y su dilución vendría dada por los criterios más restrictivos de entre los mencionados.</p>
b	<p>Controlar la cantidad de los parámetros relevantes de aquellos residuos que se vayan a utilizar como materia prima o combustible en un horno de cemento, como por ejemplo, cloro, metales relevantes (por ejemplo, cadmio, mercurio, talio), azufre y contenido total de halógenos</p>		<p>En el caso de emplear residuos se contarán con los datos obtenidos en la caracterización o en otras analíticas apropiadas para conocer su composición, dado que las limitaciones en su dosificación vendrán establecidas por la proporción de cada uno de ellos de manera que se cumplan los requisitos más restrictivos :</p> <ul style="list-style-type: none"> - ambientales (principalmente cumplimiento de los VLE) - de calidad del producto - de producción
c	<p>Aplicar sistemas de aseguramiento de la calidad en cada carga de residuos.</p>		<p>En el caso de emplear residuos se puede establecer un sistema de control de los parámetros de interés de manera que los residuos recibidos cumplan con los requisitos de calidad que se establezcan.</p>

Estas técnicas son aplicables a todos los tipos de hornos

Incorporación de residuos al horno

12. El objetivo de esta MTD es lograr un **tratamiento adecuado de los residuos utilizados** en el horno como combustible o materia prima aplicando las siguientes técnicas:

	Técnica	Evaluación
a	Introducir los residuos en el horno a través de los puntos de alimentación adecuados en lo relativo a la temperatura y tiempo de permanencia, en función del diseño y funcionamiento del horno.	En caso de emplear combustibles alternativos este punto debe ser estudiado a la hora de diseñar la modificación de la instalación
b	Incorporar los residuos que contengan compuestos orgánicos que puedan volatilizarse antes de llegar a la zona de calcinación en las zonas adecuadas de altas temperaturas del sistema del horno.	En caso de emplear combustibles alternativos este punto debe ser estudiado a la hora de diseñar la modificación de la instalación
c	Aplicar el proceso apropiado para que la temperatura del gas resultante de la coqueización de los residuos se eleve de forma controlada y homogénea, incluso en las condiciones más desfavorables, hasta los 850 °C durante un período de dos segundos	Por las características de la instalación, en condiciones de funcionamiento normal, esta temperatura se alcanza y supera en cada uno de los puntos de combustión. Si bien el punto de inyección más favorable en principio es el mechero del horno, ya que está diseñado para la inyección de distintos combustibles y en caso de emplear combustibles alternativos no tendría que ser reemplazado. La temperatura de la llama del mechero principal es de 2000°C y del entorno del horno de 1450°C
d	Elevar la temperatura hasta 1100 °C si se coqueizaran residuos peligrosos con un contenido superior al 1 % de sustancias orgánicas halogenadas, expresadas en cloro.	Como se ha mencionado, la temperatura de llama del mechero principal y del entorno del horno es superior a este valor.

	Técnica	Evaluación
e	Alimentar los residuos de forma continuada y uniforme	La aplicación de esta técnica va en línea con los criterios de estabilidad del proceso por lo que su aplicación sería prioritaria siempre que la disponibilidad del residuo lo permitiera.
f	Retrasar o detener la coincineración de residuos en operaciones como la puesta en marcha o las paradas cuando no se puedan alcanzar las temperaturas y los tiempos de permanencia adecuados con arreglo a los anteriores puntos a) a d).	En caso de emplear combustibles alternativos este punto puede ser incorporado a los criterios de manejo del horno y a las consignas automáticas del sistema de control.

Estas técnicas son en principio aplicables a todos los tipos de hornos

Gestión de la seguridad en la utilización de residuos peligrosos

13. La MTD consiste en aplicar un sistema de gestión de la **seguridad** en el almacenamiento, la manipulación y la incorporación de residuos peligrosos, como, por ejemplo, un enfoque basado en el riesgo de acuerdo con el origen y el tipo de residuo, así como en el etiquetado, comprobación, muestreo y ensayo de los residuos que se vayan a manipular. En caso de emplear residuos esta u otra metodología puede ser implementada para minimizar los riesgos de su manejo.

Emisiones de partículas

Emisiones difusas de partículas

14. El objetivo de esta MTD es **minimizar o evitar las emisiones difusas** en las operaciones que las generan aplicando alguna de estas técnicas o una combinación de ellas.

	Técnica	Aplicabilidad	Evaluación
a	Aplicar criterios de simplificación y linealidad en el diseño de la instalación	Aplicable únicamente a las nuevas plantas	La instalación de Cementos Balboa fue diseñada atendiendo a este criterio
b	Aislar o encapsular las operaciones que generen partículas, como la trituración, el tamizado y el mezclado	Aplicable con carácter general	Esta técnica se aplica en la instalación
c	Cubrir las cintas transportadoras y los sistemas elevadores diseñados como sistemas cerrados, cuando los materiales pulverulentos puedan generar emisiones difusas de partículas		Esta técnica se aplica en la instalación
d	Reducir las fugas de aire y los puntos de derrame		Este aspecto se contempla en las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo.
e	Utilizar dispositivos y sistemas de control automáticos		Esta técnica se aplica en diversos puntos de la instalación
f	Vigilar para que las operaciones se realicen con normalidad de manera continuada		Los operadores de sala de control vigilan de manera continuada que el proceso se encuentre dentro de los parámetros establecidos en turnos que cubren las 24 horas.

	Técnica	Aplicabilidad	Evaluación
g	<p>Levar a cabo un mantenimiento adecuado y completo de la instalación mediante sistemas de aspiración, ya sean fijos o móviles:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Durante las operaciones de mantenimiento o en los casos de avería de los sistemas de transporte pueden producirse derrames de materiales. Deberán utilizarse sistemas de aspiración para evitar que se produzcan emisiones difusas de partículas durante las operaciones de traslado. En los edificios de nueva construcción pueden instalarse con facilidad sistemas de aspiración fijos, mientras que en los antiguos normalmente es más fácil instalar sistemas móviles y conexiones flexibles. — En determinados casos es posible mejorar el proceso de circulación mediante sistemas de transporte neumáticos. 		Esta técnica se aplica en la instalación
h	<p>Ventilar y recoger las partículas mediante filtros de mangas:</p> <ul style="list-style-type: none"> — En la medida de lo posible, toda manipulación de materiales deberá realizarse en sistemas cerrados mantenidos a una presión negativa. El aire succionado por este procedimiento se filtrará con un filtro de mangas antes de emitirlo a la atmósfera. 		Esta técnica se aplica en la instalación

	Técnica	Aplicabilidad	Evaluación
i	<p>Utilizar sistemas de almacenamiento cerrados dotados de sistemas de manipulación automática:</p> <p>— Se considera que los silos para clínker y las zonas cerradas de almacenamiento de materias primas completamente automatizadas constituyen la solución más eficaz al problema de las emisiones difusas de partículas generadas por el almacenamiento de grandes volúmenes de materiales. Estos sistemas de almacenamientos disponen de uno o varios filtros de mangas para evitar la emisión difusa de partículas durante las operaciones de carga y descarga.</p> <p>— Utilizar silos de almacenamiento con la capacidad adecuada, dotados de indicadores de nivel, sistemas de desconexión automática y filtros capaces de eliminar las emisiones atmosféricas de partículas producidas durante las operaciones de llenado</p>		<p>La instalación cuenta con un silo de clínker y silos de cemento con indicadores de nivel, filtros de mangas en las zonas de carga y descarga, y cintas y elevadores cubiertos; las zonas de formación de parvas y rascado de material para la molienda se ubican dentro de la nave de materias primas de manera que se minimizan las emisiones difusas que puedan producirse del trasiego de los materiales en estas tareas. La formación de las parvas se realiza empleando apiladoras automáticas, regulables en altura; para la extracción de los materiales se emplean rascadores especialmente diseñados.</p>
j	<p>En las operaciones relacionadas con la expedición, carga y descarga de cemento, utilizar tuberías de llenado flexibles equipadas con sistemas de extracción de partículas, orientadas hacia la plataforma de carga del camión.</p>		<p>Esta técnica se aplica en la instalación</p>

15. El objetivo de esta MTD es **minimizar o evitar las emisiones de partículas** en las zonas de almacenamiento a granel aplicando alguna de estas técnicas o una combinación de ellas:

	Técnica	Evaluación
a	Cubrir las zonas de almacenamiento a granel o las pilas con pantallas, muros o cerramientos con vegetación de crecimiento vertical (barreras cortaviento, naturales o artificiales, para la protección de las pilas aire libre).	La instalación cuenta con líneas y zonas de vegetación en parte de su perímetro y se trabaja para mejorarlas.
b	Utilizar barreras cortaviento para las pilas al aire libre: — Aunque se debería evitar almacenar los materiales pulverulentos en pilas al aire libre, si se hace es posible reducir las partículas difusas mediante el empleo de barreras cortaviento convenientemente diseñadas.	
c	Utilizar sistemas de aspersión de agua y supresores químicos de partículas: — Cuando la fuente de partículas difusas esté bien localizada, es posible instalar un sistema de aspersión de agua. La humidificación de las partículas contribuye a aglomerarlas y a que el polvo se asiente. También se dispone de una diversidad de agentes químicos que mejoran la eficiencia global del sistema de aspersión de agua.	La cinta de transporte de entrada de materias primas cuenta con un sistema de humidificación. De todos modos, la zona de formación y consumo de las parvas de materias primas destinadas a molienda de crudo o cemento se ubican dentro de la nave de materias primas.
d	Cuidar la pavimentación, riego, limpieza y mantenimiento de las vías de acceso: — Los espacios utilizados por los camiones deberán pavimentarse siempre que se pueda, y su superficie se mantendrá lo más limpia posible. El riego de las vías de acceso puede limitar las emisiones difusas de partículas especialmente con tiempo seco. También pueden limpiarse mediante máquinas barredoras. Se aplicarán las buenas prácticas en materia de limpieza y mantenimiento con el fin de reducir al mínimo las emisiones difusas de partículas.	Las vías de acceso se encuentran pavimentadas y la instalación cuenta con un camión de aspiración y con una máquina barredora
e	Garantizar la humidificación de las pilas: — Es posible reducir las emisiones difusas de partículas de las pilas mediante una humidificación suficiente de los puntos de carga y descarga y la utilización de cintas transportadoras ajustables en altura.	Esta técnica se aplica en la instalación

	Técnica	Evaluación
f	En caso de que no sea posible evitar las emisiones difusas de partículas en las zonas de carga y descarga, ajustar la altura de la descarga a la variación de la altura de la pila, preferiblemente de forma automática, o bien reducir la velocidad de descarga.	Esta técnica se aplica en la instalación

Emisiones canalizadas de partículas procedentes de actividades generadoras de partículas

16. El objetivo de esta MTD es reducir las emisiones canalizadas de partículas

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
	Aplicar un sistema de gestión del mantenimiento enfocado especialmente al funcionamiento de los filtros empleados en las actividades generadoras de partículas distintas de los procesos de combustión del horno y enfriado, así como del procedimiento de molienda principal. En el marco de este sistema de gestión la MTD implica la limpieza con filtros de los gases de salida.	En las operaciones generadoras de partículas, la limpieza de los gases de salida se realiza generalmente con filtros de mangas (se describen con más detalles para las MTD 17 y 18).	Para las fuentes pequeñas (<10.000 Nm ³ /h) debe aplicarse un enfoque de prioridades, basado en el sistema de gestión del mantenimiento en relación con la frecuencia con la que se deberá comprobar el funcionamiento del filtro	En la instalación se realiza un mantenimiento preventivo y correctivo de todos los filtros de mangas.

Emisiones de partículas procedentes de los procesos de combustión del horno, enfriado y molienda.

17 y 18. El objetivo de estas MTD es reducir las **emisiones de partículas** de los gases producidos durante los procesos de combustión (MTD 17), enfriado y molienda (MTD 18) mediante la limpieza de los gases de escape mediante filtros:

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
a	Precipitadores electrostáticos	<p>Los precipitadores electrostáticos (ESP) generan un campo electrostático en la trayectoria que siguen las partículas dentro de la corriente de aire. Las partículas adquieren una carga negativa y se desplazan hacia las placas colectoras cargadas positivamente. Las placas colectoras se sacuden o vibran periódicamente, desalojando el material adherido para que caiga en las tolvas de recogida colocadas debajo. Es importante optimizar los ciclos de sacudida del ESP para reducir al mínimo los nuevos arrastres de polvo y su potencial para afectar a la visibilidad del penacho.</p> <p>Los ESP se caracterizan por su capacidad para funcionar en condiciones de altas temperaturas (hasta 400 °C aproximadamente) y de elevado nivel de humedad. Los principales inconvenientes de esta técnica son su menor eficacia cuando se forma una capa aislante y la posible acumulación de materiales con un alto contenido de cloro y azufre. Para el buen funcionamiento general de los ESP es importante evitar los disparos por CO.</p> <p>Aunque no existen restricciones de tipo técnico respecto a la aplicabilidad de los ESP en los diversos procesos de la industria cementera, no se utilizan frecuentemente para el desempolvado de los molinos de cemento debido a los costes de la inversión y a su reducida eficacia (emisiones relativamente altas) durante las puestas en marcha y paradas.</p>	Aplicable a todos los sistemas de hornos	Esta técnica no se aplica en la instalación de Cementos Balboa. Todos los filtros instalados son filtros de mangas, considerados más eficientes y menos peligrosos que los ESP.

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
b	Filtros de mangas	<p>Los filtros de mangas permiten recoger las partículas de forma eficaz. El principio fundamental en la fabricación del filtro consiste en utilizar una membrana textil permeable al gas que es capaz de retener las partículas. El material del filtro adopta generalmente una disposición simétrica. Al principio el polvo se deposita tanto sobre las fibras superficiales como en el interior del tejido, pero a medida que las partículas se acumulan sobre la capa superficial, el propio polvo se convierte en el principal elemento filtrante. Los gases de combustión pueden fluir desde el interior de la bolsa hacia el exterior o en la dirección opuesta. A medida que la costra de polvo se vuelve más espesa, aumenta la resistencia ofrecida al paso del gas. Por lo tanto, es necesario limpiar periódicamente el elemento filtrante para controlar la caída de presión del gas que atraviesa el filtro. Los filtros de mangas deberían disponer de varios compartimentos que puedan ser sellados individualmente en caso de rotura de la bolsa, en número suficiente para que el filtro pueda seguir funcionando adecuadamente cuando alguno de dichos compartimentos quede fuera de servicio. Cada compartimento debería disponer de un «detector de rotura de la bolsa» que señale la necesidad de reparar la avería. Las bolsas de filtro se encuentran disponibles en diversas variedades de fibras, textiles o de otro tipo. Las modernas fibras sintéticas pueden funcionar a temperaturas bastante elevadas, de hasta 280 °C.</p> <p>El rendimiento de los filtros de mangas se ve afectado principalmente por una serie de parámetros, como la compatibilidad del elemento filtrante con las características de los gases de combustión y de las partículas y la resistencia física y química frente a las agresiones por hidrólisis, ácidos, oxidación y temperatura del proceso. Para la selección de la técnica deberán tenerse en cuenta la humedad y temperatura de los gases de combustión.</p>	Aplicable a todos los sistemas de hornos	<p>Esta técnica es la aplicada en la instalación, obteniendo en un funcionamiento normal valores por debajo de los VLE establecidos en la AAI para los focos de medición en continuo.</p> <p>Los filtros de mangas se encuentran instalados en otros puntos como son por ejemplo las zonas de transferencia de material, de manera que se controlan también las emisiones difusas en el circuito de proceso, desde la entrada de materias primas a la nave de almacenamiento, hasta el ensacado del producto final y los puntos de carga a granel.</p>
c	Filtros híbridos	Los filtros híbridos consisten en una combinación de ESP con filtros de mangas dentro de un mismo dispositivo. Generalmente se instalan durante el proceso de renovación de los ESP antiguos. Permiten reutilizar parcialmente los equipos existentes.	Aplicable a todos los sistemas de hornos	Esta MTD no se aplica en la instalación de Cementos Balboa.

Compuestos gaseosos

Emisiones de NO

19. El objetivo de esta MTD es **reducir las emisiones de NOx** de los gases producidos durante los procesos de combustión, precalentamiento o precalcificación en hornos aplicando alguna de las técnicas siguientes o una combinación de ellas:

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
a	Medidas y técnicas primarias			
	I Enfriamiento de llama	Para reducir la temperatura y aumentar la concentración de radicales hidroxílicos es posible añadir agua al combustible, o directamente a la llama, empleando diversos métodos para introducirla, ya sea la inyección de un fluido (líquido), de dos fluidos (líquido más aire comprimido) o de productos sólidos, ya sea la utilización de residuos líquidos o sólidos con un alto contenido de agua. Esto puede producir efectos positivos para la reducción de los NOx en la zona de combustión.	Aplicable a todos los hornos rotatorios utilizados en la industria cementera. El grado de aplicabilidad puede verse limitado por los requisitos de calidad del producto y los potenciales efectos sobre la estabilidad del proceso.	Esta técnica no se aplica en la instalación. El enfriamiento de llama mediante esta técnica puede producir inestabilidad en el proceso, aumento en los consumos específicos de combustible (y por tanto de otras emisiones) y perjuicios en el nivel de cal libre del producto, por lo que se considera que esta técnica por sí sola, es decir, cuando no está asociada a la valorización de residuos, no resulta ventajosa respecto a otras técnicas descritas.

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
	II Quemadores de bajo NO	<p>Aunque el diseño de los quemadores de bajo NOx (combustión indirecta) pueda variar en cuanto a los detalles, todos se basan en la inyección del combustible y el aire en el horno a través de tubos concéntricos. La proporción de aire primario se reduce alrededor del 6 – 10 % respecto a la requerida para la combustión estequiométrica (normalmente del 10 – 15 % en los quemadores convencionales). El aire axial se inyecta con gran fuerza por el canal exterior. El carbón puede insuflarse por la tobera central o por el canal intermedio. Se emplea un tercer canal para inyectar una corriente de aire en espiral creada con ayuda de álabes situados en la salida de la tobera de combustión o detrás de esta. El efecto final del quemador así diseñado es una combustión inicial muy rápida, especialmente de los compuestos volátiles contenidos en el combustible, en una atmósfera pobre en oxígeno, lo que tiende a reducir la formación de NOx.</p> <p>La utilización de quemadores de bajo NOx no siempre tiene como consecuencia una reducción de las emisiones de NOx. Para ello es preciso optimizar la configuración del quemador.</p>	Aplicable en todos los hornos rotatorios, tanto en el quemador principal como en el precalcinador.	La instalación dispone de esta MTD, aunque tal y como sugiere la descripción recogida en la Decisión 2013/163 los resultados de reducción no son elevados; aún en combinación con otras técnicas primarias, sin la aplicación de SNCR, los valores medios diarios se encuentran por encima de 1000 mg/Nm3.
	III Combustión a mitad de horno	<p>En los hornos largos de vía húmeda y seca, la creación de una zona reductora mediante la combustión de combustibles sólidos puede reducir las emisiones de NOx. Dado que en estos hornos no hay acceso a la zona de temperaturas de 900 – 1 000 °C, es posible instalar sistemas de combustión en el centro del horno capaces de utilizar aquellos residuos combustibles sólidos que no pueden pasar por el quemador principal (por ejemplo neumáticos). La velocidad de combustión de los combustibles puede representar un factor crítico. Si es demasiado lenta, pueden presentarse condiciones reductoras en la zona de combustión que perjudiquen seriamente la calidad del producto. Si es demasiado rápida, la sección del horno equipada con cadenas puede sobrecalentarse y las cadenas resultar quemadas. Un rango de temperatura inferior a los 1 100 °C excluye la utilización de residuos peligrosos con un contenido de cloro superior al 1 %.</p>	Aplicable con carácter general a hornos rotatorios largos	Esta MTD no es aplicable en nuestra instalación al no tratarse de un horno rotatorio largo.

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
	IV Adición de mineralizadores para mejorar la cocibilidad del crudo (clínker mineralizado)	La adición de mineralizadores, como por ejemplo, el flúor, a las materias primas es una técnica que permite ajustar la calidad del clínker y reducir la temperatura de la zona de sinterización. Al reducir la temperatura de la cocción se reduce igualmente la formación de NOx	Aplicable con carácter general a los hornos rotatorios respetando los requisitos de calidad del producto final	Esta MTD no se aplica en la instalación.
	V Optimización del proceso	Para reducir las emisiones de NOx es posible recurrir a la optimización del proceso, por ejemplo en lo relativo al funcionamiento del horno, a las características de la combustión, al control óptimo del horno y/o a la homogeneización de la alimentación de combustible. También se han aplicado medidas o técnicas primarias de optimización del proceso, por ejemplo en lo relativo al control del proceso y a la mejora de la combustión indirecta, de las conexiones con el enfriador, así como a la selección del combustible y a los niveles de oxígeno.	De carácter general a todos los hornos	A lo largo del proceso se encuentran instalados sondas y analizadores que permiten monitorizar las condiciones de producción de manera que se tiene control sobre las condiciones de fabricación buscando los niveles óptimos para el equilibrio de los gases sin comprometer la obtención del producto final. Toda esta información es recibida en los ordenadores de la sala de control donde cualquier parámetro (temperatura, concentración de gases, dosificación, etc.) fuera de los rangos establecidos como óptimos genera una alarma instando al sistema o al operador a actuar para corregir los valores hacia la consigna. Así mismo se cuenta con una metodología de muestreo y análisis físico-químico que aporta aún más información sobre el proceso.

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
b	Combustión por etapas (combustibles convencionales o combustibles derivados de residuos), también en combinación con un precalcinador y una mezcla de combustibles optimizada	La combustión por etapas se aplica en los hornos de cemento junto con un precalcinador de diseño especial. La primera etapa de combustión se realiza en el horno rotatorio en condiciones optimizadas para el proceso de cocción del clínker. La segunda etapa de combustión consiste en colocar un quemador en la entrada del horno para crear una atmósfera reductora que descompone en parte los óxidos de nitrógeno generados en la zona de sinterización. La elevada temperatura de esta zona favorece especialmente la reacción que vuelve a convertir el NOx en nitrógeno elemental. En la tercera etapa de combustión, se introduce en el calcinador el combustible junto con un determinado volumen de aire terciario, lo que crea también aquí una atmósfera reductora. Con este sistema se reduce el NOx procedente del combustible, y se disminuye igualmente el NOx que sale del horno. En la cuarta y última etapa de combustión, el aire terciario remanente se inyecta en el sistema a través de una toma de aire superior, con el fin de completar la combustión residual.	En general, sólo puede aplicarse en los hornos con precalcinador. En los sistemas de precalentamiento de ciclones sin precalcinador se requieren importantes modificaciones de la planta. En los hornos sin precalcinador, la utilización de combustibles en grano podría influir positivamente en la reducción de los NOx dependiendo de la capacidad de crear una atmósfera de reducción controlada y de controlar las correspondientes emisiones de CO	Esta técnica se aplica en la instalación.

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
c	SNCR	La reducción no catalítica selectiva (SNCR) consiste en la inyección de una solución acuosa de amoníaco (hasta un 25 % NH ₃), de precursores del amoníaco o de una solución de urea en el gas de combustión, con la finalidad de reducir el NO a N ₂ . La reacción logra resultados óptimos en un rango de temperaturas de 830 a 1 050 °C, y se debe disponer de un tiempo de retención suficiente para que los agentes inyectados puedan reaccionar con el NO.	Aplicable en principio a los hornos de cemento rotatorios. Las zonas de inyección varían según el tipo de proceso de fabricación. En los hornos largos de vía seca o vía húmeda puede que resulte difícil alcanzar la temperatura y el tiempo de retención necesarios.	La instalación dispone de esta MTD. En las condiciones actuales de producción este sistema permite cumplir con el VLE que marca la última modificación de la AAI, si bien su elevado coste, la reducción de la eficiencia energética de la combustión, la inestabilidad que aporta al proceso y la peligrosidad en el manejo de la solución de agua amoniacada hace que sea empleada como último recurso; si bien es cierto que en condiciones normales de funcionamiento, el diseño del horno, el empleo de combustibles fósiles y la aplicación de técnicas primarias no permite alcanzar por si solo el VLE.

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
d	SCR	<p>La reducción catalítica selectiva (SCR) permite reducir el NO y NO₂ a N₂ por medio de NH₃ y un catalizador, a un rango de temperaturas comprendido entre 300 – 400 °C. Esta técnica se emplea ampliamente para la eliminación de los NO_x en otros sectores (centrales eléctricas de carbón, incineradoras de residuos), En la industria cementera, los sistemas empleados son básicamente dos: la configuración para bajos contenidos de partículas, situando el sistema entre el equipo de desempolvado y la chimenea, y la configuración para altos contenidos de partículas, situando el sistema entre el precalentador y el equipo de desempolvado. Los sistemas para los gases de salida con bajos contenidos de partículas requieren calentar nuevamente los gases después de su desempolvado, lo que puede suponer un gasto de energía adicional y caídas de presión. Los sistemas para altos contenidos de partículas se consideran preferibles desde el punto de vista técnico y económico. Estos sistemas no requieren volver a calentar los gases, porque la temperatura de los mismos a la salida del precalentador suele corresponder al rango de temperaturas apropiado para el funcionamiento del SCR.</p>	<p>Su aplicabilidad dependerá del desarrollo de los catalizadores y procesos apropiados en la industria cementera.</p>	<p>Esta MTD no se aplica en la instalación. El sistema SNCR se considera más adecuado y está respaldado por los resultados en el sector.</p>

20. En el caso de aplicar la SNCR, la MTD consiste en lograr una **reducción eficiente de los NO_x**, manteniendo la emisión de amoníaco adicional al nivel más bajo posible aplicando las siguientes técnicas:

	Técnica	Aplicabilidad	Evaluación
a	Aplicar una eficiencia apropiada y suficiente de reducción de los NO _x , junto con un proceso operativo estable.	La SNCR es generalmente aplicable a los hornos de cemento rotatorios. Las zonas de inyección varían según el proceso de fabricación. En los hornos largos de vía húmeda y seca puede que resulte difícil alcanzar la temperatura correcta y el tiempo de retención necesario. Véase también la MTD 19.	Como norma general la inyección de amoníaco se realiza en condiciones de proceso estable Se han realizado mediciones puntuales con diferentes condiciones de producción constatando que la eficiencia del sistema de inyección es óptima y la ubicación de las lanzas de inyección efectiva para las condiciones de producción en las que se han efectuado, dado que no se cuantifica amoníaco en chimenea.
b	Aplicar una buena distribución estequiométrica del amoníaco con el fin de lograr la máxima eficiencia de reducción de los NO _x y reducir el escape de NH ₃		
c	Mantener al nivel más bajo posible las emisiones correspondientes a la salida de NH ₃ adicional (generadas por el amoníaco sin reaccionar) en los gases de combustión, teniendo en cuenta la correlación entre la eficiencia en la reducción de los NO _x y el escape de NH ₃		

Emisiones de SO₂

21. El objetivo de esta MTD es **reducir las emisiones de SO_x** de los gases generados en los procesos de combustión, precalentamiento o precalcación aplicando alguna de las técnicas siguientes:

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
a	Adición de absorbentes	<p>Se incorporan absorbentes ya sea en las materias primas (por ejemplo, cal hidratada), ya sea en la corriente de gas (por ejemplo, cal hidratada o apagada [Ca(OH)₂], cal viva (CaO), cenizas volantes activadas con un alto contenido de CaO o bicarbonato sódico (NaHCO₃).</p> <p>La cal hidratada se puede cargar en el molino de materias primas junto con los demás componentes de las materias primas, o bien incorporarse directamente en la alimentación del horno. La adición de cal hidratada ofrece la ventaja de que el aditivo a base de calcio reacciona formando compuestos que pueden incorporarse directamente al proceso de cocción del clínker.</p> <p>La inyección de absorbentes en la corriente de gas puede realizarse aplicando un método seco o húmedo (lavado por vía semisecca). Los absorbentes se inyectan en la trayectoria de los gases de combustión a temperaturas próximas al punto de rocío, lo que tiene como resultado unas condiciones más favorables para la captura del SO₂. En los hornos de cemento, este rango de temperaturas se suele alcanzar en la zona comprendida entre el molino de materias primas y el equipo de desempolvado.</p>	<p>En principio, la adición de absorbentes es aplicable a todos los sistemas de hornos, aunque se utilizan principalmente en los precalentadores de suspensión. La adición de caliza a la alimentación del horno reduce la calidad de los gránulos o nódulos y provoca problemas de flujo en los hornos Lepol. En los hornos con precalentador se ha comprobado que la inyección directa de cal apagada en el gas de combustión es menos eficiente que la adición de la misma sustancia en la alimentación del horno</p>	<p>Esta MTD no se aplica en la instalación. Los niveles de SO₂ se mantienen por debajo del VLE sin aplicar ninguna de estas técnicas.</p>

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
b	Depuradores húmedos	<p>La técnica de depurador húmedo es la más utilizada para la desulfuración de los gases de combustión en las centrales eléctricas alimentadas por carbón. En los procesos de fabricación de cemento, la depuración húmeda para la reducción de las emisiones de SO₂ es una técnica establecida. La depuración húmeda se basa en la siguiente reacción química:</p> $\text{SO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 \longleftrightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ <p>Los SO_x se absorben con una lechada aplicada mediante una torre de rociado. El producto absorbente suele ser carbonato cálcico. Los depuradores húmedos son los que presentan la máxima eficacia, entre todos los métodos de desulfuración de los gases de combustión (FGD), para la limpieza de gases ácidos solubles, con la desviación más baja respecto a los factores estequiométricos y la menor tasa de producción de residuos sólidos. La técnica requiere utilizar determinados volúmenes de agua, lo que conlleva la necesidad de realizar el tratamiento de las aguas residuales</p>	Aplicable a todos los tipos de hornos de cemento con unos niveles adecuados (suficientes) de SO ₂ para la producción de yeso	

22. El objetivo de esta MTD es **reducir las emisiones de SO₂** optimizando el proceso de molienda de las materias primas:

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
	Optimización del proceso de molienda de las materias primas	<p>La técnica consiste en optimizar el proceso de molienda de materias primas de tal forma que el molino pueda funcionar como un sistema de reducción de los SO₂ generados por el horno. Esto puede lograrse ajustando factores tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> — el grado de humedad de las materias primas; — la temperatura del molino; — el tiempo de retención en el molino; — la granulometría del material triturado 	Es aplicable cuando el proceso de molienda en seco se lleva a cabo en marcha mixta	Esta MTD se aplica en la instalación. Los niveles de SO ₂ se mantienen por debajo del VLE.

Emisiones de CO y disparos de CO

23. El objetivo de esta MTD es **minimizar la frecuencia de los disparos por CO** y de mantener su duración total por debajo de los 30 minutos al año cuando se utilizan precipitadores electrostáticos (ESP) o filtros híbridos aplicando las siguientes técnicas de manera o combinada:

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
a	Gestionar correctamente los disparos por CO con el fin de reducir los periodos de parada del ESP	<p>Por motivos de seguridad relacionados con el riesgo de explosión, es preciso detener los ESP cuando se producen concentraciones elevadas de CO en los gases de combustión. Las técnicas siguientes contribuyen a evitar los disparos por CO y, consecuentemente, los períodos de parada:</p> <ul style="list-style-type: none"> — control del proceso de combustión; — control de la carga orgánica de las materias primas; — control de la calidad de los combustibles y del sistema de alimentación de combustible. 	Es aplicable a los sistemas ESP o filtros híbridos	Esta MTD no se aplica en la instalación. Todos los filtros instalados son filtros de mangas.
b	Medir continuamente de forma automática el CO mediante equipos de monitorización con tiempos de respuesta cortos y ubicados cerca de la fuente de CO	<p>Las interrupciones ocurren predominantemente durante la fase de puesta en marcha. Para un funcionamiento seguro, los analizadores de gases para la protección del ESP tienen que estar conectados durante todas las fases operativas, y los períodos de parada del ESP pueden reducirse con un sistema auxiliar de monitorización que funcione continuamente.</p> <p>Es preciso optimizar el sistema de monitorización continua del CO respecto a su tiempo de reacción, e instalarlo cerca de la fuente de CO, por ejemplo, en una salida de la torre del precalentador, o en una de las entradas del horno, cuando se trate de una aplicación de vía húmeda.</p> <p>En caso de utilizar filtros híbridos, se recomienda derivar a tierra las toberas de sujeción y el armazón de las mangas.</p>		

Emisiones de Carbono orgánico total (COT)

24. El objetivo de esta MTD es mantener bajo el nivel de las **emisiones de carbono orgánico total (COT)** de los gases producidos durante los procesos de combustión del horno

	Técnica	Evaluación
	Evitar la incorporación al sistema del horno de materias primas con un alto contenido de compuestos orgánicos volátiles (COV) a través de la vía de alimentación de materias primas.	Las materias primas extraídas de cantera pueden contener trazas de materia orgánica (no necesariamente compuestos volátiles) que no pueden ser separadas en su totalidad del material rocoso. El resto de materias primas consumidas en la actualidad no aporta compuestos orgánicos.

Emisiones de cloruro de hidrógeno (HCl) y de fluoruro de hidrógeno (HF)

25. El objetivo de esta MTD es reducir las emisiones de HCl de los gases producidos durante la combustión, precalentamiento o precalcificación aplicando alguna de las técnicas siguientes o una combinación de ellas:

	Técnica	Evaluación
a	Utilización de materias primas y combustibles con bajo contenido de cloro	Las materias primas y combustibles utilizados, dentro de la variabilidad natural de las componentes empleados en el proceso, no contienen concentraciones elevadas de HCl. En caso de introducir residuos y combustibles alternativos se podrán establecer limitaciones de manera que no se incumplan los requisitos de calidad y medio ambiente.
b	Limitar la cantidad de cloro de los residuos utilizados como materia prima o combustible en los hornos de cemento	En caso de emplear residuos se tendrá en cuenta su contenido en cloro y se establecerá un límite en su aceptación considerando los criterios más restrictivos de entre los ambientales, productivos y de calidad del producto, dado que el contenido en cloro afecta a todos ellos.

26. El objetivo de esta MTD es reducir las emisiones de HF de los gases producidos durante la combustión, precalentamiento o precalcínación aplicando alguna de las técnicas siguientes o una combinación de ellas:

	Técnica	Evaluación
a	Utilización de materias primas y combustibles con bajo contenido en flúor	Cuando se han llevado a cabo mediciones en paralelo en el marco del procedimiento NGC2 y EAS no se ha cuantificado la emisión de HF, por lo que en las materias primas y en los combustibles empleados tienen un contenido bajo o despreciable de flúor. En cualquier caso, tal y como indica la MTD19.a.IV la inyección de flúor se emplea como técnica para la reducción de NOx
b	Limitar la cantidad de flúor de los residuos utilizados como materia prima o combustible en los hornos de cemento	

Emisiones de PCDD/F

27. El objetivo de esta MTD es evitar o mantener un nivel bajo de emisiones de PCDD/F de los gases producidos durante la combustión, aplicando alguna de las técnicas siguientes o una combinación de ellas:

	Técnica	Aplicabilidad	Evaluación
a	Seleccionar y controlar cuidadosamente las entradas al horno (materias primas), por ejemplo, en lo relativo al cloro, cobre y compuestos orgánicos volátiles.	Aplicable con carácter general.	Las materias primas empleadas vienen en un alto porcentaje de las canteras propias en las que no se ha detectado una alta concentración de los parámetros mencionados.
b	Seleccionar y controlar cuidadosamente las entradas al horno (combustibles), por ejemplo, en lo relativo al cloro y cobre.	Aplicable con carácter general.	Los combustibles fósiles empleados no contienen altas concentraciones de cloro y cobre. En caso de emplear combustibles alternativos se establecerán limitaciones de manera que no se incumplan los requerimientos de medio ambiente, calidad de producto y producción.

	Técnica	Aplicabilidad	Evaluación
c	Limitar o evitar la utilización de residuos que contengan materiales orgánicos clorados.	Aplicable con carácter general.	En caso de emplear combustibles alternativos se establecerán limitaciones de manera que no se incumplan los requerimientos de medio ambiente, calidad de producto y producción.
d	Evitar la utilización de combustibles con un alto contenido de halógenos (por ejemplo, cloro) para el quemador secundario.	Aplicable con carácter general.	En caso de emplear combustibles alternativos se establecerán limitaciones de manera que no se incumplan los requerimientos de medio ambiente, calidad de producto y producción.
e	Enfriar rápidamente los gases de combustión del horno a una temperatura inferior a los 200 °C, y reducir al mínimo el tiempo de permanencia de los gases de combustión y del contenido de oxígeno en aquellas zonas en las que el rango de temperatura se sitúe entre 300 y 450 °C.	Aplicable a los hornos largos de vía húmeda y seca sin precalentador. Esta característica es inherente al horno moderno con precalentador y precalcinator	Por diseño, esta técnica se aplica en la instalación
f	Detener la coincineración de residuos en las operaciones de puesta en marcha y apagado.	Aplicable con carácter general.	En caso de emplear combustibles alternativos esta técnica se puede aplicar en el proceso.

Emisiones de metales

28. El objetivo de esta MTD es evitar o mantener un **nivel bajo de emisiones de metales** de los gases producidos durante la combustión, aplicando alguna de las técnicas siguientes o una combinación de ellas:

	Técnica	Aplicabilidad	Evaluación
a	Seleccionar materiales con un bajo contenido de los metales relevantes y limitar el contenido de los mismos, especialmente el mercurio, en los materiales utilizados.	Aplicable con carácter general.	Las materias primas empleadas vienen en un alto porcentaje de las canteras propias en las que no se ha detectado una alta concentración de los metales relevantes.
b	Aplicar un sistema de aseguramiento de la calidad para garantizar las características de los residuos utilizados	Aplicable con carácter general.	En caso de emplear residuos en el proceso se restablecerán limitaciones de manera que no se incumplan los requerimientos de medio ambiente, calidad de producto y producción
c	Aplicar técnicas eficaces para evitar la emisión de partículas, como las descritas en la MTD 17.	Aplicable con carácter general.	En la instalación se emplea la MTD 17.b

Pérdidas y residuos del proceso

29. Con el objetivo de reducir los sólidos generados durante el proceso de fabricación de cemento y ahorrar en materias primas la MTD consiste en emplear las técnicas siguientes:

	Técnica	Descripción	Aplicabilidad	Evaluación
a	Reutilización, siempre que sea posible, de las partículas recogidas en el proceso	Siempre que resulte practicable, las partículas pueden reciclarse para incorporarlas de nuevo al proceso de producción. Este reciclado puede realizarse directamente en el horno o en el sistema de alimentación del mismo (con la única limitación del contenido de metales alcalinos), o bien mediante la mezcla con los productos terminados de cemento.	Aplicable con carácter general, pero en función de la composición química de las partículas	Esta MTD se aplica en la instalación. Las partículas recogidas en los filtros se reintroducen en proceso de manera automática. Además las partículas recogidas en otros puntos del proceso o las resultantes de tareas de limpieza, mantenimiento de las instalaciones, etc, se reintroducen minimizando así la generación de residuos.
b	Utilizar las partículas, siempre que sea posible, para elaborar otros productos comerciales.	Podría ser preciso aplicar un procedimiento de aseguramiento de la calidad cuando las partículas recogidas se incorporan a los procesos de producción. Es posible encontrar usos alternativos para los materiales que no puedan reciclarse (por ejemplo, como aditivos empleados en la desulfuración de gases de combustión en las plantas de combustión).	Es posible que la utilización de partículas para elaborar otros productos comerciales quede fuera del control del titular	

Conclusiones

En el presente documento se han descrito y evaluado las 27 MTD para la industria cementera que se recogen en la Decisión 2013/163/UE de la Comisión.

De las 27 técnicas evaluadas, 20 se aplican de forma total o parcial en la instalación, y las que no se aplican son principalmente por incompatibilidad (como es el caso de la MTD 23, no aplicable a los sistemas de filtros existentes), o por no ser necesarias en las condiciones de funcionamiento actuales (es el caso por ejemplo de las MTD relativas al empleo de residuos).

Respecto a las MTD empleadas para el control de emisiones de cara al cumplimiento de los valores límite, se puede destacar lo siguiente:

- Emisiones de partículas: se aplican todas las MTD relacionadas.
- Compuestos gaseosos: se aplican todas las MTD de manera total o parcial salvo la 21, relativa al SOx, y la 23, sólo aplicable a sistemas de filtros que no existen en la instalación; si bien de realizarse cambios en los VLE puede ser necesaria la revisión de los sistemas relacionados, la realización de pruebas para ajustar los parámetros de funcionamiento y la adaptación de la instalación a las nuevas condiciones.
- Emisiones de PCDD/F: se aplica la MTD relacionada.
- Emisiones de metales: se aplica la MTD relacionada.

Paula Galindo Pumariño

Dpto. Medio Ambiente

A.G. Cementos Balboa S.A.