

RESUMEN

El BREF (documento de referencia sobre las mejores técnicas disponibles (MTD)) titulado «Industria química inorgánica de gran volumen de producción (amoníaco, ácidos y abonos) (LVIC-AAF)» recoge el intercambio de información efectuado con arreglo a lo dispuesto en el artículo 16, apartado 2, de la Directiva 96/61/CE del Consejo (Directiva IPPC). El presente resumen describe los principales resultados, así como las conclusiones más importantes sobre las MTD y los niveles asociados de consumo y emisiones. Conviene leerlo junto con el «Prefacio», donde se exponen los objetivos del documento BREF, cómo debe consultarse y la terminología empleada. Este texto puede leerse y comprenderse por sí solo pero, al tratarse de un resumen, no es tan completo como el documento BREF íntegro; por este motivo, no pretende sustituirlo como instrumento para la toma de decisiones en cuanto a las MTD.

Ámbito de aplicación del documento

El documento se refiere a los puntos siguientes del anexo I de la Directiva IPPC:

- 4.2 (a) *amoníaco, fluoruro de hidrógeno*
- 4.2 (b) *ácido fluorhídrico, ácido fosfórico, ácido nítrico, ácido sulfúrico, ácido sulfúrico fumante*
- 4.3 *fertilizantes a base de fósforo, de nitrógeno o de potasio (fertilizantes simples o compuestos).*

Aunque el uso principal del amoníaco, el ácido nítrico, el ácido sulfúrico y el ácido fosfórico es la producción de fertilizantes, el ámbito de aplicación del presente documento no se limita a la fabricación de éstos. Al abordar la lista de sustancias antes mencionada, este documento abarca también la producción de gas de síntesis para la obtención de amoníaco y la producción de ácido sulfúrico a partir del SO₂ emitido por varios procesos, por ejemplo la producción de metales no féreos o la regeneración de ácidos usados. No obstante, en relación con la producción de metales no féreos, puede encontrarse información específica y detallada en el BREF sobre ese tipo de industrias.

I. Visión general

La actividad principal del sector de los fertilizantes consiste en producir los tres nutrientes más importantes de las plantas (nitrógeno, fósforo y potasio) en una forma que éstas puedan asimilar. El nitrógeno se expresa en su forma elemental, N, pero el fósforo y el potasio pueden expresarse bien como óxido (P₂O₅, K₂O) o como elemento (P, K). También se proporciona azufre en grandes cantidades, a través, parcialmente, de los sulfatos presentes en productos tales como el superfosfato o el sulfato de amonio. Pueden obtenerse también nutrientes secundarios (calcio, magnesio, sodio y azufre) como resultado secundario del proceso de producción y de las materias primas utilizadas. A los principales fertilizantes pueden incorporarse micronutrientes (boro, cobalto, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc) que pueden suministrarse también como especialidades. El 97 % de los fertilizantes nitrogenados se derivan del amoníaco, y el 70 % de los fosforados, del ácido fosfórico. El NH₃, HNO₃, H₂SO₄ y H₃PO₄ se encuentran entre los productos químicos industriales cuantitativamente más importantes y se utilizan principalmente para la producción de fertilizantes, pero también para otros procesos, por ejemplo dentro de la industria química. Por el contrario, la producción de HF no está generalmente asociada a la fabricación de fertilizantes; se utiliza principalmente como materia prima en la producción de fluorocarburos, así como en la siderurgia y en la industria del vidrio y los productos químicos.

La figura I ofrece una visión general de las fronteras y de las interacciones existentes entre los distintos sectores implicados en la química inorgánica de gran volumen de producción (amoníaco, ácidos y fertilizantes). A la vista de esa figura, no sorprende el hecho de que suelen agruparse varios tipos de procesos productivos (y no sólo de fertilizantes) en un mismo

emplazamiento, especializado en general en la producción de fertilizantes nitrogenados o fosforados.

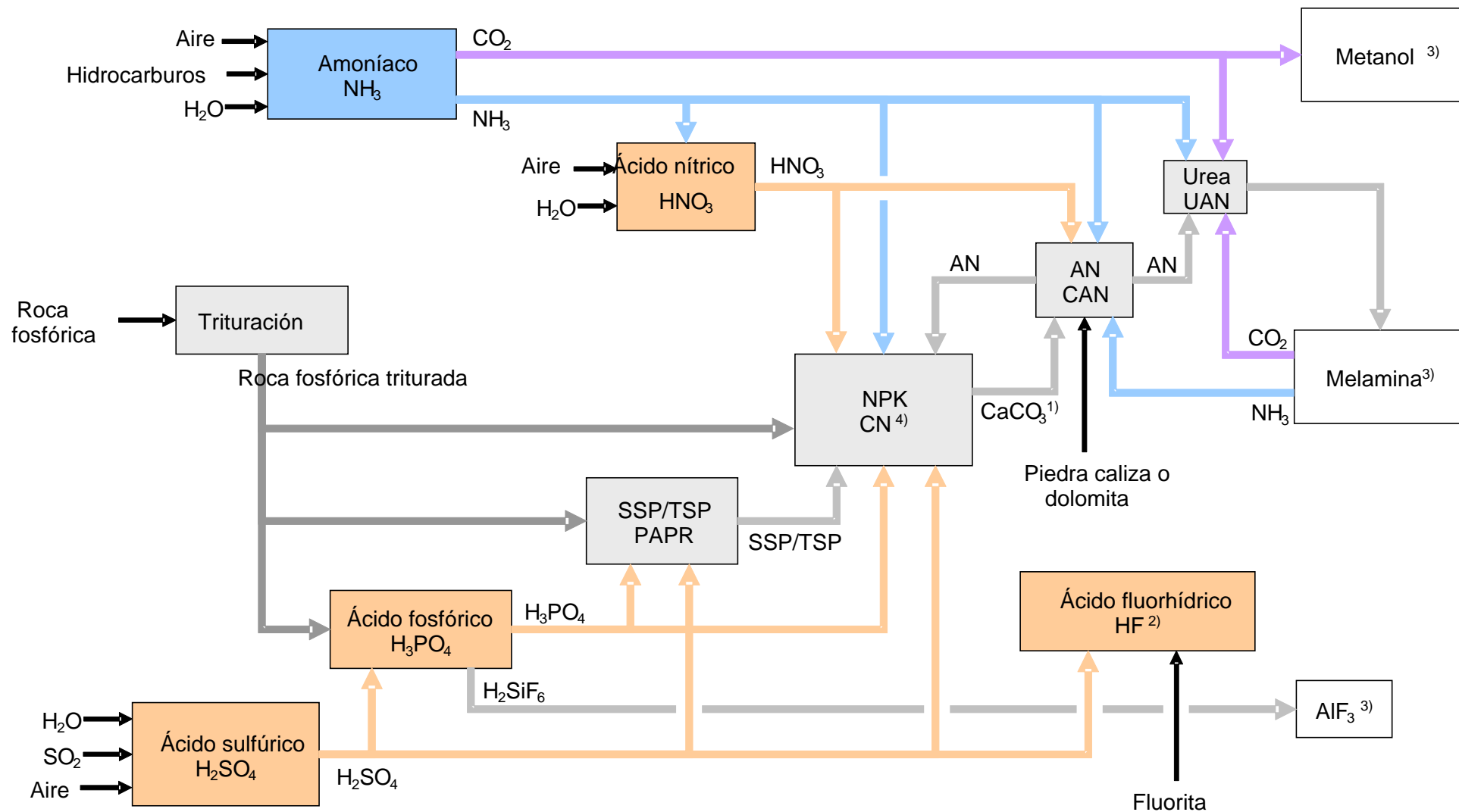


Figura I: Visión general de las fronteras y de las interacciones existentes entre los distintos sectores implicados en la química inorgánica de gran volumen de producción (amoníaco, ácidos y fertilizantes).

¹⁾ Únicamente con producción de NPK por la vía de los nitrofosfatos. No se describe en el presente documento.

²⁾ En general no se produce en emplazamientos de fabricación de fertilizantes.

³⁾

⁴⁾ CN es $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ y puede producirse también mediante la neutralización de HNO_3 con cal (no se describe en el presente documento).

II. Producción y problemas medioambientales

En general, la producción de LVIC-AAF tiene lugar en instalaciones especializadas según procesos específicos que son el fruto de decenios de desarrollo. No obstante, es posible producir fertilizantes NPK, nitrato de amonio y nitrato de amonio cálcico (AN/CAN) y fertilizantes fosfatados en la misma instalación y con el mismo sistema de reducción de emisiones. La capacidad de producción suele variar entre varios cientos y más de 3 000 toneladas al día. Las fábricas de fertilizantes nitrogenados consumen mucha energía porque necesitan calor y energía mecánica para el funcionamiento de aparatos tales como compresores, bombas y ventiladores. Con frecuencia, las máquinas de mayor tamaño funcionan con turbinas de vapor y las más pequeñas con motores eléctricos. La energía eléctrica procede de la red pública o se genera *in situ*. El vapor se obtiene de calderas o unidades de generación combinada, o en calderas de recuperación que aprovechan la energía liberada en la producción de amoníaco, ácido nítrico o ácido sulfúrico.

El sector de la producción de fertilizantes representa aproximadamente, entre el 2 y el 3 %, de todo el consumo energético mundial. En Europa occidental ese porcentaje se sitúa en alrededor del 1 %. El sector de los fertilizantes nitrogenados es responsable de la mayor parte de ese consumo. Casi toda la energía necesaria para la fabricación de fertilizantes se utiliza para fijar el nitrógeno atmosférico y obtener amoníaco. La transformación del amoníaco en urea requiere también mucha energía. En el sector de la producción LVIC-AAF, la fabricación de ácido sulfúrico y ácido nítrico permite exportar energía en forma de agua caliente o de vapor a alta, media o baja presión.

Los principales contaminantes emitidos al aire son NO_x, SO₂, HF, NH₃ y polvo en flujos de gran volumen dependiendo de la fuente. En la producción de HNO₃ se generan grandes cantidades de N₂O, que es un gas de efecto invernadero.

También se generan grandes volúmenes de algunos subproductos como, por ejemplo, el fosfoyeso. Esos subproductos pueden recuperarse, pero los costes de transporte, la presencia de impurezas y la competencia con otras posibilidades, como los recursos naturales, limita sus posibilidades de comercialización. Por este motivo, los excedentes tienen que eliminarse.

III. Mejores técnicas disponibles

Aspectos comunes

Es una MTD realizar auditorías energéticas periódicas de todas las instalaciones de producción, controlar los principales parámetros de funcionamiento y establecer y mantener balances de masas del nitrógeno, P₂O₅, vapor, agua y CO₂. Para minimizar las pérdidas de energía, se recurre en general a evitar bajadas de presión del vapor sin utilizar energía o ajustar todo el sistema de generación de vapor para que no se produzca en exceso. El excedente de energía térmica debería utilizarse dentro o fuera del emplazamiento; si hubiera factores locales que lo impidieran, y como último recurso, el vapor podría utilizarse únicamente para generar electricidad.

Es una MTD mejorar el comportamiento medioambiental de las instalaciones de producción combinando medidas tales como reciclar o reorientar corrientes, compartir de manera eficaz la maquinaria, mejorar la integración energética, precalentar el aire de combustión, mantener la eficacia de los intercambiadores de calor, reducir el volumen y la carga de las aguas residuales reciclando los condensados y las aguas de proceso y lavado, y aplicar sistemas avanzados de control de procesos y medidas de mantenimiento.

Producción de amoníaco

En las instalaciones nuevas se considera una MTD el reformado convencional, el reformado primario reducido o el reformado autotérmico por intercambio de calor. Para obtener los niveles

de emisión de NO_x indicados en la tabla I, se recomienda aplicar técnicas tales como la reducción selectiva no catalítica (RSNC) en el reformador primario (si el horno permite obtener las gamas de temperatura y de tiempo de retención requeridas), la utilización de quemadores de baja emisión de NO_x , la recuperación del amoníaco contenido en los gases de purga y los gases instantáneos (*flash*) o la desulfuración a baja temperatura en el reformado autotérmico por intercambio de calor.

Es una MTD realizar auditorías energéticas sistemáticas. Las técnicas para conseguir los niveles de consumo de energía indicados en la tabla II son el precalentamiento prolongado de los hidrocarburos entrantes y del aire de combustión, la instalación de una turbina de gas de segunda generación, la modificación de los quemadores del horno (para una distribución adecuada de los gases de salida de la turbina sobre los quemadores), la reorganización de los dispositivos de convección y la instalación de superficie adicional y el prerreformado en combinación con un proyecto adecuado de ahorro de vapor. Otras MTD son una extracción perfeccionada del CO_2 , la desulfuración a baja temperatura, la conversión catalítica isotérmica (sobre todo en el caso de las instalaciones nuevas), la utilización de partículas de catalizadores de menor tamaño en los convertidores de amoníaco, de catalizadores de síntesis del amoníaco a baja presión, de catalizadores resistentes al azufre en la reacción catalítica del gas de síntesis resultante de la oxidación parcial, el lavado con nitrógeno líquido para la purificación final del gas de síntesis, la refrigeración indirecta del reactor de síntesis del amoníaco, la recuperación del hidrógeno del gas de purga de la síntesis del amoníaco o la implantación de un sistema avanzado de control de procesos. Para alcanzar los niveles de emisión asociados a las MTD y a la eficiencia que se indican en el BREF sobre refinerías de petróleo y gas, se recupera el azufre, en parte oxidado, de los gases de combustión combinando, por ejemplo, una unidad Claus y el tratamiento de los gases residuales. Se considera una MTD la eliminación de NH_3 de los condensados del proceso, por ejemplo mediante separación por desorción (*stripping*). El NH_3 se recupera de los gases de purga e instantáneos (*flash*) en circuito cerrado. En el texto íntegro del BREF se proporcionan orientaciones sobre la manera de proceder en los arranques y paradas y en condiciones anormales de explotación.

Producción de ácido nítrico

Es una MTD utilizar energía recuperable, es decir, vapor o electricidad obtenidos por cogeneración. Se considera una MTD reducir las emisiones de N_2O y obtener los niveles de emisión indicados en la tabla III aplicando una combinación de las técnicas siguientes:

- optimización de la filtración de materias primas;
- optimización de la mezcla de materias primas;
- optimización de la distribución del gas sobre el catalizador;
- control del comportamiento del catalizador y ajuste de su período de funcionamiento;
- optimización de la relación NH_3 /aire;
- optimización de las condiciones de presión y temperatura en la fase de oxidación;
- descomposición del N_2O mediante la ampliación de la cámara del reactor en las plantas nuevas;
- descomposición catalítica del N_2O en la cámara del reactor;
- reducción combinada de NO_x y N_2O en los gases de cola.

Opinión divergente: Los representantes del sector y un Estado miembro no están de acuerdo con los niveles de emisión de N_2O asociados a la aplicación de la MTD *en instalaciones existentes* debido a la poca experiencia adquirida con las técnicas de eliminación del N_2O presentadas en las secciones 3.4.6 y 3.4.7, a las diferencias entre los resultados obtenidos en las instalaciones preseleccionadas para los ensayos y a la gran cantidad de condicionantes técnicos y operativos que pesan sobre la aplicación de esas técnicas en las fábricas de ácido nítrico actualmente en funcionamiento en Europa. Consideran que los catalizadores utilizados, aunque ya se comercializan, aún están en fase de desarrollo. Los representantes del sector alegan, además, que los niveles deberían referirse a las medias alcanzadas a lo largo de la vida del catalizador de eliminación del N_2O , aunque esa duración aún se desconoce. El sector y un

Estado miembro afirman que las emisiones asociadas a las MTD deberían incluir 2,5 kg de N_2O /tonelada de HNO_3 al 100 % para las instalaciones existentes.

Es una MTD reducir las emisiones durante el arranque y las paradas. También es MTD reducir las emisiones de NO_x y alcanzar los niveles indicados en la tabla IV aplicando una o varias de las técnicas siguientes:

- optimización de la fase de absorción;
- reducción combinada de NO_x y N_2O en los gases de cola;
- reducción catalítica selectiva (RCS);
- incorporación de H_2O_2 en la última fase de absorción.

Producción de ácido sulfúrico

Se considera MTD utilizar energía recuperable: vapor, electricidad y agua caliente obtenidos por cogeneración. Los métodos para conseguir los intervalos de conversión y los niveles de emisión indicados en la tabla V son: contacto doble/absorción doble, contacto simple/absorción simple, incorporación de un quinto lecho catalítico, utilización de un catalizador dopado con cesio en el cuarto o quinto lecho, paso de la absorción simple a la doble absorción, procesos húmedos o una combinación de procesos húmedos y secos, control y sustitución periódicos del catalizador (especialmente en el primer lecho catalítico), sustitución de los convertidores de arco de ladrillo por convertidores de acero inoxidable, la mejora de la depuración del gas crudo (plantas metalúrgicas), la mejora del filtrado del aire, por ejemplo mediante una filtración en dos etapas (combustión del azufre), la mejora del filtrado del azufre, por ejemplo con filtros depuradores (combustión del azufre), el mantenimiento de la eficacia de los intercambiadores de calor o de los dispositivos de lavado de los gases de cola (siempre que los subproductos puedan reciclarse *in situ*).

Se considera MTD controlar constantemente los niveles de SO_2 para determinar la eficacia de conversión y el nivel de emisiones de SO_2 . Los métodos para conseguir los niveles de emisión de nieblas de SO_3/H_2SO_4 (véase la tabla VI) son: la utilización de azufre con bajo contenido en impurezas (en caso de combustión de azufre), el secado adecuado de la entrada de gases y del aire de combustión (únicamente en el caso de los procesos por contacto en seco), la utilización de una zona de condensación más amplia (únicamente en el caso de los procesos de catálisis por vía húmeda), una distribución y una velocidad de circulación del ácido adecuadas, la utilización de filtros de bujías de alto rendimiento tras la absorción, el control de la concentración y la temperatura del ácido de absorción o la aplicación de técnicas de recuperación/reducción de emisiones en procesos de vía húmeda, por ejemplo, precipitadores electrostáticos, precipitadores electrostáticos de proceso húmedo o lavado por vía húmeda. Es una MTD minimizar o suprimir las emisiones de NO_x , así como reciclar los gases residuales resultantes de la retirada de H_2SO_4 del producto para reintroducirlos en el proceso por contacto.

Trituración de la roca fosfórica y prevención de la dispersión del polvo

Constituye una MTD para la reducción de las emisiones de polvo de la trituración de roca, por ejemplo, utilizar filtros textiles o de cerámica y obtener unos niveles de emisión de polvo de entre 2,5 y 10 mg/Nm^3 . Es asimismo una MTD evitar la dispersión de polvo de roca fosfórica mediante el uso de cintas transportadoras cubiertas, recurriendo al almacenamiento en el interior y limpiando y barriendo con frecuencia el suelo de la instalación y el muelle.

Producción de ácido fosfórico

En las instalaciones existentes que utilizan un proceso por vía húmeda, es una MTD conseguir eficiencias de reducción de P_2O_5 de entre el 94,0 y el 98,5 %, por ejemplo, aplicando una o varias de las técnicas siguientes:

- proceso de dihidratado o proceso de dihidratado mejorado;
- aumento del tiempo de residencia;

Resumen

- proceso de recristalización;
- desaceitado;
- doble filtrado;
- reciclado del agua procedente de las pilas de fosfoyeso;
- selección de la roca de fosfato.

En las instalaciones nuevas, constituye una MTD conseguir eficiencias de reducción de P_2O_5 de, al menos, el 98,0 %, por ejemplo aplicando un proceso de recristalización del hemihidrato con doble filtrado. En los procesos por vía húmeda, es una MTD minimizar las emisiones de P_2O_5 aplicando técnicas tales como los separadores por arrastre (en caso de que se utilicen refrigeradores por expansión en vacío o evaporadores de vacío), bombas de anillo líquido (con reciclado del líquido del anillo para el proceso) o lavado con reciclado del líquido de lavado.

Se considera MTD reducir las emisiones de fluoruros utilizando lavadores que funcionen con los líquidos adecuados y obtener niveles de emisión de entre 1 y 5 mg/Nm^3 expresados como HF. En los procesos por vía húmeda, es una MTD comercializar el fosfoyeso y el ácido fluosilícico generados y, de no existir tal mercado, eliminarlos. Para apilar el fosfoyeso es preciso tomar medidas preventivas y reciclar el agua de esas pilas. En los procesos por vía húmeda se considera MTD impedir las emisiones de fluoruros al agua, por ejemplo utilizando un sistema de condensación indirecta o lavado con reciclado o comercialización del líquido de lavado. Es una MTD efectuar el tratamiento de las aguas residuales con una combinación de las técnicas siguientes:

- neutralización con cal;
- filtración y, eventualmente, sedimentación;
- reciclado de los sólidos para las pilas de fosfoyeso.

Tipo de instalación	Emisiones de NO_x (expresadas como NO_2)
	mg/Nm^3
Procesos avanzados de reformado convencional y procesos con reformado primario limitado	90 – 230 ^x
Reformado autotérmico con intercambio de calor	a) 80 b) 20
a) Calentador del aire del proceso b) Caldera auxiliar	
^x Los valores inferiores del rango corresponden a las instalaciones existentes con mejor comportamiento y a las instalaciones nuevas.	
No se ha podido establecer ninguna correlación directa entre las concentraciones y los factores de emisión. No obstante, unos factores de emisión de entre 0,29 y 0,32 $kg/tonelada$ de NH_3 se consideran valores de referencia en el caso de procesos de reformado convencional y procesos con reformado primario reducido. Para el reformado autotérmico con intercambio de calor se considera valor de referencia un factor de emisión de 0,175 $kg/tonelada$ de NH_3 .	

Tabla I: Niveles de emisión de NO_x asociados a las MTD en la producción de amoníaco

Tipo de instalación	Consumo neto de energía ^x
	GJ (poder calorífico inferior)/tonelada de NH_3
Procesos de reformado convencional, procesos con reformado primario limitado o reformado autotérmico con intercambio de calor	27,6 – 31,8

^x Para interpretar los niveles indicados de consumo de energía, véase el texto íntegro. Es posible una variación de $\pm 1,5$ GJ. En general, los niveles se refieren a un funcionamiento en estado estable, como el que se tiene en general durante un ensayo de rendimiento realizado inmediatamente después de una modernización o modificación dirigidas a alcanzar una capacidad deseada.

Tabla II: Niveles de consumo energético asociados a las MTD en la producción de amoníaco

Presión		Nivel de emisión de N ₂ O ^x	
		kg/tonelada de HNO ₃ al 100 %	ppmv
A= Alto M= Medio B= Bajo			
M/M, M/A y A/A	Instalaciones nuevas	0,12 – 0,6	20 – 100
	Instalaciones existentes	0,12 – 1,85	20 – 300
Instalaciones B/M		Sin conclusión	
^x Los niveles se refieren a los valores medios de emisión obtenidos en una campaña del catalizador de oxidación			

Tabla III: Niveles de emisión de N₂O asociados a las MTD en la producción de HNO₃

Nota: Hay una opinión divergente respecto al nivel de emisión correspondiente a las instalaciones existentes (véase más arriba)

	Nivel de emisión de NO _x (expresado como NO ₂)	
	kg/tonelada de HNO ₃ al 100 %	ppmv
Instalaciones nuevas	--	5 – 75
Instalaciones existentes	--	5 – 90 ^x
Escapes de NH ₃ durante la RCS	--	< 5
^x Hasta 150 ppmv, cuando por razones de seguridad relativas a la existencia de depósitos de nitrato de amonio, los efectos de la RCS son limitados; o si se añade H ₂ O ₂ en vez de recurrir a la RCS		

Tabla IV: Niveles de emisión de NO_x asociados a las MTD en la producción de HNO₃

Tipo de proceso de conversión		Medias diarias	
		Eficacia de conversión ^x	SO ₂ en mg/Nm ^{3xx}
Combustión de azufre, doble contacto/doble absorción	Instalaciones existentes	99,8 – 99,92 %	30 – 680
	Instalaciones nuevas	99,9 – 99,92 %	30 – 340
Otras instalaciones de doble contacto/doble absorción		99,7 – 99,92 %	200 – 680
Contacto simple/absorción simple			100 – 450
Otras			15 – 170
^x En estas eficacias de conversión se tiene en cuenta la torre de absorción pero no el efecto del lavado de los gases de cola.			
^{xx} En estos valores podría tenerse en cuenta el efecto del lavado de los gases de cola.			

Tabla V: Eficacia de conversión y niveles de emisión de SO₂ asociados a las MTD en la producción de H₂SO₄

	Nivel de emisión expresado como H₂SO₄
Todos los procesos	10 – 35 mg/Nm ³
Medias anuales	

Tabla VI: Niveles de emisión de SO₃/H₂SO₄ asociados a las MTD en la producción de H₂SO₄

	GJ/tonelada de HF	Observaciones
Combustible para el horno	4 – 6,8	Instalaciones existentes
	4 – 5	Instalaciones nuevas, producción de HF anhidro
	4,5 – 6	Instalaciones nuevas, producción de HF anhidro y soluciones de HF

Tabla VII: Niveles de consumo asociados a las MTD en la producción de HF

	kg/tonelada de HF	mg/Nm³	Observaciones
SO ₂	0,001 – 0,01	0,6 – 5	Media anual
Fluoruros expresados como HF			

Tabla VIII: Niveles de emisión asociados a las MTD en la producción de HF

	Parámetro	Nivel	Eficacia de eliminación en %
		mg/Nm³	
Digestión de la roca de fosfato, lavado de arena, filtrado del Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	NO _x (expresados como NO ₂)	100 – 425	
	Fluoruros (expresados como HF)	0,3 – 5	
Neutralización, granulación, secado, revestimiento, enfriamiento	NH ₃	5 – 30 ^x	
	Fluoruros (expresados como HF)	1 – 5 ^{xx}	
	Polvo	10 – 25	> 80
	HCl	4 – 23	

^x Los valores inferiores del rango se obtienen con ácido nítrico como medio de lavado y los valores superiores, con otros ácidos. Dependiendo del tipo de fertilizante NPK producido (por ejemplo, fosfato diamónico), cabe prever niveles de emisión más altos incluso con lavado en varias etapas.

^{xx} En el caso de la producción de fosfato diamónico con lavado en varias etapas utilizando H₃PO₄, cabe esperar valores de hasta 10 mg/Nm³.

Tabla IX: Niveles de emisión atmosférica asociados a las MTD en la producción de NPK

Ácido fluorhídrico

Los métodos para obtener niveles de consumo de combustible dentro de los intervalos indicados en la tabla VII, son el precalentamiento de la alimentación de H_2SO_4 , la optimización del diseño del horno y del control de las temperaturas en el horno rotativo, la utilización de un pre-reactor, la recuperación de energía a partir del calor del horno o la calcinación de la fluorita.

En el tratamiento de los gases de cola procedentes de la transformación de la fluorita se considera MTD realizar, por ejemplo, un lavado con agua o soluciones alcalinas y obtener los niveles de emisión indicados en la tabla VIII. Es una MTD reducir las emisiones de polvo en el secado, el transporte y el almacenamiento de la fluorita y obtener niveles de emisión de partículas comprendidos entre 3 y 19 mg/Nm³.

Opinión divergente: Una parte de los representantes del sector alega que no pueden obtenerse estos niveles de emisión de polvo porque cambiar las mangas de los filtros textiles más de una vez al año resultaría económicamente inviable.

Las aguas residuales resultantes del lavado por vía húmeda se someten a un tratamiento consistente, por ejemplo, en la neutralización con cal, el uso de agentes coagulantes y el filtrado y eventual sedimentación. En la transformación de la fluorita se considera MTD comercializar la anhídrita y el ácido fluosilícico generados, y, de no existir tal mercado, eliminarlos, por ejemplo depositándolos en un vertedero.

Producción de fertilizantes NPK

Se considera MTD mejorar el comportamiento ambiental de la sección de acabado, por ejemplo, refrigerando el producto con bancos de placas, reciclando el aire caliente, seleccionando el tamaño adecuado de los tamices y molinos (por ejemplo, molinos de cadena o de rodillos), utilizando tolvas de compensación o midiendo en línea la composición granulométrica para controlar así el reciclado en el proceso de granulación. Es una MTD minimizar la carga de NO_x en los gases de emisión provenientes de la digestión de la roca fosfórica, por ejemplo mediante un control preciso de la temperatura, usando una proporción roca/ácido adecuada, eligiendo apropiadamente la roca fosfórica o controlando otros parámetros relevantes en el proceso.

Es una MTD reducir las emisiones atmosféricas originadas en la digestión de la roca de fosfato, en el lavado de la arena y en el filtrado del $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$, utilizando, por ejemplo, un lavado en varias etapas y conseguir los niveles de emisión de la tabla IX. También es una MTD para alcanzar los niveles de emisión o la eficacia de eliminación indicados en la tabla IX, reducir los niveles de las emisiones atmosféricas resultantes de la neutralización, granulación, secado, revestimiento y refrigeración utilizando las técnicas siguientes:

- captadores de polvo como, por ejemplo, ciclones y/o filtros textiles;
- lavadores por vía húmeda (por ejemplo, depuración combinada).

Es una MTD minimizar el agua residual generada, reintroduciendo en el proceso las aguas de lavado y aclarado, así como las lejías de lavado, y también mediante la utilización del calor residual para la evaporación de las aguas residuales. Es también una MTD depurar el agua residual restante.

Producción de urea y de soluciones de urea y nitrato de amonio (UAN)

Es una MTD mejorar el comportamiento medioambiental de la sección de acabado, por ejemplo refrigerando el producto con bancos de placas, reorientando los finos de urea a la solución concentrada, seleccionando el tamaño adecuado de los tamices y molinos (por ejemplo, molinos de cadena o de rodillos), utilizando tolvas de compensación para controlar el reciclado en el proceso de granulación y midiendo y controlando la granulometría. Es una MTD optimizar el consumo total de energía en la producción de urea empleando una o varias de las técnicas siguientes:

- continuar utilizando tecnología de separación por desorción (*stripping*) en las instalaciones existentes para tal fin;
- utilizar procesos de desorción con reciclado total en las nuevas instalaciones;
- adoptar la tecnología de desorción en las instalaciones convencionales existentes de reciclado total, y solo en el caso de producirse un aumento importante de la capacidad de producción de urea;
- aumentar la integración de calor en las instalaciones de desorción;
- utilizar tecnologías combinadas de condensación y reacción.

Es una MTD tratar todos los gases de emisión provenientes de las secciones húmedas mediante lavado, sin olvidar el límite mínimo de explosión, y reincorporar al proceso las disoluciones resultantes de amoniaco.

MTD es también reducir las emisiones de amoniaco y polvo resultantes del perlado (*prilling*) o granulado, así como alcanzar niveles de emisión de amoniaco de entre 3 y 35 mg/Nm³ mediante lavado o mejora de las condiciones de operación de las torres de perlado y reutilizando los líquidos de lavado *in situ*. Si el líquido de lavado puede volver a utilizarse, entonces es preferible el lavado en medio ácido, de lo contrario se lleva cabo con agua. En el proceso de minimización de los niveles de emisión hasta alcanzar los mencionados anteriormente, se considera que se alcanzan niveles de emisión de polvo de entre 15 y 55 mg/Nm³, incluso en el caso de lavado con agua.

MTD es depurar el agua residual (haya sido o no tratada) en aquellos casos en los que no se reutiliza, mediante desorción e hidrólisis para alcanzar los niveles indicados en la tabla X. Si no se logran estos niveles en las instalaciones existentes, es una MTD efectuar una depuración biológica posterior de las aguas residuales, así como controlar los principales parámetros de comportamiento tal y como aparece descrito en el texto completo.

		NH₃	Urea	
Depuración posterior del agua residual	Instalaciones nuevas	1	1	ppm p/p
	Instalaciones existentes	<10	<5	

Tabla X: Niveles asociados a las MTD en la depuración de aguas residuales resultantes de la producción de urea

Producción de nitrato de amonio y nitrato de amonio cálcico (AN/CAN)

Es una MTD optimizar la fase de neutralización/evaporación mediante una combinación de las siguientes técnicas:

- utilizar el calor de la reacción para precalentar el HNO₃ y/o vaporizar el NH₃;
- realizar la fase de neutralización a alta presión con exportación del vapor;
- utilizar el vapor generado para la evaporación de la solución de nitrato de amonio;
- recuperar el calor residual para refrigerar el agua resultante del proceso;
- utilizar el vapor generado para el tratamiento de los condensados formados;
- utilizar el calor de la reacción para la evaporación adicional del agua.

Es una MTD controlar de forma fiable y eficaz el pH, el caudal y la temperatura. Las técnicas para mejorar el comportamiento ambiental de la sección de acabado son: refrigeración del producto utilizando bancos de placas, reciclado del aire caliente, selección del tamaño adecuado de los tamices y molinos (por ejemplo, molinos de cadena o de rodillos), utilización de tolvas de compensación para controlar el reciclado en el proceso de granulación y medición, y control de la composición granulométrica.

Se considera MTD reducir las emisiones de polvo procedentes de la trituración de dolomitas hasta alcanzar niveles inferiores a 10 mg/Nm³ utilizando, por ejemplo, filtros textiles. Debido a

la falta de datos, no se pudieron obtener conclusiones relativas a las emisiones atmosféricas en cuanto a la neutralización, evaporación, granulación, perlado, secado, refrigeración y acondicionamiento.

Constituye MTD reciclar el agua del proceso dentro o fuera del emplazamiento y tratar las aguas residuales restantes en depuradoras biológicas o utilizando cualquier otra técnica que alcance una eficacia de depuración equivalente.

Producción de superfosfato simple (SSP) y superfosfato triple (TSP)

En el caso de la depuración de las aguas residuales, se considera MTD utilizar las MTD indicadas en el BREF sobre los sistemas de gestión y tratamiento de aguas y gases residuales del sector químico (*Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector*). Es una MTD mejorar el comportamiento medioambiental de la sección de acabado a través de una o varias de las siguientes técnicas:

- refrigeración del producto con bancos de placas;
- reciclado del aire caliente;
- selección del tamaño adecuado de los tamices y molinos (por ejemplo, molinos de cadena o de rodillos);
- utilización de tolvas de compensación para controlar el reciclado en el proceso de granulación;
- medición en línea de la composición granulométrica para controlar el reciclado en el proceso de granulación.

Se considera MTD reducir las emisiones de fluoruros utilizando líquidos de lavado adecuados y alcanzar niveles de emisión de entre 0,5 y 5 mg/Nm³ expresados en HF. Es una MTD reducir el agua residual mediante el reciclado de los líquidos de lavado en las instalaciones en las que, además de SSP y TSP, se produce también roca fosfórica parcialmente acidulada (PAPR). En la producción de SSP o TSP, así como en una polivalente, es una MTD para alcanzar los valores de emisión o eficacias de eliminación indicadas en la tabla XI, reducir las emisiones atmosféricas resultantes de la neutralización, granulación, secado, revestimiento y refrigeración utilizando las siguientes técnicas:

- ciclones y/o filtros textiles;
- lavado por vía húmeda, por ejemplo, lavado combinado.

	Parámetro	Nivel	Eficacia de eliminación en %
		mg/Nm ³	
Neutralización, granulación, secado, revestimiento, refrigeración	NH ₃	5 – 30 ^x	
	Fluoruros expresados como HF	1 – 5 ^{xx}	
	Polvo	10 – 25	> 80
	HCl	4 – 23	
^x Los valores inferiores del rango se obtienen con ácido nítrico como medio de lavado y los valores superiores, con otros ácidos. Dependiendo del tipo de fertilizante NPK producido (por ejemplo, fosfato diamónico), cabe prever niveles de emisión más altos incluso con lavado en varias etapas. ^{xx} En el caso de la producción de fosfato diamónico con lavado en varias etapas utilizando H ₃ PO ₄ , cabe esperar valores de hasta 10 mg/Nm ³ .			

Tabla XI: Niveles de emisión atmosférica asociados a las MTD en la producción de SSP/TSP

IV. Observaciones finales

El intercambio de información sobre las mejores técnicas disponibles para la química inorgánica de gran volumen de producción (amoníaco, ácidos y fertilizantes) se efectuó entre el año 2001 y el 2006. Este documento se elaboró considerando los aproximadamente 600 comentarios formulados sobre el primer proyecto y los aproximadamente 1100 sobre el segundo, así como las reuniones adicionales que permitieron terminar el trabajo. Al final se alcanzó un alto nivel de consenso. Sin embargo, se recogieron dos opiniones divergentes.

Mediante sus programas de IDT, la Comunidad Europea lanza y apoya una serie de proyectos sobre tecnologías limpias, tecnologías emergentes de tratamiento y reciclado de efluentes, y estrategias de gestión. Estos proyectos podrían aportar una contribución útil para futuras revisiones del BREF. Por tanto, se ruega a los lectores que informen a la Oficina Europea de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (EIPPCB) de todos los resultados de las investigaciones relativas al ámbito tratado en el BREF (véase también su prefacio).