

## CAMBIO CLIMÁTICO Y COMERCIO DE EMISIONES

MIGUEL ÁNGEL SERRA

*INGENIERO INDUSTRIAL*

La lucha contra el cambio climático se ha convertido en la cuestión medioambiental más importante en los últimos años. La comunidad científica internacional considera que existe una relación entre las emisiones de dióxido de carbono de las actividades energéticas (generación eléctrica, transporte, calefacción, procesos térmicos) y los cambios en el clima observados en las últimas décadas.

En 1992 la Organización de Naciones Unidas (ONU) estableció el Convenio Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, firmado por más de 140 países. La Convención establece las líneas básicas de actuación a nivel internacional, con especial hincapié en el estudio de las consecuencias del cambio climático y los medios para luchar contra él.

El Protocolo de Kyoto del año 1997 se estableció en el marco de la Convención, y se convierte en la primera herramienta de ámbito internacional para la lucha contra el cambio climático en la que se establecen objetivos cuantitativos concretos de reducción de las emisiones .

El Protocolo de Kyoto establece, como una de las herramientas, el comercio de emisiones. La Unión Europea ha decidido poner en marcha a partir del año 2005 un mercado de ámbito europeo para la comercialización de derechos de emisiones de dióxido de carbono. El mercado afecta exclusivamente a las actividades industriales intensivas en energía, entre las que se incluye la fabricación de clínker.

En el presente artículo describiremos brevemente qué son el efecto invernadero y el cambio climático, los aspectos básicos del mercado, qué nuevas exigencias comporta para las empresas y fábricas de cemento, y cómo seguirán estas últimas sus emisiones de CO<sub>2</sub>.

# la industria cementera y el medio ambiente

## 1. Efecto invernadero y cambio climático

La comunidad científica considera plausible que el cambio climático observado en la Tierra en las últimas décadas está provocado por el incremento en la atmósfera de los gases de 'efecto invernadero'. Los más importantes son el vapor de agua, el dióxido de carbono y el metano.

Los gases de efecto invernadero tienen la propiedad de captar la radiación infrarroja que emite la superficie del globo terráqueo, calentada por la incidencia de la radiación solar. Este fenómeno natural es el que ha permitido que las condiciones de temperatura en la troposfera (parte baja de la atmósfera) fueran adecuadas para la profusión de vida en la Tierra, incluido el ser humano.

El incremento en la concentración de los gases de efecto invernadero provocado por las actividades humanas (combustibles fósiles, agricultura y ganadería) desequilibra el balance de radiación térmica entre el Sol y la Tierra; es decir, altera el balance entre la radiación solar que llega a la Tierra y la que la Tierra emite al espacio. De forma resumida podemos decir que el incremento en la concentración de los gases de efecto invernadero provoca que el globo terráqueo emita menos energía al espacio y, por tanto, se incremente la cantidad de energía presente en la atmósfera. Esto provoca un incremento de las temperaturas de la atmósfera y los océanos, lo que afecta a los regímenes de lluvia, al desarrollo de los bosques y al medio ambiente en su conjunto.

Si bien se considera que lo que se ha convenido en llamar 'cambio climático' es un fenómeno científicamente contrastado; existen todavía dudas sobre qué grado de responsabilidad tienen las actividades antropogénicas (emisiones de actividades industriales, calefacción de los edificios y viviendas, transporte, explotaciones ganaderas, vertederos, etc) sobre dicho cambio.

Las proyecciones de futuro sobre los efectos que este cambio climático tendrá sobre el medio ambiente y la calidad de vida de los seres vivos son aún más inciertas. Mencionemos, por ejemplo, que las previsiones sobre efectos del cambio climático apuntan a que el nivel medio del mar

podría aumentar, hasta finales del presente siglo, entre 8 y 80 cm. El valor inferior del rango nos situaría en unas condiciones que, aunque suponen una evidente alteración del medio natural, podrían ser asumidas sin problemas mayores; muy al contrario, el valor superior tendría graves consecuencias medioambientales y económicas.

A pesar de las incertidumbres referidas sobre los efectos del cambio climático, y sobre las posibilidades reales que tenemos de influir sobre él, la comunidad internacional, en aplicación del principio de precaución, decidió iniciar actuaciones de estudio y lucha contra el cambio climático.

## 2. Convenio Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

La Organización de Naciones Unidas (ONU) impulsó la negociación y firma del Convenio Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 1992, resultado de diversas resoluciones de la Asamblea General de Naciones Unidas que en la parte final de la década de los ochenta argumentaban la necesidad de actuar conjuntamente para estudiar y mitigar el cambio climático y sus consecuencias, en aplicación del principio de precaución, y teniendo en cuenta las notables incertidumbres que hemos resumido en el apartado anterior.

Cerca de 150 países de todo el mundo, y de muy distintos niveles económicos y sociales, han ratificado el Convenio, cuyo objetivo fundamental es "la estabilización de las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático".



# la industria cementera y el medio ambiente

Las líneas básicas del Convenio son las siguientes:

- El estudio del cambio climático y de sus efectos sobre la naturaleza son fundamentales para la toma de decisiones encaminadas a alcanzar el objetivo de la Convención. En este sentido se da gran importancia a la elaboración de **inventarios** nacionales de emisión, al seguimiento y observación de datos climatológicos, y a la cooperación internacional en esta materia.
- Los países desarrollados asumen su responsabilidad en las emisiones históricas de gases de efecto invernadero, y por tanto, la necesidad de que sean ellos los que encabezen e impulsen la lucha contra el cambio climático.
- La dotación de recursos técnicos, humanos y financieros es fundamental. En este sentido, los países pobres deben obtener recursos que les permitan contribuir a la lucha contra el cambio climático, sin renunciar en modo alguno a sus legítimas aspiraciones de desarrollo económico y de bienestar, con mención explícita a la "erradicación de la pobreza". La dotación de **recursos financieros** a través de organismos internacionales (Banco Mundial de Desarrollo, p.e.), y la **transferencia de tecnología** son dos cuestiones mencionadas repetidamente en la Convención.
- La necesidad de adaptarse a los eventuales **impactos del cambio climático** requieren la planificación y ordenación de las zonas costeras, los recursos hídricos, la agricultura; así como la protección y rehabilitación de las zonas afectadas por desertificación, sequías e inundaciones.
- Además de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, es importante potenciar los **sumideros y depósitos** (reforestación, políticas agrícolas, etc).
- La lucha contra el cambio climático debe ser compatible con el **crecimiento económico**, un crecimiento económico que debe ser **sostenible** en términos de uso eficiente y racional de los recursos energéticos y naturales.

El Convenio establece como instrumento de actuación en materia de lucha contra el cambio climático, la aprobación de Protocolos que desarrollen el Convenio.

## 3. El Protocolo de Kyoto

El Protocolo de Kyoto de 1997 toma el nombre de la ciudad japonesa en la que se celebró la Conferencia de las Partes de la Convención a finales de dicho año.

En el Protocolo de Kyoto se establece un reparto internacional de reducciones de emisión de gases de efecto invernadero para treinta y ocho países, España entre ellos, con el fin de alcanzar el objetivo de que las emisiones conjuntas de dichos países se reduzcan en al menos el 5 % de lo emitido en 1990 en el periodo de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012 (establece que el cumplimiento debe acreditarse a lo largo de los años 2008 a 2012 como media de las emisiones del quinquenio). El reparto por países puede observarse en la Tabla 1.

Los gases de efecto invernadero contemplados en el Protocolo de Kyoto son seis:

- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).
- Metano (CH<sub>4</sub>).
- Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).
- Hidrofluorocarbonos (HFC).
- Perfluorocarbonos (PFC).
- Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

De ellos, ocupan un papel preponderante el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), generado mayormente en procesos de combustión (centrales térmicas, calderas, vehículos, calefacción, etc); y el metano (CH<sub>4</sub>), que proviene de la descomposición de la materia orgánica (fermentación en vertederos de residuos urbanos, explotaciones ganaderas, etc).

## la industria cementera y el medio ambiente

Tabla 1.- ANEXO B del Protocolo de Kyoto. Compromiso cuantificado de limitación o reducción de emisiones (% del nivel del año o período base).

Alemania	92	Estonia	92	Luxemburgo	92
Australia	108	Federación de Rusia	100	Mónaco	92
Austria	92	Finlandia	92	Noruega	101
Bélgica	92	Francia	92	Nueva Zelandia	100
Bulgaria	92	Grecia	92	Países Bajos	92
Canadá	94	Hungría	94	Polonia	94
Comunidad Europea	92	Irlanda	92	Portugal	92
Croacia	95	Islandia	110	Reino Unido	92
Dinamarca	92	Italia	92	República Checa	92
Eslovaquia	92	Japón	94	Rumanía	92
Eslovenia	92	Letonia	92	Suecia	92
España	92	Liechtenstein	92	Suiza	92
Estados Unidos	93	Lituania	92	Ucrania	100

Nota: los 15 países de la Unión Europea asumieron el compromiso conjunto de reducción del 8 %.

Para la entrada en vigor del Protocolo se estableció que debían ratificarlo al menos un número de países que representaran el 55 % de las emisiones totales de los países que firmaron el Protocolo. Ni China ni la India, con tasas de emisión en crecimiento imparable firmaron el Protocolo de Kyoto, lo que debilita su eficacia como instrumento de freno de las emisiones.

Estados Unidos (35 % de las emisiones) no tiene intención, de momento, de ratificar el Protocolo, mientras que Rusia (17 % de las emisiones) ha anunciado oficialmente su ratificación y, por tanto, el Protocolo de Kyoto entrará en vigor a principios de 2005.

La Unión Europea asumió un compromiso conjunto para los 15 estados miembros que la componían en 1997 de reducción de un 8 %, realizando posteriormente lo que se ha denominado el 'reparto de la carga' entre ellos. España, dado su menor desarrollo relativo, puede incrementar sus emisiones, pero se estableció que dicho incremento quedaba limitado al 15 % de las emisiones correspondientes a 1990. Una cifra que en su momento se consideró adecuada, y que el fuerte crecimiento económico de los últimos años ha revelado insuficiente. En la tabla 2 se observa el 'reparto de la carga' entre los quince países que componían la Unión Europea en

Tabla 2.- "Reparto de la carga" de los 15 estados miembros de la UE (% del año o período de referencia).

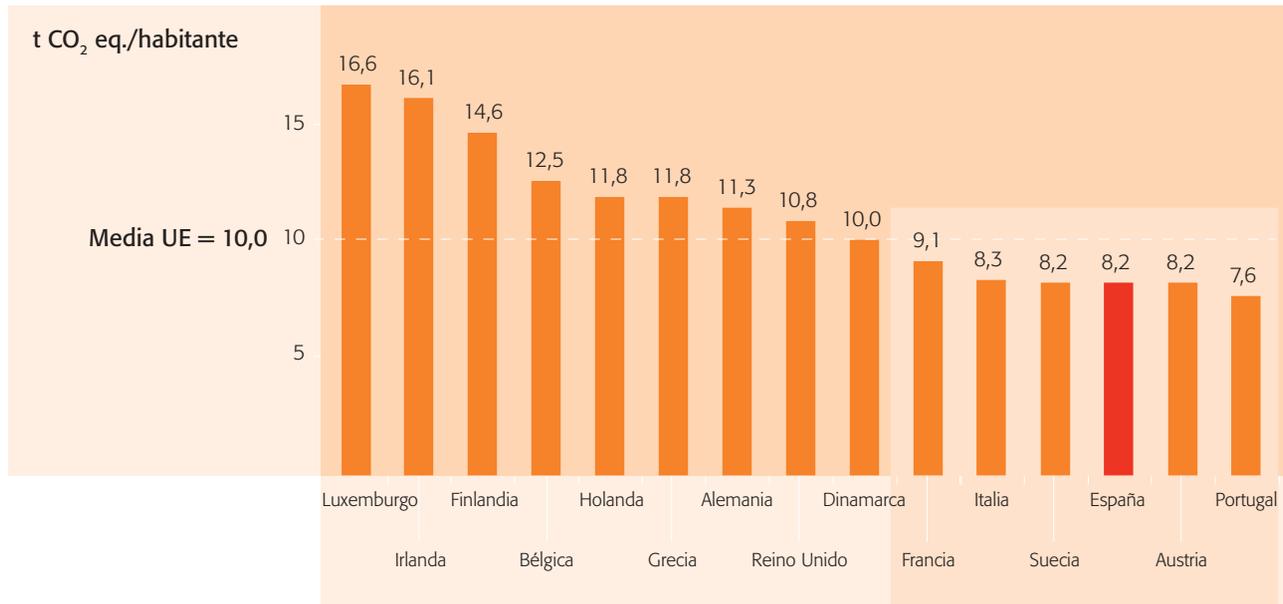
Bélgica	92,5
Dinamarca	79
Alemania	79
Grecia	125
España	115
Francia	100
Irlanda	113
Italia	93,5
Luxemburgo	72
Países Bajos	94
Austria	87
Portugal	127
Finlandia	100
Suecia	104
Reino Unido	87,5

1997, establecido mediante decisión del Consejo de 25 de abril de 2002 (2002/358/CE).

Más representativo del esfuerzo solicitado a cada país es observar las emisiones per cápita que aparecen en el siguiente gráfico:

# la industria cementera y el medio ambiente

Emisiones GEI objetivo de Kioto per cápita (2010).



Observamos que el objetivo acordado para España, a pesar del incremento del 15 % permitido, se sitúa entre los más exigentes de la Unión Europea.

Las cifras actuales de emisión españolas revelan que hemos superado el tope establecido en más de un 20 %, lo que hace parecer prácticamente imposible que España cumpla los objetivos de Kyoto. ¿Debemos aceptar ya que no se alcanzará el objetivo?. Aunque no será fácil, no es momento aún de arrojar la toalla. El Protocolo prevé mecanismos flexibles de cumplimiento de objetivos, que deben explorarse, y agotar las posibilidades que ofrecen antes de resolver que no podemos cumplir Kyoto.

Los sumideros de gases (reforestación, por ejemplo), el mercado internacional de emisiones y los mecanismos flexibles son opciones plasmadas en el Protocolo para que los firmantes del mismo puedan cumplir sus compromisos sin hacerlo exclusivamente en base a esfuerzos realizados en el propio país. Esta flexibilidad es, además de necesaria, absolutamente coherente con la naturaleza del problema medioambiental con el que nos enfrentamos. Se trata de una cuestión de ámbito mundial y, aunque los efectos del cambio climático varían de una a otra zona del planeta, no importa en qué parte del globo terráqueo se produzcan las emisiones, la atmósfera en su conjunto se ve afectada.

De entre los contemplados en el Protocolo, el que parece aportar mayores potencialidades es el 'Mecanismo de Desarrollo Limpio' (Clean Development Mechanism). Consiste, de forma resumida, en que un país firmante del Protocolo invierte en otro país en vías de desarrollo, y las reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la inversión se contabilizan como realizadas en el país origen de la inversión. Las inversiones pueden corresponder a empresas o a organismos gubernamentales, y pueden realizarse directamente o a través de 'fondos de carbono' establecidos por entidades como el Banco Mundial. Este mecanismo es un estímulo a la inversión en países en vías de desarrollo, lo que es uno de los frutos más positivos en términos de cooperación internacional que pueden derivarse del Protocolo de Kyoto, y merece, por tanto, estímulo tanto de las administraciones públicas como de las empresas.

Las políticas forestales merecen una atención especial, porque además de aportar sumideros para descontar emisiones, permiten la recuperación de espacios naturales y la potenciación de las economías rurales. Esta vía encuentra hoy por hoy dificultades y limitaciones, que convendría superar en el futuro para que pueda hacer una aportación relevante en la lucha contra el cambio climático.

# la industria cementera y el medio ambiente

El Protocolo de Kyoto es una apuesta firme por:

- La mejora por la eficiencia energética de los procesos productivos.
- La eficiencia energética de los modos de transporte y calefacción, que representan la parte del león de las emisiones globales.
- La implantación de mecanismos de cooperación internacional, que permitan luchar contra el cambio climático mientras se apoya el desarrollo económico y social de los países menos favorecidos.



- Los sumideros y depósito de emisiones (reforestación, políticas agrarias, etc).
- La investigación y desarrollo de formas de generación y transformación de la energía (papel de las energías renovables, expectativas de la fusión nuclear, gas natural, hidrógeno, etc)

Los desafíos planteados por el cambio climático deben convertirse en un impulso para la innovación, la inversión y el ingenio, y, por ende, para las economías. Desafortunadamente, en este momento, a nivel europeo, ocurre todo lo contrario: los diversos estudios sobre el efecto de la directiva del comercio de emisión indican que ésta supondrá necesariamente una ralentización del crecimiento económico. El efecto sobre el crecimiento del PIB fluctúa según las fuentes entre unas pocas centésimas, y valores que superan el medio punto porcentual.

## 4. Directiva del mercado de emisiones

La Unión Europea está decidida a liderar la lucha mundial contra el cambio climático y, como hemos dicho anteriormente, resuelta a cumplir los compromisos del Protocolo de Kyoto independientemente de su entrada en vigor.

La aprobación de la directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y el Consejo de 13 de octubre de 2003, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, es muestra de ello.

La directiva ha sido adaptada al ordenamiento jurídico español en el Real Decreto Ley 5/2004, de 27 de agosto, por el que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

Este Real Decreto Ley, conjuntamente con el Plan Nacional de Asignación establecido en el Real Decreto 1866/2004, de 6 de septiembre de 2004, conforman el marco jurídico del mercado de emisiones en España.

El mercado de emisiones se establece exclusivamente para las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Las actividades afectadas por el mercado son las siguientes:

# la industria cementera y el medio ambiente

- Plantas de combustión (centrales térmicas, calderas)
- Plantas siderúrgicas
- Refinerías y coquerías
- Cemento y cal
- Vidrio y cerámica
- Papel y cartón

La referencia concreta que hace el Real decreto Ley a las instalaciones de producción de clínker es la siguiente:

*'... Instalaciones de fabricación de cemento sin pulverizar ("clínker") en hornos rotatorios con una producción superior a 500 toneladas diarias, ...'*



El primer periodo de aplicación del mercado empieza el 1 de enero de 2005 y termina el 31 de diciembre de 2007, tres años; los periodos posteriores serán de cinco años: 2008-2012, 2013-2017.

El Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión establece la senda de emisiones de gases de efecto invernadero; con el fin último de cumplir los compromisos establecidos en Kyoto y en el 'reparto de la carga' mencionados en apartados anteriores.

Las instalaciones afectadas por este nuevo mercado deben contar con la autorización de emisión, concedida por la Comunidades Autónomas, y para cuya obtención deben demostrar que serán capaces de realizar un seguimiento preciso de las emisiones de CO<sub>2</sub> de su instalación, tal y como veremos más adelante.

Los derechos de emisión son asignados a las instalaciones por el gobierno central, previa petición de las empresas titulares de las instalaciones afectadas.

El Registro nacional de derechos de emisión está adscrito al Ministerio de Medio Ambiente, y en él se realizan los apuntes de asignación, compra y venta de derechos de emisión.

Una vez transcurrido el año natural, cada instalación debe realizar un informe de emisiones, y someterlo a revisión por parte de un verificador. El informe verificado es remitido a la administración autonómica, y ésta da, salvo que observe alguna irregularidad, instrucciones al registro para que se cancelen los derechos correspondientes a las emisiones realizadas en la cuenta del titular de la instalación.

Los derechos de emisión pueden guardarse para años posteriores o comerciar con ellos en el mercado. Lo importante es que llegado el momento de extraer los derechos correspondientes al año natural, el operador de la instalación disponga en su cuenta del registro de derechos suficientes. De no ser así, deberá pagar una multa de 40 € por t, y obtener en el mercado los derechos que le faltan.

El mercado, en marcha a partir del próximo 1 de enero de 2005, apunta dificultades del lado de la oferta, oferta que está

# la industria cementera y el medio ambiente

basada, como hemos dicho antes, en las asignaciones que realicen los Estados a las instalaciones industriales afectadas por la directiva. Existe el temor de que las dudas sobre el cumplimiento de los compromisos de Kyoto se traduzcan en una asignación insuficiente de derechos de emisión a las instalaciones afectadas por la directiva.

La asignación insuficiente de derechos de emisión provocaría que el mercado quedase desequilibrado en origen, con precios de derechos excesivamente altos, y que se traducirían inevitablemente en restricciones a la producción y, por tanto, a una pérdida de riqueza y de productividad. En el escenario más pesimista, el desplazamiento de la producción a terceros países supondría una pérdida de empleo y una mayor emisión de gases de efecto invernadero, puesto que, además de fabricar en instalaciones menos eficientes, habría que sumar las emisiones necesarias para el transporte de los productos hasta la Unión Europea.

Si las empresas cementeras no recibiesen derechos suficientes en un mercado con restricciones del lado de la oferta, no podrían fabricar el cemento que el mercado demanda. Las consecuencias serían pérdida de empleo y productividad, y desplazamiento de la fabricación de cemento a países terceros. Además, las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera se verían incrementadas: la fabricación de cemento en España es de las más eficientes en lo que a emisiones de CO<sub>2</sub> se refiere, con lo que el cemento 'de sustitución' se fabricaría con toda probabilidad en instalaciones con mayores emisiones, y deberíamos sumar además las emisiones del transporte hasta España.

Encontraríamos de esta forma un efecto contrario al deseado, afectando de forma injustificada al crecimiento económico y perjudicando al medio ambiente, justo lo opuesto al 'crecimiento sostenible' que la Convención promueve.

## 5. Seguimiento de las emisiones CO<sub>2</sub>

La directiva sobre el mercado de emisiones estableció en su artículo 14 que la Comisión Europea debía publicar las directrices para el seguimiento y notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero contemplados en la directiva

(hoy por hoy, exclusivamente el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)); y que los estados miembros deben asegurarse de que el seguimiento de las emisiones se realizan de acuerdo con la decisión de la Comisión.

Las directrices fueron aprobadas por decisión de la Comisión C (2004) 130, de 29 de enero de 2004.

En el presente apartado resumimos los aspectos más importantes de el contenido de dichas directrices ('guía' en adelante), con especial hincapié en el seguimiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> en las instalaciones de fabricación de clínker.

### Aspectos básicos

Los puntos más relevantes de la guía podemos resumirlos de la siguiente manera:

- Las emisiones de CO<sub>2</sub> deben determinarse a partir de los datos concretos de cada instalación industrial:
  - Datos de fábrica para la determinación de las cantidades de combustible y las materias primas procesadas.
  - Datos de composición determinados mediante análisis, o a partir de fuentes bibliográficas para determinar los factores de emisión aplicables a los distintos flujos.
- Se tomarán en consideración únicamente las emisiones físicamente realizadas en la instalación, no las 'importadas' en bienes y servicios (electricidad, por ejemplo).

Se incluyen las emisiones en operación normal de la instalación, las derivadas de situaciones anómalas, incluso en emergencia, y las de arranque y parada.

Como norma general, establece que todas las emisiones de una instalación se asignarán a dicha instalación, independientemente de las exportaciones de calor o electricidad que realice. Lógicamente, las emisiones asociadas a la generación de calor o electricidad que importe una instalación no se le asignarán a ésta sino a la instalación que los generó.

# la industria cementera y el medio ambiente

- Se excluyen de forma explícita las emisiones los combustibles utilizados en motores de combustión interna utilizados para transporte (camiones).
  - La guía establece como criterio orientativo que el conjunto de omisiones e inexactitudes cometidas en los cálculos y determinaciones no debería arrojar un error superior al 5 % para la cifra total de emisiones de la instalación.
  - Diferencia entre fuentes principales y fuentes secundarias; las primeras representan conjuntamente al menos el 95 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> de la instalación, y para su seguimiento es necesario aplicar los métodos más precisos definidos en la guía; mientras que para las secundarias pueden utilizarse métodos de menor precisión.
  - La metodología de seguimiento de las emisiones debe ser aprobada por la administración autonómica en el permiso de emisión, y cualquier cambio que el operador quiera introducir en la metodología deberá contar con la aprobación previa de la autoridad competente.
- Combustibles fósiles convencionales del horno.
  - Combustibles fósiles y materias primas alternativas.
  - Combustibles de biomasa del horno (residuos de biomasa).
  - Combustibles que no son para el horno.
  - Lavado de gases.

Además de la fuente principal (horno de clínker en nuestro caso), deben considerarse los equipos técnicamente ligados a la actividad principal (p.e. molinos de combustible y de materia prima, secaderos, etc), con una precisión que variará en función de la contribución de los mismos a las emisiones.

## Biomasa

La biomasa, definida como *material orgánico no fosilizado y biodegradable que procede de plantas, animales y microorganismos*, se considera neutra en lo que a emisiones de CO<sub>2</sub> se refiere y, por tanto, se descontarán en todo caso las emisiones de CO<sub>2</sub> que tengan su origen en la biomasa. Algunos ejemplos: caucho de origen natural en los neumáticos usados, celulosa en residuos de papel y cartón, celulosa en lodos de papelera, etc.

Los factores de emisión correspondientes a los materiales y combustibles se calcularán (se reducirán) teniendo en cuenta el contenido en biomasa de los mismos.

## Seguimiento de las emisiones en la producción de clínker

El anejo VII de las directrices de la Comisión está dedicado a la actividad de fabricación de clínker, en el que se establecen los siguientes aspectos a seguir:

- Calcinación de la caliza en la materia prima.



# la industria cementera y el medio ambiente

Por otra parte, deben conocerse las emisiones derivadas de la biomasa presente en los combustibles y en la materia prima, para poder sustraerlas de las emisiones de la instalación.

El cálculo de las emisiones se basa en todos los caso en el producto de tres factores:

1. Datos de actividad: consumo de combustible, crudo alimentado al horno, clínker fabricado, expresados normalmente en toneladas.
2. Factor de emisión: toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas por unidad de actividad (p.e.: t CO<sub>2</sub>/t coque, t CO<sub>2</sub>/t clínker).
3. Factores de conversión para la materia prima o factor de oxidación para los combustibles; se considerará 1 para las materias primas y combustibles alimentados al horno de clínker; es decir, la descarbonación y la combustión en el horno de clínker son totales.

Las fuentes principales en la producción de clínker son la descarbonación de la caliza y los combustibles habituales del horno (coque, carbón, neumáticos usados, etc, en función de su participación en el mix energético).

Para el seguimiento de la descarbonación de la caliza la guía establece dos vías:

- A. Determinar el **crudo** que se alimentó al horno mediante básculas, y realizar análisis periódicos de muestras del mismo para conocer su composición y determinar así qué cantidad de CO<sub>2</sub> emite en su calcinación.
- B. Determinar el **clínker** fabricado, y analizar muestras de clínker y crudo para establecer las emisiones de CO<sub>2</sub> específicas asociadas.

Para la determinación de las emisiones de los combustibles habituales del horno deberán:

1. Determinar la cantidad de combustible mediante báscula previa a la alimentación, o a partir de las compras de combustible y realizar un balance de materiales,

2. determinar la composición y el contenido energético en laboratorios acreditados,

3. considerar que la totalidad del carbono presente en el combustible se oxida a CO<sub>2</sub> (factor de oxidación = 1)

## 6. Conclusiones

En este momento es difícil precisar qué impacto económico tendrá el establecimiento del mercado de emisiones en la industria. Lo que sí podemos dar por descontado es que las instalaciones afectadas por el mercado deberán incorporar de forma inmediata los procedimientos, y metodologías que permitan seguir las emisiones de dióxido de carbono de sus instalaciones de producción.

Las metodologías de seguimiento deben adaptarse, en la medida de lo posible, a los equipamientos existentes en las fábricas, con cambios menores (mantenimiento y calibración de básculas, etc). En algunos casos, los requisitos de precisión exigidos por la guía pueden obligar al fabricante a realizar modificaciones de equipos y procedimientos. En cualquier caso, un seguimiento preciso, económico y ágil de las emisiones de CO<sub>2</sub> se ha convertido en obligación para las fábricas de cemento europeas. El primer informe de emisiones, correspondiente al año 2005, deberá entregarse a la administración autonómica antes del 28 de febrero de 2006, debidamente verificado.

El año 2005 será un año de importantes debates en esta materia: ¿cómo hacemos el seguimiento? ¿qué requisitos deben exigirse al verificador? ¿cómo realizar los cambios de metodología?, etc.

El mercado de emisiones en ciernes supone un cúmulo de desafíos para las empresas industriales en la Unión Europea. Algunos, como el seguimiento de las emisiones se resolverá, no sin un esfuerzo importante. Otras cuestiones como el impacto del mercado sobre la competitividad de las empresas y la contribución del mercado al cumplimiento de Kyoto quedan aún en el aire.