

DOCUMENTO DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

## **DIRECTRICES PARA FÁBRICAS DE CEMENTO**

### **ENFOQUE PARA LA RECONCILIACIÓN DEL FINANCIAMIENTO DE FÁBRICAS DE CEMENTO CON OBJETIVOS REFERENTES AL CAMBIO CLIMÁTICO**

**AGOSTO DE 2010**

Este documento fue preparado por Leila Chennoufi (VPS/ESG), Hilary Hoagland-Grey (VPS/ESG), Milena Breisinger (INE/ECC), Emmanuel Boulet (VPS/ESG) y URS France, bajo la supervisión de Janine Ferretti (Jefa de VPS/ESG).

## ÍNDICE

### RESUMEN DEL PROYECTO

I.	RESUMEN EJECUTIVO .....	1
II.	INTRODUCCIÓN .....	3
III.	PRODUCCIÓN DE CEMENTO, DEMANDA MUNDIAL Y EMISIONES DE CO <sub>2</sub> .....	3
IV.	TECNOLOGÍAS DISPONIBLES Y REPERCUSIÓN SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO .....	5
V.	ENFOQUE DE OTROS BANCOS MULTILATERALES DE DESARROLLO PARA EL FINANCIAMIENTO DE FÁBRICAS DE CEMENTO Y ENFOQUE ACTUAL DEL SECTOR DEL CEMENTO .....	8
VI.	DIRECTRICES QUE DEBE SEGUIR EL BID PARA FINANCIAR NUEVAS FÁBRICAS DE CEMENTO .....	11
VII.	OTRAS ACTIVIDADES QUE HA DE REALIZAR EL BID .....	12
VIII.	CRITERIOS MÍNIMOS DE DESEMPEÑO .....	13
	A. Consumo de energía térmica .....	13
	B. Emisiones brutas de CO <sub>2</sub> por tonelada de clínker .....	13
IX.	FOMENTO DE PRÁCTICAS EMERGENTES .....	14

#### ENLACES ELECTRÓNICOS

1. Revisión de la calidad y el riesgo – Informe sobre resultados y procedimiento  
[IDBDOCS-#35111190-Cement Guidelines QRR Minutes and Annexes](#)
2. Lista de consulta pública para directrices sobre cemento  
[IDBDOCS-#35112279-Cement Guidelines QRR technical review](#)
3. Corporación Financiera Internacional: Directrices sobre medio ambiente, salud y seguridad  
<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EHSGuidelines>
5. Consejo empresarial mundial de desarrollo sostenible: CO<sub>2</sub>, protección del clima e Iniciativa para la Sostenibilidad del Cemento  
[www.wbcdcement.org/climate](http://www.wbcdcement.org/climate)

## SIGLAS Y ABREVIATURAS

ISC	Iniciativa para la Sostenibilidad del Cemento
BERD	Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo
GNR	<i>Getting the Numbers Right</i>
AIE	Agencia Internacional de la Energía
IFC	Corporación Financiera Internacional
MJ	Megajulios

## DIRECTRICES PARA FÁBRICAS DE CEMENTO

### ENFOQUE PARA LA RECONCILIACIÓN DEL FINANCIAMIENTO DE FÁBRICAS DE CEMENTO CON OBJETIVOS REFERENTES AL CAMBIO CLIMÁTICO

#### I. RESUMEN EJECUTIVO

- 1.1 El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) está elaborando directrices para sectores y subsectores específicos de los que consta que contribuyen significativamente al cambio climático<sup>1</sup>. A través de ellas se procura brindar criterios mínimos, claros y cuantitativos, de desempeño en materia de cambio climático, que deben cumplirse para que el BID pueda respaldar proyectos, así como orientación sobre evaluación y reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de los proyectos. La finalidad de las directrices para fábricas de cemento consiste en establecer, para el financiamiento de nuevas plantas de ese género<sup>2</sup>, un enfoque que esté en consonancia con el compromiso del BID de proteger el medio ambiente y reducir los efectos desfavorables experimentados por el clima mundial.
- 1.2 La fabricación de cemento es un proceso que utiliza una gran cantidad de energía ya que requiere un fuerte consumo de combustibles para el funcionamiento de los hornos de cemento, lo que a su vez genera dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). También generan CO<sub>2</sub> la conversión química de piedra caliza para obtener clínker<sup>3</sup> y la producción de electricidad destinada a otras fases del proceso. En las últimas décadas el desarrollo tecnológico ha dado lugar a tecnologías que incrementan la eficiencia energética de las fábricas de cemento (reduciendo así las emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de cemento producida) o reducen significativamente los contaminantes atmosféricos peligrosos (por ejemplo, partículas, óxidos de nitrógeno), y por lo tanto su impacto ambiental global. Pese a esas mejoras ambientales, las tecnologías existentes<sup>4</sup> no contrarrestan todas las emisiones de CO<sub>2</sub>, por lo que las fábricas de cemento contribuyen significativamente al cambio climático en todo el mundo y representan alrededor del 5% de las causas antropogénicas.
- 1.3 En consecuencia, el BID y los restantes bancos multilaterales de desarrollo se ven confrontados con un dilema. Por una parte, el acceso a materiales de construcción

---

<sup>1</sup> La Directiva B.11 de la Política de Medio Ambiente y Cumplimiento de Salvaguardias del BID establece que el Banco promueve la reducción y control de emisiones de gases de efecto invernadero de modo que se ajusten a la naturaleza y escala de las operaciones.

<sup>2</sup> En la actualidad esta directriz se aplica exclusivamente a nuevas fábricas de cemento propuestas al BID antes de la iniciación de las operaciones y no a actualizaciones o mejoras de fábricas ya en funcionamiento.

<sup>3</sup> El clínker, que es el producto de la primera etapa de producción de cemento, es el resultado de la conversión de piedra caliza (CaCO<sub>3</sub>) en CaO y CO<sub>2</sub>, normalmente liberando CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

<sup>4</sup> La tecnología de captura y almacenamiento de carbono es prometedora pero no es probable que esté disponible a escala comercial en el futuro inmediato.

como el cemento es importante para un desarrollo de la infraestructura destinado a reducir la pobreza, promover la equidad social y aumentar la competitividad. Por otra parte, el financiamiento de fábricas de cemento ineficientes puede socavar la consecución de los objetivos de respaldar acciones de mitigación del cambio climático y proteger el medio ambiente albergados por los bancos multilaterales de desarrollo. Para superar ese dilema el BID establecerá un equilibrio entre las consideraciones ambientales y los beneficios económicos de los proyectos de producción de cemento adoptando una actitud más selectiva con respecto al tipo de tecnología propuesta a fin de promover aquellos procesos cuyo desempeño alcance un nivel probadamente superior.

- 1.4 El BID seguirá respaldando las fábricas de cemento diseñadas para utilizar la mejor tecnología probada disponible apropiada para las características específicas del proyecto. Se procura así promover una alta eficiencia y en consecuencia menores emisiones de gases de efecto invernadero, y observar prácticas óptimas y normas internacionalmente reconocidas y probadas. Para ser elegibles los proyectos que se presenten al BID deberán cumplir, o comprometerse a cumplir, los criterios mínimos de desempeño a fin de que el Banco los pueda evaluar en el proceso de examen de proyecto (análisis de diligencia debida). Ningún proyecto podrá recibir financiamiento del BID sin antes haberse verificado, en el proceso de análisis o diligencia debida, el cumplimiento de dichos criterios, que se confirmará antes de que el Directorio dé su aprobación. Además de las emisiones de gases de efecto invernadero, durante el proceso de diligencia debida se determinará si el proyecto cumple las políticas de salvaguardias ambientales y sociales del Banco.
- 1.5 En función de los cambiantes objetivos mundiales sobre control de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero y a medida que se disponga de nuevos datos sobre desempeño y alternativas de mitigación de CO<sub>2</sub> y que el Banco acumule experiencia en la aplicación de estas directrices en relación con proyectos, será necesario revisar y actualizar periódicamente las referidas directrices y criterios. Dichas revisiones podrían suponer perfeccionar los criterios existentes o bien proponer nuevos criterios o medidas de mitigación. Aquellos proyectos que cumplan las directrices y criterios mínimos de desempeño en materia de cambio climático en el momento de ser declarados elegibles para el financiamiento del BID serán dispensados respecto de cualquier cambio futuro específico para ese sector o subsector. Esta habilitación retroactiva de proyectos respecto de los criterios y directrices aplicables en la fase de elegibilidad permitirá al BID responder a nuevas consideraciones de cambio climático sin menoscabo de sus compromisos con los prestatarios y clientes.

## II. INTRODUCCIÓN

- 2.1 En el presente documento se delimitan los elementos básicos del enfoque que aplica el BID al financiamiento de nuevas fábricas de cemento<sup>5</sup>. El documento se divide en cuatro partes: (i) tendencias y necesidad de incrementar la producción de cemento; (ii) tipos de fábricas de cemento y cuestiones ambientales conexas, prestando especial atención a los efectos relacionados con el cambio climático; (iii) enfoque de otros bancos multilaterales de desarrollo con respecto al financiamiento de fábricas de cemento y enfoque actual del sector del cemento con respecto al cambio climático, y (iv) enfoque propuesto para el financiamiento, por parte del BID, de fábricas de cemento.
- 2.2 El presente documento se elaboró utilizando un documento de antecedentes elaborado por URS France y datos de acceso público. Se llevó a cabo una revisión técnica que incluyó la distribución de las directrices, así como reuniones y contactos con otras instituciones multilaterales de desarrollo, empresas de consultoría especializadas y el sector del cemento y las asociaciones de empresas que lo integran. En esta versión de las directrices se tuvieron en cuenta la información y comentarios recibidos, que fueron esenciales para mejorar su forma y contenido.

## III. PRODUCCIÓN DE CEMENTO, DEMANDA MUNDIAL Y EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

- 3.1 Los pasos clave de la producción de cemento consisten en la extracción de piedra caliza y otras materias primas, la preparación de la mezcla (determinación de las proporciones, molienda y homogeneización de las materias primas), la calcinación y clinkerización de la mezcla (reacciones químicas que tienen lugar en el horno entre los 850°C y los 1.450°C), enfriamiento del clínker, molienda del clínker con yeso y otros aditivos para producir cemento y, finalmente, almacenamiento, empaquetado y transporte del cemento al usuario final. Las proporciones de clínker y cemento dependen de factores tales como el régimen regulatorio local y el uso final del cemento.
- 3.2 Entre el 50% y el 60% de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la producción de cemento se generan durante la descomposición de la piedra caliza y otros materiales calcáreos para producir clínker. Es difícil reducir las emisiones relacionadas con la producción de clínker porque están asociadas con la transformación de la piedra caliza, que es el núcleo del proceso. No obstante, se pueden lograr pequeñas reducciones de emisiones de CO<sub>2</sub> mediante la sustitución parcial de la piedra caliza en el horno durante el proceso de clinkerización.
- 3.3 Entre el 30% y el 40% de las emisiones de CO<sub>2</sub> son generadas por la quema de combustibles fósiles, realizada principalmente para que se alcancen las altas

---

<sup>5</sup> Esta directriz ha sido concebida exclusivamente para nuevas plantas de cemento que se presenten al BID con miras a un posible financiamiento.

- temperaturas necesarias en el horno y equipos asociados, como los secadores. Los principales factores que afectan a las necesidades de energía térmica son las materias primas y el proceso utilizado (seco, húmedo o intermedio). Dichas necesidades requieren entre 3.000 a 6.500 MJ de combustible por tonelada de clínker producido.
- 3.4 El 10% restante de las emisiones de CO<sub>2</sub> surge del transporte y la generación de electricidad necesaria para otros procesos de la fábrica. Los molinos (molino de cemento y molino de materias primas) y los extractores de gases (de horno/molino de materias primas y molino de cemento) consumen la mayor parte de la electricidad, en conjunto, más del 80% del consumo eléctrico.
  - 3.5 El *Proyecto Getting the Numbers Right (GNR)*<sup>6</sup>, emprendido por la Iniciativa para la Sostenibilidad del Cemento (ISC) del Consejo empresarial mundial de desarrollo sostenible indica que históricamente el desarrollo económico y el crecimiento demográfico están correlacionados con un aumento del consumo de cemento, hasta que se alcanza determinado nivel de desarrollo en que la demanda per cápita se estanca o reduce.
  - 3.6 Entre 2000 y 2006, la producción mundial de clínker aumentó un 54% y las emisiones de CO<sub>2</sub> conexas se incrementaron un 42%<sup>7</sup>. Como se muestra en el Gráfico 1, se prevé que entre 2006 y 2050 la producción de cemento registre un aumento de entre 0,8% y 1,2% por año y llegue en 2050 a 3.700 millones de toneladas (hipótesis baja) o 4.400 millones de toneladas (hipótesis alta), lo que corresponde a un incremento de entre 43% y 72% con respecto a los niveles de producción de 2006.
  - 3.7 Se prevé que en los mercados de América Latina y el Caribe la demanda llegue a 200 millones de toneladas a más tardar en 2015, y a 280 millones de toneladas en 2030 (algo menos del 10% del mercado mundial), y que se sitúe entre 350 y 400 millones de toneladas en 2050. En otros términos, en 2050 la demanda se habrá duplicado con creces en comparación con 2006, año en que los niveles eran de aproximadamente 150 millones de toneladas.

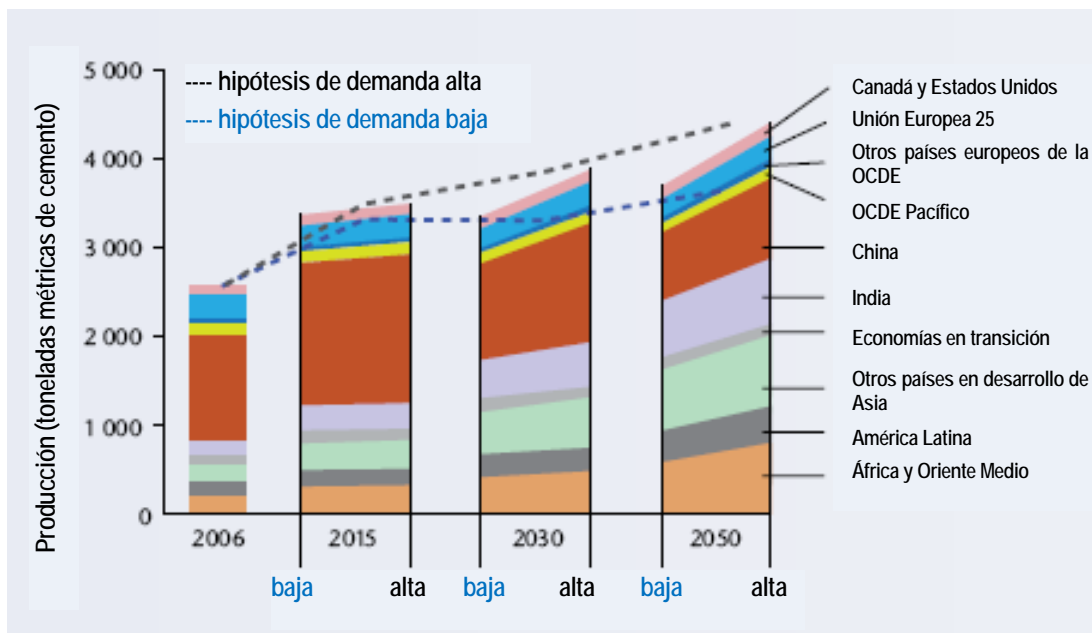
---

<sup>6</sup> *Cement Industry Energy and CO<sub>2</sub> Performance*, proyecto “*Getting the Numbers Right*”, Iniciativa de Sostenibilidad del Cemento del Consejo empresarial mundial de desarrollo sostenible, junio de 2009.

<sup>7</sup> *Cement Technology Roadmap 2009*, Consejo empresarial mundial de desarrollo sostenible y Agencia Internacional de la Energía, diciembre de 2009.



**Gráfico 1. Producción mundial de cemento entre 2006 y 2050<sup>8</sup>**



#### **IV. TECNOLOGÍAS DISPONIBLES Y REPERCUSIÓN SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO**

- 4.1 Para la producción de cemento se utilizan dos tipos principales de tecnologías, a saber, el proceso seco y el proceso húmedo, a los que se añaden procesos intermedios semisecos y semihúmedos. El proceso seco con precalentamiento y precalcificación en múltiples etapas es actualmente el estándar utilizado para nuevas fábricas de cemento<sup>9</sup>. Según datos transmitidos por miembros de la ISC a través del proyecto GNR, en 2007 la producción promedio de clínker lograda mediante el proceso seco con precalentamiento y precalcificación<sup>10</sup> fue de 3.374 MJ/tonelada. La tecnología húmeda requiere aproximadamente un 50% más de energía.
- 4.2 En todo el mundo se han logrado considerables mejoras en cuanto a eficiencia de la energía térmica (hornos) y procesos conexos para reducir los costos de energía, que representan entre el 30% y el 40% de los costos de producción. Entre 1990 y 2007 el consumo promedio anual de energía térmica por tonelada de clínker se redujo un 14% en Brasil, 10% en América del Sur excluido Brasil, y 8% en América Central,

<sup>8</sup> *Ibíd.*

<sup>9</sup> El proceso de vanguardia es el de manufactura en seco con tecnología de precalentamiento y precalcificación. El sector está abandonando paulatinamente los hornos secos largos ineficientes y el proceso de producción húmeda. *Cement Technology Roadmap 2009*, Consejo empresarial mundial de desarrollo sostenible y AIE, diciembre de 2009.

<sup>10</sup> *Global Cement Database on CO2 and Energy Information*, Consejo empresarial mundial de desarrollo sostenible, ISC, 2007.

en tanto que la reducción promedio mundial fue de 14%, hasta llegar a 3.690 MJ/t de clínker (según datos del proyecto GNR)<sup>11</sup>. Esas reducciones se lograron mediante (i) la optimizando los sistemas de hornos (incorporando programas informáticos), (ii) la recuperación del excedente de calor del horno, (iii) la utilización de combustibles apropiados y (iv) la conversión de procesos no secos a procesos secos. Dado el importante avance ya logrado en materia de eficiencia energética parecen ser escasas las posibilidades de que en el futuro próximo surjan en el mercado nuevas tecnologías con una eficiencia energética considerablemente mayor en sus especificaciones de diseño<sup>12</sup>.

- 4.3 Las fuentes tradicionales de energía térmica para producir clínker son los combustibles fósiles (por ejemplo gas, carbón y coque de petróleo), dependiendo principalmente de las fuentes de energía disponibles en el país. La cantidad de CO<sub>2</sub> liberado por unidad de energía producida por la combustión de carbón y coque de petróleo es mayor que la del gas. No obstante, la disponibilidad y el costo de esos combustibles fósiles son factores clave para que se seleccionen como fuentes de energía térmica.
- 4.4 El sector del cemento ha comenzado a utilizar combustibles alternativos en lugar de los combustibles fósiles tradicionales. La quema de combustibles alternativos puede no reducir las emisiones directas de CO<sub>2</sub> de las fábricas de cemento pero se tiene en consideración como forma de reorientar corrientes de desechos provenientes de vertederos o generados por una eliminación inadecuada<sup>13</sup>. En general, la quema de combustibles alternativos requiere infraestructura adicional y equipos apropiados de control, seguimiento y tratamiento de emisiones, que las compañías de producción de cemento tienen a su disposición y conocen bien. Además la utilización de combustibles alternativos puede aumentar el consumo de energía térmica de las fábricas. Según datos del proyecto GNR de la ISC, en 2007 Brasil usaba combustibles alternativos para cubrir el 23% de sus necesidades de energía para producción de cemento, porcentaje que en América Central ascendía al 7% y en otros países sudamericanos al 4% (el promedio mundial, según el GNR, es del 14%)<sup>14</sup>.
- 4.5 Para limitar el consumo de electricidad y las emisiones conexas de CO<sub>2</sub>, las fábricas de cemento pueden principalmente aumentar la eficiencia energética de los molinos y los ventiladores. Según se estima, la demanda de electricidad para la producción de cemento (como promedio anual ponderado mundial) podría reducirse de 110 kWh/t de cemento en 2006 a aproximadamente 105 kWh/t de cemento en 2030, y a

---

<sup>11</sup> *Ibíd.*

<sup>12</sup> La energía generada específicamente mediante combustibles requerida por el proceso de clinkerización podría reducirse de 3.690 MJ/t de clínker en 2006 a un nivel comprendido entre 3.300 y 3.400 MJ/t de clínker en 2030, y entre 3.200 y 3.300 MJ/t de clínker en 2050, “*Development of State of the Art-Techniques in Cement Manufacturing: Trying to Look Ahead*”, ISC y Academia Europea de Investigaciones sobre Cemento, junio de 2009.

<sup>13</sup> *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO<sub>2</sub> emissions*, OCDE/AIE, 2007.

<sup>14</sup> *Global Cement Database on CO<sub>2</sub> and Energy Information*, Consejo empresarial mundial de desarrollo sostenible, ISC, 2007.

un nivel comprendido entre 95 kWh/t y 100 kWh/t de cemento en 2050<sup>15</sup>. La información actualmente disponible sobre consumo de electricidad por unidad de producción no basta para realizar comparaciones con datos de relaciones similares entre clínker y cemento e identificar tendencias para América Latina y el Caribe.

- 4.6 Otro método utilizado para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el proceso de producción de cemento consiste en incrementar la proporción de los aditivos (i) durante el proceso de manufactura de clínker (menos emisiones de descarbonización de piedra caliza y reducción del uso de energía) y (ii) en la etapa de mezclado de cemento (realizada por el fabricante o el usuario final). No obstante, problemas de disponibilidad de materiales adecuados, restricciones normativas y consideraciones de calidad que dependen del uso final del cemento pueden dejar un margen limitado a los fabricantes de cemento. Según datos del GNR de 2007, Brasil utiliza un 27,4% de aditivos, América Central 22,9% y América del Sur, excluido Brasil, 24,9%<sup>14</sup>. Se estima que para 2030 la relación mundial entre clínker y cemento podría estar comprendida entre el 70% y el 75% y entre el 65% y el 70% en 2050. Según pronósticos para la región de América Latina (América del Sur y América Central y el Caribe) los coeficientes estarían comprendidos entre 70% y 72% a más tardar en 2050<sup>15</sup>.
- 4.7 Otros métodos utilizados para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> consisten en la formulación de proyectos de energía renovable, como los parques eólicos, que reducen las emisiones causadas por la generación de electricidad de la región o el país, a semejanza de lo que se ha venido haciendo en otros sectores de la industria.
- 4.8 Como las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de fábricas de cemento no pueden reducirse significativamente mediante las tecnologías existentes, la captura y almacenamiento de carbono puede ser una forma de mitigar los efectos en el cambio climático de las fábricas de cemento a mediano y largo plazo. Ese tratamiento consiste en separar el CO<sub>2</sub> de otros gases emitidos por los procesos llevados a cabo en los hornos, transportarlo a un lugar de almacenamiento y aislarlo a largo plazo de la atmósfera. Se trata de un método prometedor<sup>16</sup> para una eficaz mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero de las fábricas de cemento. No obstante, aún no se ha aplicado un sistema completo en una fábrica de cemento. Además se prevé que la captura y almacenamiento de carbono incrementa el consumo de electricidad entre un 50% y un 120% a nivel de las fábricas<sup>17</sup>.

---

<sup>15</sup> *Cement Technology Roadmap 2009*, Consejo empresarial mundial de desarrollo sostenible y AIE, diciembre de 2009.

<sup>16</sup> Cemex USA recibirá una donación de US\$1.140.000 del Departamento de Energía de los Estados Unidos para su proyecto de captura y almacenamiento de carbono, que comprende el diseño de un sistema de captura y compresión de CO<sub>2</sub> mediante absorbentes en seco, un gasoducto (si es necesario) y una estación de inyección. Este proyecto piloto de captura y almacenamiento de carbono a escala comercial podría eliminar hasta un millón de toneladas de CO<sub>2</sub> por año.

<sup>17</sup> “*Development of State of the Art-Techniques in Cement Manufacturing: Trying to Look Ahead*”, ISC y Academia Europea de Investigación del Cemento, junio de 2009.

## **V. ENFOQUE DE OTROS BANCOS MULTILATERALES DE DESARROLLO PARA EL FINANCIAMIENTO DE FÁBRICAS DE CEMENTO Y ENFOQUE ACTUAL DEL SECTOR DEL CEMENTO**

- 5.1 La mayoría de los bancos multilaterales de desarrollo financian fábricas de cemento (establecimiento de nuevas fábricas y rehabilitación de las existentes) y al mismo tiempo se muestran más selectivos en relación con el tipo de tecnología que respaldan para establecer un equilibrio entre las consideraciones ambientales y los beneficios económicos, y más estrictos en cuanto a las emisiones. Sin embargo, el BID es el primero en proponer directrices y criterios específicos para las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por el sector del cemento.
- 5.2 En el Marco Estratégico sobre Desarrollo y Cambio Climático del Grupo del Banco Mundial, adoptado en octubre de 2008, se establecen criterios generales que deben cumplir las operaciones para recibir financiamiento tradicional de cualquiera de las entidades que lo conforman, incluidas la Corporación Financiera Internacional (IFC) y el Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones (MIGA). El enfoque de la IFC con respecto a las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel de proyectos se define en la Norma de Desempeño 3. Los requisitos pertinentes comprenden, en lo que atañe al cliente, el de incorporar en sus operaciones medidas de conservación de recursos y eficiencia energética, y promover la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con proyectos de modo que se ajuste a la naturaleza y escala de las operaciones y repercusión del proyecto. La IFC está revisando sus Normas de Desempeño. Las Guías para la fabricación de cemento y cal de la IFC establecen, a partir de abril de 2007, valores mínimos y máximos para el desempeño que ha de lograrse si se quiere tener derecho a recibir asistencia financiera, principalmente en relación con varios contaminantes importantes (por ejemplo, partículas, óxidos de nitrógeno, metales pesados y dióxido de azufre), pero no con emisiones de gases de efecto invernadero<sup>18</sup>. Las Guías de la IFC hacen referencia a un parámetro de referencia del sector comprendido entre 3.000 MJ y 4.200 MJ por tonelada de clínker producido.
- 5.3 El Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo (BERD) hace referencia a las emisiones de CO<sub>2</sub> y de gases de efecto invernadero en su Política Ambiental de 2008 y en varios Requisitos de Desempeño conexos. Se prevé la medición de los gases de efecto invernadero y la consideración de reducciones a través de opciones factibles desde el punto de vista técnico y financiero y dotadas de eficacia en función del costo, y se establece que la reducción de las emisiones ha de promoverse de modo que se ajuste a la la naturaleza y escala de las operaciones y repercusión del proyecto. Se solicita al cliente que durante el diseño y ejecución del proyecto evalúe opciones factibles desde el punto de vista técnico y financiero y dotadas de eficacia en función del costo para reducir el volumen de emisión de carbono de sus operaciones, y adopte opciones apropiadas. El BERD ha dividido

---

<sup>18</sup> <http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>

- las emisiones de gases de efecto invernadero en categorías de importancia, con sectores indicativos para cada una de ellas. Ubica a las pequeñas fábricas de cemento en la categoría de emisores de nivel mediano-bajo y a las grandes fábricas entre los emisores de nivel mediano-alto.
- 5.4 En el contexto de su Programa de Energía Renovable, Eficiencia Energética y Cambio Climático, el Banco Asiático de Desarrollo (BAsD) ha financiado estudios de prefactibilidad para el uso de combustibles obtenidos a partir de desechos por parte de fábricas de cemento (en China y Filipinas) y ha respaldado proyectos del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) para el sector del cemento, centrados también en el uso de ese tipo de combustibles.
  - 5.5 El sector del cemento ha respondido a los temas relacionados con el cambio climático a través de asociaciones de nivel nacional (como la Asociación Británica del Cemento, del Reino Unido) e internacional, como la Cembureau, de la Unión Europea, la Asociación de Cemento Portland para los Estados Unidos y Canadá, y el Consejo empresarial mundial de desarrollo sostenible y la ISC. Sobre la base de la labor de esas entidades se han suscrito convenios y acuerdos favorables al desarrollo sostenible y la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. Como parte de la Agenda de Acción adoptada por el Consejo empresarial mundial de desarrollo sostenible y los miembros de la ISC, cada empresa que presenta informes a la ISC ha fijado objetivos individuales de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.
  - 5.6 Se han realizado varios intentos de elaborar indicadores de desempeño para el sector del cemento en relación con emisiones de CO<sub>2</sub>. Cabe destacar los de la Agencia Internacional de la Energía (AIE), el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), la ISC y la Asociación Asia-Pacífico (APP) sobre Desarrollo Limpio y Clima (véase el Cuadro 1). La mayoría de estos indicadores se elaboraron con fines comparativos a nivel mundial o a nivel de todo el sector, pero pueden usarse a nivel de proyectos para determinar la ubicación de cada proyecto dentro del espectro de desempeño y de las limitaciones existentes de disponibilidad de materias primas y combustibles. Lo que es más importante, esos indicadores pueden ayudar a identificar rápidamente los ámbitos en que pueden emplearse procesos mejorados del modo más eficaz posible para obtener los máximos beneficios.

<b>Cuadro 1</b>						
<b>Indicadores de la Hoja de Ruta de Tecnología del Cemento</b>						
	2012	2015	2020	2025	2030	2050
Consumo de energía térmica por tonelada de GJ de clínquer / tonelada	3,9	3,8	3,5-3,7	3,4-3,6	3,3-3,4	3,2
Proporción de combustible alternativo y uso de biomasa (1)	5%-10%	10%-12%	12%-15%	15%-20%	23%-24%	37%
Relación entre clínquer y cemento	77%	76%	74%	73,5%	73%	71%
CCS						
Número de plantas piloto	2	3				
Número de plantas de demostración en funcionamiento		2	6			
Numero de plantas comerciales en funcionamiento				10-15	50-70	200-400
Toneladas métricas almacenadas	0,1	0,4	5-10	20-35	100-160	490-920
Tonelada de emisiones de CO <sub>2</sub> por tonelada de cemento (2)	0,75	0,66	0,62	0,59	0,56	0,42

Notas: (1) se supone un nivel de 20 a 30 equivalentes de toneladas métricas de uso de combustibles alternativos en 2015 y de 50 a 60 en 2030, y se excluye la energía de la captura y almacenamiento de carbono y el uso de electricidad;(2) comprende la reducción de la captura y almacenamiento de carbono.

Fuente: AIE, 2009

- 5.7 A través del programa GNR de la ISC, varios grandes fabricantes de cemento han convenido en dar a conocer las emisiones de CO<sub>2</sub> sobre la base de un Protocolo común de CO<sub>2</sub> proveniente de la fabricación de cemento elaborado conjuntamente por el Consejo empresarial mundial de desarrollo sostenible y el Instituto de Recursos Mundiales. El GNR abarca el 67% de la producción de cemento en América Latina.
- 5.8 Sobre la base de los datos del GNR, el Consejo empresarial mundial de desarrollo sostenible, con el grupo de trabajo de la ISC y la AIE han unido esfuerzos para establecer la Hoja de Ruta de Tecnología del Cemento 2009 (*Cement Technology Roadmap 2009*), en la que se definen objetivos y metas de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> hasta 2050. Se han establecido cinco indicadores: (i) consumo de energía térmica, (ii) combustibles alternativos, (iii) relación entre clínker y cemento, (iv) captura y almacenamiento de carbono y (v) emisiones de CO<sub>2</sub> por tonelada de cemento.
- 5.9 Además se formularon recomendaciones de política<sup>19</sup> por región geográfica. Para América Latina, según se ilustra en el Cuadro 2, las metas están en consonancia con objetivos mundiales para la relación entre clínker y cemento, y son aún más ambiciosas que los objetivos mundiales referentes al uso de combustibles alternativos (entre el 39% y el 40% a más tardar en 2050, en comparación con el 37% a escala mundial).

<sup>19</sup> *Cement Technology Roadmap 2009*, Consejo empresarial mundial de desarrollo sostenible y AIE, diciembre de 2009.

<b>Cuadro 2: Recomendaciones de política para América Latina</b>						
	Estimación de demanda baja			Estimación de demanda alta		
	2015	2030	2050	2015	2030	2050
Uso de energía (Mtn)	14,5	18,4	26,4	14,4	18,5	32,7
Porcentaje de utilización de combustibles alternativos	16%	25%	39%	16%	25%	40%
Relación entre clínker y cemento	73%	71%	70%	73%	71%	72%
Captura de CO <sub>2</sub>	0	9,7%	49,7%	0	11,8%	73,3%

## **VI. DIRECTRICES QUE DEBE SEGUIR EL BID PARA FINANCIAR NUEVAS FÁBRICAS DE CEMENTO**

- 6.1 El BID respaldará la construcción de nuevas fábricas de cemento que cumplan el principio de desarrollo sostenible e impacto climático reducido. Ambos principios son esenciales para una industria que ya emite altos niveles de CO<sub>2</sub> y tiene perspectivas de crecimiento en el mercado.
- 6.2 Para que el BID pueda seguir promoviendo el desarrollo y la autosuficiencia de los países con materiales de construcción sin por ello comprometer el objetivo del Banco de respaldar las medidas de mitigación del cambio climático, ni su compromiso de proteger el medio ambiente, el BID seguirá respaldando las fábricas de cemento que cumplan criterios mínimos de desempeño en lo relativo a eficiencia y emisiones de gases de efecto invernadero<sup>20</sup> y utilicen la mejor tecnología apropiada disponible que haga posible una elevada eficiencia y por lo tanto un menor volumen de emisiones de gases de efecto invernadero.
- 6.3 En la etapa de elegibilidad, los proyectos que se presenten al Banco deberán cumplir los criterios mínimos de desempeño o comprometerse a cumplirlos. Durante el proceso de diligencia debida, el Banco trabajará con los prestatarios potenciales para concebir formas en que el proyecto pueda cumplir los criterios. Para que un proyecto pueda recibir financiamiento del BID deberá verificarse el cumplimiento de los criterios mínimos de desempeño durante el análisis de diligencia debida, lo que deberá confirmarse antes de la aprobación del proyecto por el Directorio.
- 6.4 En los Cuadros 3 y 4 de la sección VII se presentan criterios mínimos de desempeño que deberán cumplirse para que el BID pueda financiar nuevas fábricas de cemento. Esos criterios se basan en especificaciones de diseño habituales para fábricas de cemento de nueva construcción y, si bien impiden al BID financiar

<sup>20</sup> Además de prácticas óptimas internacionalmente reconocidas y normas sobre otros aspectos de sostenibilidad ambiental y social, como las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la fabricación de cemento y cal del Grupo del Banco Mundial.

fábricas de cemento ineficientes, requieren una eficiencia intermedia que se puede lograr con un diseño ordinario para una nueva planta.

- 6.5 Los criterios mínimos de desempeño que se presentan en los Cuadros 3 y 4 serán objeto de revisiones periódicas para tener en cuenta nuevos factores tecnológicos e institucionales. Al actualizar los criterios el Banco tendrá en cuenta el aumento de datos confiables disponibles sobre eficiencia energética y emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de fábricas de cemento y la experiencia del Banco en la aplicación de esas directrices a proyectos. Los datos son aún escasos, pero se espera lograr un progreso significativo como consecuencia del aumento de la presión relacionada con el cambio climático. Por ejemplo, la mayoría de los datos actualmente disponibles sobre consumo de energía por unidad de cemento producido no contienen una definición clara del término cemento.
- 6.6 Además de cumplir los criterios mínimos de desempeño, el proyecto se evaluará durante el proceso de diligencia debida, para lograr que en relación con las emisiones de gases de efecto invernadero en el diseño de la fábrica de cemento se utilice la mejor tecnología apropiada disponible, y que la operación de la fábrica se realice en observancia de las prácticas óptimas del sector del cemento, evaluándose cada uno de esos factores en el contexto de las características específicas del proyecto (escala, ubicación, consideraciones económicas, ambientales y sociales; y emisiones totales de gases de efecto invernadero). Para la evaluación del proyecto debe tenerse en cuenta (i) la eficiencia energética global de la tecnología (térmica y eléctrica), (ii) la confiabilidad y disponibilidad de la tecnología, (iii) la disponibilidad de diversas fuentes de combustible, (iv) el costo de capital y operativo, (v) la disponibilidad de fuentes renovables de electricidad, (vi) las posibilidades de reducir la relación entre el clínker y el cemento, (vii) la disponibilidad de biomasa proveniente de desechos, y (viii) el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero por tonelada de clínker y de cemento producidos.

## **VII. OTRAS ACTIVIDADES QUE HA DE REALIZAR EL BID**

- 7.1 El BID puede ayudar a transferir a los países tecnologías y productos de investigación y desarrollo más avanzados relacionados con el cemento, por ejemplo a través de fondos para cooperación técnica, con el fin de realizar actividades de investigación y desarrollo y ejecutar proyectos piloto.
- 7.2 En todos los casos en que surjan oportunidades, el BID podrá proporcionar respaldo para la creación de marcos reguladores nacionales apropiados que reflejen los costos ambientales, incluidas las emisiones de CO<sub>2</sub>, en el análisis de costos y beneficios de un proyecto, por ejemplo a través de proyectos de cooperación técnica o como parte de análisis ambientales nacionales específicos o análisis de países concretos.



## VIII. CRITERIOS MÍNIMOS DE DESEMPEÑO

8.1 Para evaluar proyectos se han seleccionado dos criterios mínimos de desempeño por tonelada de clínker: (i) el consumo de energía térmica por tonelada de clínker y (ii) el nivel bruto de emisiones de CO<sub>2</sub> por tonelada de clínker. Cada uno de los indicadores más abajo detallados pueden calcularse sobre la base de la Norma de contabilidad e información sobre CO<sub>2</sub> para el protocolo del sector del cemento<sup>21</sup>.

### A. Consumo de energía térmica

8.2 Este criterio representa el volumen de energía necesario (en megajulios) para producir una tonelada de clínker. El clínker se utiliza como material de referencia porque es el denominador común para todos los tipos de cemento. El valor corresponde al promedio de resultados de desempeño de tecnologías de energía eficientes mediante la utilización de precalentadores y precalcinadores. Este criterio no hace referencia específica (i) al tipo de proceso, (ii) al tipo de combustible ni (iii) al contenido del productos secundarios del clínker.

Cuadro 3: Consumo de energía térmica		
Criterio mínimo de desempeño N° 1	Valor propuesto	Comentario
Consumo de energía térmica (para piedra caliza con contenido de humedad inferior al 8,5% y capacidad de producción de clínker no inferior a 1.500 t/d) <sup>22</sup>	Igual o inferior a 3,200 MJ/tonelada de clínker	Sobre la base del desempeño de la configuración ordinaria de nuevas fábricas en que se utilizan tecnologías eficientes en materia de energía

### B. Emisiones brutas de CO<sub>2</sub> por tonelada de clínker

8.3 Las emisiones brutas de CO<sub>2</sub> son todas las emisiones directas de CO<sub>2</sub> a excepción de las liberadas en el proceso de producción de electricidad in situ y las emisiones de CO<sub>2</sub> a partir de biomasa, que se consideran neutras desde el punto de vista climático. En este criterio no se hace referencia específica (i) al tipo de proceso, (ii) al tipo de combustible ni (iii) al contenido de productos secundarios del clínker.

<sup>21</sup> Las instrucciones se publican en [www.wbcscement.org/climate](http://www.wbcscement.org/climate). Además, en los indicadores se ha tomado como supuesto un cálculo para el que se utiliza el valor de poder calorífico inferior. A efectos de comparación con el valor de poder calorífico superior, primero se debe realizar una conversión.

<sup>22</sup> Las fábricas de cemento comprendidas en las categorías excluidas se evaluarán caso por caso para determinar el desempeño de la configuración ordinaria aplicable mediante la utilización de tecnologías eficientes en materia de energía. En ningún caso la eficiencia energética de las fábricas con una capacidad de producción de clínker inferior a 1.500 t/d podrá superar los 3.264 MJ/tonelada de clínker (2% por encima del criterio mínimo de desempeño de 3.200 MJ/tonelada de clínker aplicable a fábricas más grandes).

<b>Cuadro 4: Emisiones brutas de CO<sub>2</sub></b>		
Criterio mínimo de desempeño N° 2	Valor propuesto	Comentario
Emisiones brutas de CO <sub>2</sub> (para piedra caliza con contenido de humedad inferior al 8,5%)	Igual o inferior a 820 kg de CO <sub>2</sub> por tonelada de clínker	Sobre la base del desempeño de la configuración ordinaria de nuevas fábricas en que se utilizan tecnologías eficientes en materia de energía

## **IX. FOMENTO DE PRÁCTICAS EMERGENTES**

- 9.1 El sector del cemento está preparando innovaciones y nuevas prácticas encaminadas a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. El Banco alentará su aplicación en función de las características de cada proyecto. En las etapas de diligencia debida, análisis y auditoría que precedan a la aprobación del proyecto por el Directorio del BID se considerarán caso por caso las oportunidades que a continuación se mencionan, con el fin de lograr las máximas reducciones adicionales posibles de emisiones de CO<sub>2</sub>:
- a. Combinación de combustibles para la producción de clínker: quienes propongan el proyecto deberán evaluar la posibilidad u oportunidad de utilizar combustibles con bajo contenido de carbono (por ejemplo, el gas natural) y combustibles alternativos (por ejemplo, biomasa de desechos, desechos peligrosos);
  - b. Materias primas alternativas: quienes propongan el proyecto deberán examinar la posibilidad de agregar materias primas alternativas, tales como cenizas sueltas o escorias durante el proceso de formación del clínker (es decir, en sustitución de la piedra caliza);
  - c. Relación entre el clínker y el cemento: debería considerarse la posibilidad de combinar el clínker con sustitutos del mismo para la producción de cemento, dentro de los límites de los requisitos normativos y de calidad necesarios para la utilización segura del cemento;
  - d. Equipos de consumo de electricidad eficientes: deberían utilizarse ventiladores y motores muy eficientes, así como molinos dotados de eficiencia energética, como los molinos verticales de rodillos o prensas de rodillos, en lugar de molinos de bolas, según corresponda;
  - e. Hornos automatizados: El funcionamiento de los hornos debe realizarse con asistencia de computadoras siempre que sea posible, pues ello garantiza la optimización del proceso, la calidad y el consumo de energía, así como un mejor manejo de las emisiones en el aire;
  - f. Sistemas de gestión ambiental: hacen posible una gestión eficaz de aspectos ambientales y una continua mejora a la sostenibilidad de las operaciones.

Junto con un sistema de gestión de energía, pueden proporcionar mejoras en materia de eficiencia energética que reduzcan las emisiones CO<sub>2</sub>;

- g. Proyectos de energía sostenible conexos: pueden promoverse proyectos tales como parques eólicos y solares u otros tipos de sistemas alternativos de producción de energía como parte de proyectos de fábricas de cemento.