

EL MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO

A. SAIZ DE BUSTAMANTE

El Protocolo de Kioto define tres mecanismos flexibles para facilitar a los países industrializados el cumplimiento de limitación y reducción obligatoria de emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Mecanismos conocidos como Comercio de Emisiones (CE); Acción Conjunta (AC) y Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

El MDL, consiste en inversiones en proyectos de limitación y reducción de emisiones en países en desarrollo. La actividad de un proyecto MDL da lugar a créditos que pueden ser utilizados por el país inversor para compensar su balance anual de emisiones. Así mismo se estudian los actores, la base de referencia y adicionalidad de un proyecto MDL, así como los principios del cálculo de emisiones y especialmente la determinación la base de referencia de un sistema eléctrico. Se consideran tres ejemplos prácticos.

The Kyoto Protocol defines three flexible mechanisms to facilitate the developed countries in achieving compliance of greenhouse gases emissions limitation and reduction. These mechanisms are known as Emissions Trading (ET), Joint Implementation (JI) and Clean Development Mechanism (CDM). This paper discusses the mechanism principles.

The CDM is based on limitation and reduction projects implemented in developing countries, which activity generates credits to be used in the investor country annual emissions balance.

This paper studies the actors, the baseline and the additionality of a CDM project; and also the emissions calculation the principles, with special emphasis on an electrical system baseline.

equivalente (tCO_2e), definida como el producto de la masa del gas expresada en toneladas métricas (tGEI_i), siendo i la identificación del GEI, según el ordinal de las filas de la Tabla 1, por un índice denominado Potencial de Calentamiento Atmosférico del gas (PCA_i), o relación entre la capacidad de un gas de efecto invernadero de almacenar calor en la atmósfera y la capacidad del dióxido de carbono.

En la Tabla 1 se indican las propiedades de los gases de efecto de invernadero incluidos el Anexo A del Protocolo de Kioto.

El dióxido de carbono es con diferencia el más abundante, representa un 60% del incremento histórico del efecto invernadero y se produce en la combustión de combustibles fósiles, en al-

gunos procesos industriales y en la deforestación.

El metano representa un 20% del aumento de GEI, se genera principalmente en la descomposición de la materia orgánica, en la operación de vertederos, y en otros procesos industriales y se libera en la minería del carbón y en las perforaciones petrolíferas y gasistas.

Al óxido nitroso se debe el 5% del incremento de GEI, se produce en la combustión de combustibles fósiles, en la utilización de fertilizantes en la agricultura y otros procesos industriales como la fabricación de los ácidos nítrico y adípico.

El segundo grupo de GEI de la Tabla 1 son gases industriales fluorados utilizados en refrigeración y aire acondicionado. Se han incluido los

INTRODUCCIÓN

El Protocolo de Kioto (PK) establece para los países industrializados un calendario de reducción de emisiones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) incluidos en su Anexo A, lo que implica interiorizar el coste de estas emisiones o lo que es lo mismo, la aparición de un nuevo coste, el coste medioambiental de las emisiones de GEI, y el correspondiente mercado de emisiones, llamado mercado del carbono. (Naciones Unidas, 1997)

La unidad de medida de las emisiones y absorciones de los GEI es la tonelada métrica de dióxido de carbono

Tabla 1. Gases de efecto invernadero

Gas de efecto invernadero (GEI)	i	Símbolo químico	Masa Molecular	Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA_i)
Dióxido de carbono	1	CO_2	44	1
Metano	2	CH_4	16	21
Oxido nitroso	3	N_2O	30	310
Hidrofluorocarbonos: (HFC)				
HFC 23	4	CHF_3	70	11700
HFC 125	5	CHF_2CF_3	120	2800
HFC 134a	6	CH_2FCF_3	102	1300
HFC 152a	7	CH_3CHF_2	66	140
Perfluorocarbonos: (PFC)				
	8	CF_4	88	6500
	9	C_2F_6	138	9200
Hexafluoruro azufre	10	SF_6	146	23900

hidrofluorocarbonos y los perfluorocarbonos más representativos. El último GEI considerado, es el hexafluoruro de azufre utilizado como aislante eléctrico, y en la producción de magnesio, siendo el GEI antropógeno de mayor PCA.

LOS MECANISMOS DE FLEXIBILIDAD

A fin de disminuir el coste de las reducciones de emisiones de GEI en los países desarrollados, el PK establece los tres siguientes mecanismos de flexibilidad para su utilización con carácter complementario a las acciones internas que un país pueda adoptar:

1. Comercio de emisiones (CE):

Como ya se ha indicado los países industrializados que hayan ratificado el PK, tienen que reducir individualmente o agrupados, sus emisiones netas de GEI a fin de no exceder la cantidad que les atribuye el Anexo B del PK en el periodo 2008-2012, primer periodo de compromiso del PK.

La *cantidad atribuida* de emisiones netas de GEI a cada país desarrollado para el primer periodo de compromiso, deberá corresponder al porcentaje de sus emisiones en 1990 indicado en el PK y ser medida en tCO₂e, unidad denominada UCA.

Se exige a los países el establecimiento de un *Sistema Nacional* que deberá realizar un inventario anual de emisiones por fuentes y absorciones por sumideros de los GEI, la creación de un *Registro Nacional* de emisiones y absorciones de GEI, y estar al corriente en la entrega del inventario anual a la Conferencia de las Partes en calidad de Reunión de las Partes del PK (Condiciones de elegibilidad).

En el cálculo de emisiones netas de GEI, las absorciones de CO₂ se miden en tCO₂e. La unidad de cantidad absorbida se conoce como UDA.

Dado que algunos países desarrollados pueden sobrepasar su límite de emisión, mientras que otros no lo alcanzan, el PK permite la compraventa de UCA. Compraventa que es la base del comercio de emisiones.

La decisión del Consejo de la Unión Europea de 25 de Abril de 2002 relativa a la aprobación en nombre de la Comunidad Europea del Protocolo de Kioto y al cumplimiento conjunto de los compromisos modifica las reducciones individuales de los Estados miembros, correspondiendo a España un aumento del 15%, sobre las emisiones de 1990, en vez de una reduc-

Proyecto	Fechas Registro-arranque	País anfitrión (Participantes)	Otros Países (Participantes)	Comercio RCE
Hidroeléctrica Kabini (20 MW)	25/12/05-24/06/2003	India (SKPCL)	Ninguno	Unilateral
Hidroeléctrica Las Vacas (45 MW)	17/12/05-01/01/2004	Guatemala (HRLV)	España (Iberdrola)	Bilateral
Vertedero de Trémembé (2400 m ³ /h)	24/11/05-01/01/2003	Brasil (SASA)	- Países Bajos (Senternovem) - Francia (Onyx)	Multilateral

ción del 8%, como prescribe el Protocolo de Kioto.

La Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (Directiva, 2003) establece el *régimen comunitario para el comercio de derechos de emisión de GEI*, a fin de conseguir para la UE-15 una reducción conjunta del 8% de las emisiones netas en el primer periodo de compromiso del Protocolo de Kioto (2008-2012), respecto a los niveles de 1990.

2. Acción Conjunta (AC):

El mecanismo mediante el cual, cualquier país desarrollado puede invertir en proyectos implantados en otros países desarrollados, con el objetivo de reducir emisiones de GEI, y recibir *unidades de reducción de emisiones*, medidas en tCO₂e, evitando la doble contabilidad. La unidad de reducción de emisiones, en este caso se denomina URE.

Si el país anfitrión del proyecto cumple las condiciones de elegibilidad para el comercio de emisiones, podrá someter el proyecto a su propia regulación y expedir y transferir las URE generadas.

Si el país anfitrión del proyecto no cumple las condiciones de elegibilidad para el comercio de emisiones, se establece un procedimiento semejante al utilizado para el Mecanismo de Desarrollo Limpio, existiendo un Comité de Supervisión que realiza la aprobación del proyecto y la expedición de las URE.

3. Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL): (UNESA, 2005)

El mecanismo consiste en la implantación de proyectos con el objetivo de reducción de emisiones de GEI, en países en desarrollo, países que según el PK no tienen obligación de limitar y reducir estas emisiones.

Los países en desarrollo se benefician de las actividades de proyectos cuyos resultados conlleven *reducciones certificadas de emisiones* de GEI, medidas en tCO₂e, unidad denominada en este caso RCE. Proyectos que deben contribuir al desarrollo sostenible de estos países.

Los países desarrollados pueden utilizar las RCE para cumplir con sus compromisos de limitación y reducción de emisiones netas de GEI.

Las actividades de proyecto MDL deben satisfacer el Reglamento contenido en la decisión 17/ CP.7. Reglamento que forma parte de los Acuerdos de Marrakech. (UNFCCC, 2001).

La aprobación (registro) de los proyectos MDL y la expedición de las RCE es responsabilidad de la Junta de Ejecutiva del MDL, que depende directamente de la Conferencia de las Partes de la Convención del Cambio Climático en calidad de la reunión de las Partes del Protocolo de Kioto (COP/MOP).

A continuación se considera los actores, las fases y el cálculo de las emisiones de un proyecto MDL.

LOS ACTORES DE UN PROYECTO MDL

En un proyecto MDL hay cuatro actores principales, indicándose a continuación su denominación y funciones:

1º. Entidades participantes (PP) en un proyecto MDL, que incluyen las actividades de promotor/operador del proyecto y de inversor/comprador de las RCE. Entidades que tienen que ser autorizadas por los Partes del PK involucradas en el proyecto.

Se entiende por Parte anfitrión el país en desarrollo donde el proyecto está físicamente situado.

El promotor desarrolla el proyecto desde su iniciación y lo implementa. El

inversor adquiere derechos sobre las RCE generadas por el proyecto.

Si hay un solo participante, éste deberá ser un país en desarrollo y realizar las funciones de promotor/operador del Proyecto y de Inversor/ vendedor de las RCE. Se trata de un *comercio unilateral* de RCE.

Si hay dos participantes, el promotor/inversor puede situarse en un país industrializado y el operador en un país en desarrollo. En este supuesto el comercio de RCE es *bilateral*. Si hay varios inversores, como en el caso de los fondos de carbono, el comercio pasa a ser *multilateral*.

En cualquier situación de comercio de las RCE, la decisión sobre su distribución corresponde a *los participantes* en el proyecto.

En la Tabla 2 se indican tres proyectos MDL con diferentes estructuras de participación.

El país anfitrión del proyecto hidroeléctrico *Kabini* es India, y el promotor / inversor la Sociedad Anónima india, *Subhash Kabini Power Corporation Limited* (SKPCL).

El proyecto hidroeléctrico *Las Vacas* tiene como país anfitrión Guatemala y como promotor/ inversor la Sociedad Anónima española Iberdrola.

El proyecto de recuperación del gas natural generado por el vertedero de Trémembé, Sao Paulo, Brasil, tiene como promotor ONYX (Francia), como operador SASA (Brasil) y como inversor Senter Novel (Países Bajos).

2º. *Autoridad Nacional Designada (AND)*. Los países involucrados en una actividad de proyecto MDL, tienen que nombrar una AND, que es quien debe autorizar a los participantes en el proyecto.

La AND del país anfitrión tiene además, que aprobar la actividad de proyecto MDL y certificar que la actividad contribuye al desarrollo sostenible del país.

3º. *Entidad Operacional Designada (EOD)*. La EOD es responsable ante la Conferencia de las Partes a través de Junta Ejecutiva del MDL, de la validación de las actividades de proyecto MDL; de la verificación y certificación de las reducciones de GEI consecuencia de las actividades de proyecto y de otras funciones de recopilación y archivo.

La validación del proyecto y la verificación y certificación de las emisiones deben ser realizadas por dos EOD diferentes, salvo si se trata de un proyecto pequeño, pues en tal caso una sola EOD puede realizar tanto la valida-

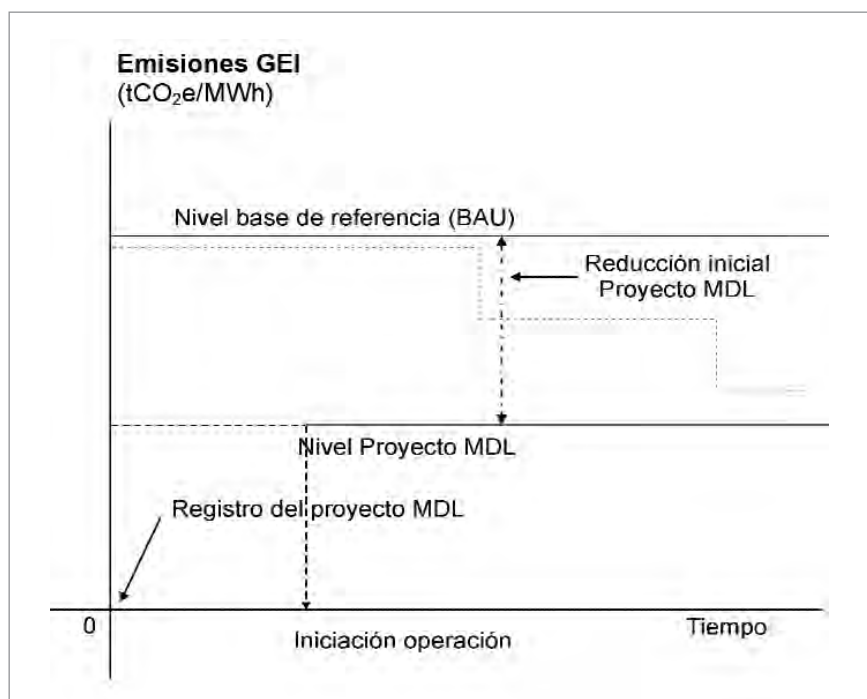


Figura 1. Adicionalidad de una Central eléctrica MDL

ción, como la verificación y certificación.

4º. *Junta Ejecutiva del Mecanismo de Desarrollo Limpio (JE)*. El Mecanismo de Desarrollo Limpio está supervisado por una *Junta Ejecutiva*, que deberá aprobar las actividades de proyectos MDL y expedir las RCE. La *Junta* está sometida a la autoridad y dirección de la COP/MOP.

BASE DE REFERENCIA Y ADICIONALIDAD

La Base de Referencia de un proyecto del MDL, es el escenario que representa de manera razonable las emisiones antropógenas por fuentes de GEI que se producirían de no realizarse el proyecto MDL propuesto. (UNFCCC, Párra. 44, 2001)

La base de referencia aplicada en el diseño del Proyecto debe permitir;

- Calcular las emisiones de GEI que cabría esperar en los escenarios inerciales o habituales (BAU)
- Comparar las emisiones de GEI de la base de referencia con las del proyecto, para tener una estimación de la reducción de emisiones que se espera lograr con el proyecto propuesto.
- Comprobar que el proyecto es adicional, constatando que no está en la base de referencia, para que ésta repre-

sente realmente lo que ocurriría en ausencia del proyecto MDL

Las tres condiciones citadas que debe cumplir la base de referencia de una Central eléctrica MDL, se representan en la Figura 1, donde se indican la tasa de emisiones durante la etapa de diseño, su posible evolución durante la actividad del proyecto, las emisiones debidas a la actividad del proyecto y la reducción inicial de emisiones.

Un proyecto MDL es adicional si la reducción de emisiones antropógenas de GEI por fuentes es superior a la que se produciría de no realizarse el proyecto MDL propuesto. (UNFCCC, Párra. 43, 2001)

La prueba de adicionalidad puede de la actividad de proyecto puede realizarse mediante el procedimiento sugerido por la Junta Ejecutiva del MDL (UNFCCC, 2004),

cuyos principales pasos se indican a continuación:

1. Identificación de alternativas a la actividad del proyecto
2. Análisis de inversión para determinar que la actividad de proyecto propuesta no es la más atractiva económicamente ni financieramente, o
3. Análisis de barreras
4. Análisis de los procedimientos habituales (BAU)
5. Impacto del registro de la actividad del proyecto propuesta como actividad de proyecto MDL.

CÁLCULO DE EMISIONES

En este artículo se denomina G a la actividad anual de Proyecto y Q al consumo anual de combustible.

El cálculo de emisiones anuales de GEI se basa en el consumo de combustible Q , o la actividad de proyecto G , multiplicada por el Factor de Emisión de dióxido de carbono equivalente (FE) correspondientes la base de referencia (EB_a), al proyecto (EP_a) y a las fugas (EE_a) o posibles emisiones externas, es decir producidas fuera del ámbito del proyecto, pero atribuibles al mismo. La reducción de emisiones (RE_a) atribuible al proyecto MDL, es la diferencia entre las emisiones de la base de referencia, del proyecto MDL y de las fugas, en un año determinado a , de acuerdo con la siguiente ecuación,

$$RE_a = EB_a - EP_a - EE_a, \quad (1)$$

emisiones que deben expresarse en tCO_2e/a .

Los Factores de Emisión (FE) implícitos en la ecuación anterior, indican la emisión de dióxido de carbono equivalente por TJ de combustible consumido (Q), o por unidad de actividad de proyecto (G).

Las emisiones atribuidas a la base de referencia (EB) se estiman como la actividad de proyecto multiplicada por el Factor de Emisión de la base. Si el proyecto comprende n procesos (fuentes), las emisiones de la base de referencia pueden calcularse mediante la expresión siguiente,

$$EB_a = \sum_i^n Q_{j,a} \cdot FE_j \quad (2)$$

siendo FE_j el Factor de Emisión correspondiente al proceso j definido por la expresión,

$$FE_j = \sum_i^{n_i} FE_{j,i} \cdot PCA_i \quad (3)$$

donde n_i es el número de GEI producidos por el proceso j , e i el índice identificador del GEI según la tabla 3.1.

El Factor de Emisión $FE_{j,i}$ se refiere al Gas de Efecto Invernadero i (GEI), producido por el proceso (fuente) j , e indica las emisiones de GEI por unidad del combustible j consumido (TJ), o por unidad de actividad de proyecto, pudiendo expresarse por ejemplo como $tGEI/TJ$, donde $tGEI$ representa toneladas métricas del GEI.

Combinando las expresiones (2) y (3) se tiene finalmente

$$EB_a = \sum_j^n Q_{j,a} \cdot \sum_i^{n_i} FE_{j,i} \cdot PCA_i \quad (4)$$

El Factor de Emisión de dióxido de carbono debe incluir un coeficiente de oxidación para tener en cuenta que parte del carbono no se oxida, debido a ineficiencias en el proceso de combustión.

Las emisiones debidas a la actividad de proyecto (EP_a) y a las fugas (EE_a), pueden calcularse de forma análoga a la indicada para la estimación de las emisiones atribuidas a la base de referencia (EB_a), teniendo en cuenta la especificidad del proyecto.

Como ejemplo de aplicación de la metodología indicada por las fórmulas anteriores, se citan dos ejemplos con un solo proceso ($n = 1$), el primero referido a la combustión de gasóleo en el transporte pesado por carretera y el segundo a la combustión de fuel residual en una caldera industrial. En ambos casos se generan los tres GEI siguientes: CO_2 , CH_4 y N_2O y no hay emisiones de proyecto ni fugas.

En el primer ejemplo se calcula el FE de un camión pesado, mediante la fórmula (3), utilizando los factores recomendados por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (I PCC, 1996), resultando $1.108 \cdot 10^{-6} gCO_2e/km$. El detalle completo de los cálculos puede seguirse en la Guía Latinoamericana del MDL (UNESA, 2005).

El segundo ejemplo considera las emisiones de GEI de una caldera industrial debidas a la combustión de una tonelada métrica de fuel residual. En la referencia citada (UNESA, 2005) se estudia este caso, resultando un FE de $76,88 tCO_2e/TJ$, dando lugar a $3,075 tCO_2e$, ya que una t. de fuel residual equivale a $0,04 TJ$ (UNESA, 2005).

BASE DE REFERENCIA DE UN SISTEMA ELÉCTRICO

En este apartado la actividad del proyecto G se refiere a la generación de electricidad en las centrales del sistema, medida en $MWh/año$ y los procesos (fuentes) Q al consumo de los diferentes combustibles, expresados en $TJ/año$. (UNESA, 2005)

Las emisiones anuales de GEI asociadas a una red eléctrica (E_{red}) medidas en tCO_2e/a , en un año dado a , se pueden obtener a partir de la fórmula (2), utilizando los consumos anuales de combustibles de las centrales que alimentan el sistema eléctrico, mediante la siguiente expresión,

$$E_{red,a} = \sum_{j,k} Q_{j,k,a} \cdot FE_j \quad (5)$$

siendo j un índice que representa los tipos de combustible empleados en las centrales del sistema, k un índice que representa a la Central, y a el índice que indica el año en que se estiman o se miden las emisiones. $G_{j,k,a}$ indica por tanto, el consumo anual del combustible j , en la central k , en año a , expresado en su equivalente energético ($TJ/año$) y FE_j el factor de emisión del combustible j , en tCO_2e/TJ , que debe incluir el factor de oxidación.

La expresión (6) indica la energía eléctrica suministrada a la red en el año a ($G_{red,a}$).

$$G_{red,a} = \sum_k G_{k,a} \quad (6)$$

siendo $G_{k,a}$ la producción de electricidad en la central k , durante el año a .

La ecuación (7) define el Factor de Emisión de un sistema eléctrico (FE_{red}) medido en tCO_2e/MWh , como cociente de las emisiones de CO_2 de las centrales que alimentan la red y la energía eléctrica suministrada.

$$FE_{red,a} = \frac{\sum_{j,k} Q_{j,k,a} \cdot FE_j}{\sum_k G_{k,a}} \quad (7)$$

El Factor de Emisión de una red eléctrica (FE_{red}), puede entenderse como la base de referencia de una central eléctrica MDL acoplado a la misma, y representa la tasa media ponderada de emisión por unidad de electricidad suministrada en un año determinado, a .

Sin embargo la inclusión de todas las centrales que alimentan a la red en la ecuación (7), da lugar a un Factor de Emisión poco realista por no tener en cuenta la gestión del repartidor de cargas de la red, lo que conduce a una infra-estimación del FE_{red} , perjudicando a la central MDL. Además la central MDL debe excluirse de las sumatorias (Condición de adicionalidad).

La selección de una base de referencia realista para una central eléctrica MDL conectada a una red, que sustituya a la base representada por (7) implica escoger entre los métodos del margen de operación simple (MO) o simple ajustado (MO^*), del margen de construcción (MC) o del margen combinado. (SATHAYE, 2003).

El método del margen de operación simple supone que el efecto de una central eléctrica MDL es reducir la demanda de electricidad de las centrales existentes en la red, excluyendo las plantas de generación con bajos costes de operación como hidroeléctricas, geotérmicas, eólicas, solares, nucleares, de biomasa de bajo coste y otros tipos

de centrales que necesariamente trabajan en base, pues no se ven afectadas por la incorporación a la red de un proyecto MDL, salvo en el supuesto que estas plantas representen un porcentaje de la generación superior al 50%, en cuyo caso habría que utilizar el método del margen de operación simple ajustado como se expone más adelante.

El Factor de Emisión de un sistema eléctrico en el margen de operación simple en un año determinado a ($FE_{MO,a}$), pueden calcularse mediante las ecuación (7), excluyendo las centrales con costes bajos de operación.

Si la participación en el sistema eléctrico de centrales de pequeño coste de operación es superior al 50%, debe utilizarse el método del margen de operación simple ajustado, para tener en cuenta el efecto de estas centrales en el Factor de Emisión de la red, según indica la siguiente ecuación,

$$FE_{MO,a} = (1 - \tilde{e}_a) \frac{\sum_{j,k,a} Q_{j,k,a} \cdot FE_j}{\sum_{k,a} G_{k,a}} + \tilde{e}_a \frac{\sum_{j',k',a} Q_{j',k',a} \cdot FE_{j'}}{\sum_{k',a} G_{k',a}} \quad (8)$$

donde λ_a es el cociente entre el número de horas anuales en que centrales de bajo coste de operación son marginales y las 8760 horas del año, en el año a.

El segundo factor del primer sumando, reproduce el factor de emisión del sistema eléctrico en el margen de operación simple y del segundo sumando, corresponde al factor de emisión de las centrales de bajo coste de operación, siendo nulo en el caso de energías renovables o nucleares.

El método del margen de construcción, supone que el efecto de una central MDL es la sustitución o el retraso en la planificación de nuevas centrales. Por ello el Factor de Emisión en el margen de construcción (FE_{MC}), tiene en cuenta los tipos de centrales más modernas incorporadas a la red.

El FE_{MC} , se calcula como la media ponderada de las emisiones por unidad de electricidad producida en las plantas de generación construidas más recientemente, incluidas las centrales de bajo coste de operación, representadas bien por las cinco plantas más modernas, bien por el grupo de plantas más recientes que hayan generado el 20% de la demanda de electricidad, debiendo seleccionarse la opción de mayor generación eléctrica. Los cálculos pueden realizarse mediante la ecuación (7)

Tabla 3 Datos técnicos de los proyectos citados

Proyecto	Periodo acreditación	Ga	FE a	EBa	EPa	EEa
Hidroeléctrica Kabini	Fijo 10 años	54,03 GWh/a	0,832 tCO ₂ /MWh	44968 tCO ₂ :tCO ₂	0	0
Hidroeléctrica Las Vacas	Renovable 21 años	120 GWh/a	0,753 tCO ₂ /MWh	90363 tCO ₂	0	0
Vertedero de Trénembé	Fijo 10 años	535 m ³ /h	21 tCO ₂ e/CH ₄	70062 tCO ₂ e	0	0

Se define el Factor de Emisión combinado como la media ponderada de los Factores de Emisión en margen de operación y en el margen de construcción,

$$FE = w_1 FE + w_2 FE_{MC} \quad (9)$$

$$w_1 + w_2 = 1$$

Los coeficientes w_1 y w_2 han de tener en cuenta las características del proyecto MDL y de la red.

La reducción de emisiones de GEI atribuible a la Central MDL en el año a (RE_a), se debe a que ésta sustituye a la central térmica media del sistema eléctrico ($\lambda_a < 0.5$) o una central media del sistema eléctrico ($\lambda_a > 0.5$). Reducción que se calcula según la expresión,

$$RE_a = EB_a - EP_a - EE_a$$

donde EB_a , EP_a y EE_a representan las emisiones de la base de referencia, de la actividad del proyecto y de las fugas, siendo

$$EB_a = G_a \cdot FE_{red,a} \quad (10)$$

representando G_a , la energía eléctrica producida por la Central MDL y $FE_{red,a}$ el Factor de Emisión de la red definido según los criterios expuestos anteriormente.

Como ejemplo la tabla 3 incluye las reducciones de emisiones de las actividades de los proyectos mencionados en la tabla 2.

Los dos primeros proyectos son hidroeléctricos por lo que no producen GEI, ni en estos dos casos fugas, por lo cual la reducción de emisiones se iguala a las emisiones en la base de referencia (10). En ambos casos se utiliza un Factor de Emisión de red combinado (9), media aritmética del Factor de Emisión en el margen de operación simple y en el margen de construcción (7).

El objeto del tercer ejemplo es la recuperación y combustión del metano producido en unos vertederos próximos a la ciudad de *Sao Pablo* (Brasil). Se considera que el gas metano generado por el vertedero es la base de referencia del proyecto y por tanto el flujo de CH₄ equivalente, es la reducción de emisiones

CONCLUSIONES

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) promueve las reducciones de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en los países en desarrollo, por tanto sin obligación actual de tales reducciones.

La actividad de un proyecto MDL genera créditos denominados *reducciones certificadas de emisiones* (RCE), que pueden ser utilizados por los países industrializados en los balances anuales de emisiones de GEI, para cumplir con sus compromisos individualizados del Protocolo de Kioto en cantidad y calendario.

La actividad de un proyecto MDL reduce la tasa de emisiones de GEI en países en desarrollo y promueve su desarrollo sostenible.

El cumplimiento de las reducciones de emisiones de GEI prescritas para el primer periodo de compromiso del Protocolo de Kioto (2008-2012), en el contexto del régimen comunitario va a resultar especialmente difícil para los Estados miembro España, Portugal, Irlanda, Grecia y Austria. (MOSO, Gráfico 1, 2005)

En 2002, la desviación en España respecto a las emisiones en 1990, fue del 40%.

Actualmente se discuten las nuevas reducciones correspondientes al segundo periodo de compromiso, 2013-2017, teniendo en cuenta que a un plazo mayor, las emisiones mundiales tendrán que disminuir un 70% respecto a los niveles de 1990 (DIRECTIVA, 2003)

En el centro de las discusiones está la necesidad ineludible de ampliar la contribución de la energía nuclear al suministro de energía primaria (GONZÁLEZ, 2005) y por tanto admitir los créditos generados por nuevos proyectos nucleares (SAIZ DE BUSTAMANTE, 1998) situados tanto en países industrializados (URE) como en desarrollo (RCE). Debe por ello modificarse la Directiva 2004/101/CE, suprimiéndose el párrafo 3,a) del artículo 11 bis, que prohíbe taxativamente la utilización de URE y RCE generados por CCNN en los dos periodos de vigencia del régimen comunitario.

La Directiva 2004/101/CE considera que la energía electronuclear no es

sostenible. Sin embargo la experiencia francesa muestra lo contrario, pues en las recientes declaraciones del Sr. F. Carré, Director de Sistemas Futuros del Comisariado de Energía Atómica (CEA) en el Senado francés, informa que las 220000 toneladas de uranio empobrecido almacenadas en Francia como resultado de la reelaboración del combustible gastado, permiten asegurar el suministro de electricidad en Francia durante los próximos CINCO MIL años, en el supuesto de mantenerse la generación eléctrica actual (430 TWh/año) y la utilización de reactores rápidos en cualquiera de sus variantes (Nucleonics Week, 12 de Enero de 2006).

REFERENCIAS

- *Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo*, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad, Diario Oficial de la Unión Europea, 25.10.2003.
- *Directiva 2004/101/CE del Parlamento Europeo y del Consejo*, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE con respecto a los mecanismos de proyectos del Protocolo

de Kioto, Diario Oficial de la Unión Europea, 13.11.2004.

- IPCC. *Revised 1996 IPCC guidelines for National Green House Gas Inventories*. Reference Manual (Vol.3), 1996. <http://ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs6.htm>
- IPCC Data Distribution Centre. <http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk/>
- GONZÁLEZ, E. *Energía nuclear y desarrollo sostenible*, Nuclear España Nº 252, 2005
- MOSO, A. *El comercio de derechos de emisión de CO₂ y las empresas eléctricas*, Nuclear España Nº 252, 2005
- Naciones Unidas, *Convención marco sobre el cambio climático*, UNFCCC, 1992. <http://unfccc.int/2860.php>
- Naciones Unidas, *Protocolo de Kioto*, 1997. <http://unfccc.int>
- SAIZ DE BUSTAMANTE, A., *The nuclear paradox*, The European Network for Energy Economics Research, bulletin 21, 1998
- SATHAYE, J.; PRICE, L.; MURTIS S.; LEFRANK, M.; ROY, J.; WINKLER, H.; SPALDING-FECHER, R. (2003): *Multiproject Baselines for Evaluations of Electric Power Projects*. Lawrence Berkeley National Laboratory. LBNL- 51917.
- UNESA. *Guía Latinoamericana del Mecanismo de Desarrollo Limpio*. Proyecto Synergy 4.1041/D/02-007, UNESA et al. Madrid, 2005. <http://www.unesa.es>



Amalio SAIZ DE BUSTAMANTE. Catedrático de Tecnología Nuclear. Profesor Emérito de la Universidad Politécnica de Madrid y Director del Proyecto Europeo, Synergy 4.1041/D/02-007 "Metodologías para la implantación de los mecanismos flexibles de Kioto - Mecanismo de Desarrollo Limpio".

Contratista principal: Asociación Española de la Industria Eléctrica (UNESA); Contratistas: Universidad Politécnica de Madrid (E), Fraunhofer Institut für Systems Techniks und Innovation Forshung (D), Instituto Mexicano del Petróleo; Instituto de Investigaciones Eléctricas (MX); Universidad Autónoma de México; Comisión de Integración Energética Regional (CIER) y Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

- UNFCCC, *Decisión 17/CP.7 Anexo: Modalidades y procedimientos de un Mecanismo para un de Desarrollo Limpio, según se define en el artículo 12 del Protocolo de Kioto*, 2001. <http://unfccc.int/Reference/Documents/>
- UNFCCC, *Tool for demonstration and Assesment of additionality*, EB 16 report. Annex I, 2004. <http://unfccc.int/Reference/Documents/>

Divulgación

Sección coordinada por:
Luis Gutiérrez Jodra y José Cobián

Droga que revierte el deterioro originado por la enfermedad de Alzheimer en ratones

Un grupo de investigadores ha identificado un compuesto que podría mejorar significativamente el tratamiento de la enfermedad de Alzheimer. Cuando se le administró a ratones tratados para desarrollar marcas de la enfermedad, se revirtió el proceso de deterioro cognitivo y se redujeron los dos tipos de lesiones cerebrales -placas y nudos neuríticos- que tienen lugar en los pacientes de Alzheimer.

Frank M. LaFerla de la Universidad de California y sus colegas, suministraron dosis diarias de la droga, conocida como AF267B, a ratones con Alzheimer y a ratones normales durante un período de 8 semanas, probando entonces su habilidad para aprender a descubrir una plataforma oculta en un tanque de agua. Se encontró que los ratones con Alzheimer, a los que se había administrado la droga, se comportaban significativamente mejor en esta prueba que los que no la habían ingerido. Los ratones normales no mostraron efectos adversos a causa de la droga. Sin embargo, en una segunda prueba de memoria, en la que los animales tenían que aprender a asociar una cámara oscura con una descarga eléctrica leve, los ratones con Alzheimer que habían ingerido la droga no superaron a los que no la habían ingerido. Un análisis posterior del cerebro de estos animales reveló que la droga reducía las placas y nudos neuríticos en el hipocampo del cerebro, que como se sabe juega un papel clave en el aprendizaje del laberinto de agua, pero no en la amígdala que tiene una gran importancia en la prueba de la cámara oscura.

La AF267B parece funcionar en parte aumentando la actividad de los receptores al neurotransmisor acetilcolina. El compuesto se une a estos receptores llamados M1, y al hacer esto se aumentan los niveles de una encima llamada secretasa alfa. Esta encima bloquea la protección de las proteínas amiloides beta, cuya acumulación en placas es lo que se cree que conduce a la enfermedad de Alzheimer. La amígdala de hecho no produce mucha secretasa alfa, e incluso con la ayuda de la AF267B no podría producir suficiente para bloquear la formación de las proteínas amiloides beta. De aquí el pobre comportamiento de los ratones en la tarea de la cámara oscura. El estudio también sugiere que la AF267B reduce la actividad de una encima conocida como GSK3 beta, que a su vez impide que la proteína tau se agrupe en nudos neuríticos, signo de la enfermedad. El equipo descubrió también que suprimiendo los receptores M1 con una droga llamada diciclomina empeoraba el aprendizaje y fomentaba la destrucción de la memoria en los ratones con Alzheimer y conducía a la aparición de más placas y mas nudos neuríticos. Estos resultados, según los científicos, resaltan la importancia del papel de los receptores M1 para modular estas marcas de la enfermedad.

Todavía no se sabe si la AF267B es tan eficaz en humanos con Alzheimer como lo es en ratones. Según LaFerla, la AF267B no solo parece funcionar en la patología del Alzheimer y reducir sus síntomas, sino que cruza la frontera sangre-cerebro, por lo que no necesita suministrarse directamente al cerebro. Aunque no se puede decir todavía que efectos tendrá en los humanos hasta que se completen pruebas clínicas, los estudios realizados son prometedores.

Scientific American, March 01, 2006