



# Enseñemos acerca de la regulación del carbono en la secundaria

por **Bruce Taterka**

Traducido por Ignacio Barbeito Sanchez

El clima de la Tierra se está calentando, y los gobiernos en todo el mundo están tomando medidas para regular las emisiones de dióxido de carbono. En los Estados Unidos, el presidente Obama ha identificado el cambio climático como “uno de los grandes desafíos de nuestra generación”. Harper, el primer ministro de Canadá, mientras toma una postura cautelosa acerca de la legislación sobre el cambio climático, ha mostrado un gran interés en unirse a la administración Obama para crear una solución global.

Pero, ¿Cómo abordaremos el problema del cambio climático a escala global? Las posibles soluciones van desde la aprobación de leyes hasta conseguir una Tierra más fría mediante la “geoingeniería”, o a almacenar dióxido de carbono en la profundidad de la tierra. En la actualidad, se están considerando fundamentalmente dos mecanismos para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>: un sistema de comercio de derechos de emisión e impuestos sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>. Pero ¿Cómo funcionan estos

sistemas? y ¿Cuáles son sus impactos económicos? y ¿Cómo enseñarlos en las aulas de las escuelas secundarias?

Este artículo presenta una actividad para realizar en clase en la cual los equipos de alumnos representan los roles de empresas de servicios públicos que deben reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en sus plantas energéticas de combustión de carbón bajo distintos tipos de regulación: la legislación tradicional de “control y mando” un programa de impuestos sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> y un sistema de comercio de derechos de emisión. Al tener que, de hecho, “operar” una planta energética bajo estos programas, los alumnos aprenden como funcionan y las ventajas y beneficios de cada sistema.

## Sistemas de regulación de emisiones de CO<sub>2</sub> propuestos

**Impuesto sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>:** Un impuesto sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> es probablemente la forma más sencilla de reducir las emisiones de dióxido de carbono. Se establece un impuesto sobre la combustión de carbón, petróleo y gas natural, en una cantidad proporcional al contenido de carbono del

combustible. El impuesto podría ser aplicado en cualquier punto del ciclo de vida del combustible, desde el momento en que el combustible se extrae de la tierra hasta el momento en que se quema. Los impuestos sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> se promulgaron en algunos países europeos en la década del 90, y la Columbia Británica propuso un impuesto sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> en 2008. Aunque el impuesto sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> es un sistema simple de administración, lleva el estigma de ser otro impuesto y puede difícilmente ser apoyado por algunos políticos sin destruir sus carreras.

**Comercio de derechos de emisión:** Una alternativa a los impuestos sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> es un sistema de comercio de derechos de emisión. La principal ventaja de este sistema es que utiliza un enfoque de mercado, que permite a los contaminadores decidir cual es la manera más eficiente de reducir la contaminación. La desventaja de este sistema es que requiere establecer un mercado de CO<sub>2</sub>, repleto de agentes y un intercambio de CO<sub>2</sub> para facilitar el flujo de información y el intercambio de créditos de CO<sub>2</sub>. Además, el gobierno debe decidir desde el principio a quién pertenecen las emisiones, y por tanto quién debe pagar por el derecho a contaminar: ¿Debería ponerse a los actuales emisores de CO<sub>2</sub> un tope de emisiones al nivel actual sin cargo o deberían pagar? y en caso de que tengan que pagar ¿Quién recibe el dinero?

Independientemente de los detalles del programa, éste empieza con el gobierno al establecer un límite máximo global de emisiones. Las plantas que puedan conseguir un exceso de sus reducciones ganan “créditos” de contaminación que pueden vender a plantas que no son capaces de reducir sus emisiones de manera eficiente. Esto permite conseguir las reducciones con el menor coste posible. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) implementó con éxito un sistema de comercio de derechos de emisión en la década del 90 para reducir las emisiones de dióxido sulfúrico y de lluvia ácida en los Estados Unidos. El programa de Lluvia Ácida de la EPA se cita frecuentemente como una prueba de que dicho sistema es más eficaz y eficiente que otras medidas de control de la contaminación. Hoy en día, este sistema parece ser el mecanismo favorecido para reducir el CO<sub>2</sub> y luchar contra el cambio climático. En 2005, la Unión Europea inició el primer sistema a gran escala de regulación de CO<sub>2</sub> por medio del comercio de derechos de emisión. En Estados Unidos, diez estados del noreste y el Atlántico-medio formaron la Iniciativa Regional de Gases

Invernadero para reducir el CO<sub>2</sub> a través de un sistema de comercio de derechos de emisión y siete estados occidentales y cuatro provincias canadienses han formado la Iniciativa Occidental del Clima para desarrollar un sistema de comercio de derechos de emisión regional de reducción del CO<sub>2</sub>.

**Control y mando:** tanto el sistema de comercio de derechos de emisión como el del impuesto sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> difieren de la regulación tradicional por “control y mando”. En el sistema de “control y mando” el gobierno especifica el mecanismo que todos los contaminantes deben emplear para reducir las emisiones. Por ejemplo, un gobierno puede requerir un tipo específico de depurador para ser instalado en cada planta de energía. El problema con esta aproximación es que el depurador puede no ser rentable en todas las plantas, y los operadores de planta son forzados a ajustarse a un enfoque universal.

## La simulación

Esta simulación está estructurada en base a los sistemas de “control y mando”, de comercio de derechos de emisión y de impuestos sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>. Los equipos de alumnos representan los roles de empresas de servicios públicos que deben reducir sus emisiones de CO<sub>2</sub> en sus plantas energéticas de combustión de carbón. Uno de los equipos representa el rol de agente de CO<sub>2</sub>, para facilitar el intercambio entre las empresas bajo el sistema de comercio de derechos de emisión y para recaudar los impuestos bajo el sistema de impuestos sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>. El profesor representa el papel de la Iniciativa Norteamericana para los Gases de Efecto Invernadero (NAGGI, por sus siglas en inglés), una alianza hipotética creada para regular las emisiones de CO<sub>2</sub> de manera conjunta en el futuro. La simulación tiene lugar en tres rondas: en la primera se simula control y mando, en la segunda se simula impuestos sobre emisiones de CO<sub>2</sub> y en la tercera se simula comercio de derechos de emisión. Previo a la simulación, el profesor puede querer introducir a sus alumnos los conceptos de impuestos sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>, y las regulaciones de comando y control y comercio de derechos de emisión.

Los siguientes links son recursos útiles para esta introducción:

Centro de Impuestos sobre CO<sub>2</sub>:  
<[www.carbontax.org/issues/carbontaxes-vs-cap-and-trade/](http://www.carbontax.org/issues/carbontaxes-vs-cap-and-trade/)>

USEPA Información sobre el sistema de fijación-intercambio:



<<http://www.epa.gov/airmarkt/cap-trade/index.html>>

Video del fondo para la defensa del medioambiente “Cómo funciona el sistema de comercio de derechos de emisión”:  
<[www.youtube.com/watch?v=EKT\\_ac4LPkU](http://www.youtube.com/watch?v=EKT_ac4LPkU)>

**Materiales:** hojas de cálculo de reducciones de emisiones de CO<sub>2</sub>, contratos de compensación de CO<sub>2</sub> y programas de especificaciones técnicas para cada planta de energía (ver páginas 18-20). NOTA: debido a las limitaciones de espacio, aquí se presenta solo una muestra del programa de especificaciones técnicas; los programas de especificaciones técnicas para las seis empresas del juego pueden bajarse de <[www.greenteacher.com](http://www.greenteacher.com)>. Siga el link a los “contenidos” del número 85 de *Green Teacher*.

**Configuración:** la simulación funciona mejor con seis equipos de dos a cinco alumnos que representen los roles de seis empresas de energía. Cada equipo debería disponer de las especificaciones técnicas para su planta y de una hoja de cálculo de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. Un grupo de unos dos alumnos deberían desempeñar el papel de agentes de CO<sub>2</sub>/ recaudadores de impuestos. Para desempeñar este rol es mejor escoger alumnos sociables y energéticos, ya que su misión es facilitar el intercambio entre los equipos durante la simulación del comercio de derechos de emisión. Se debería de proporcionar alrededor de diez copias de los contratos de compensación de CO<sub>2</sub> a los agentes.

El profesor debería explicar a los alumnos que aunque los Estados Unidos y Canadá no tienen

un acuerdo internacional para la regulación de CO<sub>2</sub> en la actualidad, esta simulación asume que han creado conjuntamente la Iniciativa Norteamericana para los Gases de Efecto Invernadero (NAGGI) para combatir el cambio climático. El profesor desempeña el papel de NAGGI en la simulación. El profesor también debería de explicar que con motivo de la simulación se asume una tasa de

intercambio entre dólares canadienses y americanos de uno a uno, pero que en un caso real las empresas de servicio público y los comerciantes deberían considerar tasas de intercambio que cambian con frecuencia. La simulación puede llevarse a cabo durante entre 40 y 60 minutos, dependiendo del curso en el que estén los alumnos y de la cantidad de tiempo que se dedique a la discusión. La ronda 1 (control y mando) y la 2 (impuestos sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>) discurren generalmente en unos 5 o 10 minutos cada una, mientras los alumnos empiezan a comprender los conceptos y sus roles. Se debería dedicar un tiempo de 20 a 30 minutos a la ronda 3 (comercio de derechos de emisión).

### Ronda 1: control y mando

En la Ronda 1, el profesor que desempeña el papel de NAGGI, implementa la regulación de control y mando y ordena a cada empresa reducir las emisiones de su planta mediante la instalación de una chimenea depuradora de alta tecnología (“CDAT”). El profesor debería explicar que conforme a los ingenieros y científicos de NAGGI, el coste esperado de CDAT es de 50 millones de dólares en cada planta y que se espera reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> un 25 por ciento. Hay que tener en mente que la tecnología y los precios presentados en esta simulación son hipotéticos, pero que reflejan el dilema real de que cada planta es diferente y de que un enfoque universal no siempre es eficaz. Cada empresa debe remitirse a sus especificaciones técnicas para determinar los costes de CDAT en su planta y la reducción de la cantidad de CO<sub>2</sub> conseguida. Una vez que esto se haya calculado, los alumnos pueden completar la primera parte de la hoja de cálculo

de reducciones de CO<sub>2</sub>. Los alumnos que desempeñen el rol de agentes de CO<sub>2</sub>/ recaudadores de impuestos deberían hacer la cuenta de los costes y las reducciones de CO<sub>2</sub> en cada una de las plantas y presentar a la clase el total de las reducciones de CO<sub>2</sub> conseguidas y el coste total. Los alumnos observarán que CDAT no siempre es tan eficaz como se predice, y que además los costes son significativamente mayores de lo esperado. A su vez, el sistema de control y mando es fácil de administrar y proporciona seguridad a la industria. Además, el sistema de control y mando puede ser una manera altamente eficiente de regular la contaminación de fuentes de emisión similares, como la eliminación de sulfuro de los combustibles diésel. Sin embargo, para plantas de quemado de carbón, que no tienen una edad o diseño uniforme, el sistema de control y mando no sería probablemente una medida eficaz de regulación. El profesor debería aprovechar esta ocasión para discutir las ventajas e inconvenientes de la regulación de control y mando.

### **Ronda 2: impuestos sobre el CO<sub>2</sub>**

*Al comienzo de la Ronda 2 la clase debería asumir de nuevo que cada planta emite 10 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año. No se debe empezar con los valores conseguidos después de la Ronda 1.* En la Ronda 2 el profesor desempeña otra vez el papel de NAGGI, e implementa un impuesto de 20 dólares por tonelada de dióxido de carbono. Al comienzo de la ronda el profesor anuncia que cada empresa deberá pagar al gobierno 20 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub> emitida en su planta. Llegados a este punto, el profesor debería dar a cada empresa la oportunidad de decidir sobre la estrategia más efectiva- si simplemente pagar los impuestos sobre sus emisiones actuales de 10 millones de toneladas al año o si implementar mejoras en su planta para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Cada equipo debería remitirse a sus especificaciones técnicas para determinar el coste de las mejoras y las reducciones de CO<sub>2</sub> conseguidas, y completar la segunda parte de la hoja de cálculo de reducciones de CO<sub>2</sub>. Después de que cada planta haya completado la segunda parte de la hoja de cálculo de reducciones de CO<sub>2</sub>, los alumnos que desempeñen el papel de recaudadores de impuestos deberían de hacer las cuentas del coste de las mejoras, de las reducciones de CO<sub>2</sub> conseguidas y de los impuestos pagados en cada planta, e informar de los totales a la clase.

### **Ronda 3: comercio de derechos de emisión**

Al comienzo de la Ronda 3 la clase debería

empezar de nuevo, asumiendo que cada planta emite 10 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año. No se debe empezar con los valores conseguidos después de la Ronda 1. En la Ronda 3, NAGGI anuncia que un sistema de comercio de derechos de emisión va a ser utilizado en EE UU y Canadá para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. El profesor debería explicar que dicho sistema funciona de la siguiente manera:

- Cada empresa debe conseguir una reducción del 25 por ciento de sus emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Cada empresa debe remitirse a sus especificaciones técnicas para determinar las distintas estrategias de reducción de emisiones disponibles para su planta.
- Cada empresa puede desarrollar su propia estrategia para conseguir la reducción del 25 por ciento.

Más importante todavía, es que en la Ronda 2, bajo el sistema de comercio de derecho de emisión, las empresas pueden ganar créditos o comprar compensaciones de carbono en el mercado de intercambio de carbono:

- Si una planta consigue una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> por encima del 25 por ciento, gana créditos por el exceso de la cantidad de reducciones obtenidas.
- Las empresas pueden vender los créditos que ganan a otras empresas. Las empresas que compran créditos pueden utilizarlos para compensar las emisiones de su planta y alcanzar el objetivo del 25 por ciento.
- Toda la compra y venta de créditos debe hacerse a través de los agentes de CO<sub>2</sub> y deben documentarse mediante un contrato de compensación de CO<sub>2</sub>. El precio pagado por los créditos es determinado únicamente por las empresas y los agentes de CO<sub>2</sub>.

**Ejemplo:** La planta X emite 10 millones de toneladas al año (mta). Para conseguir una reducción del 25 por ciento, la planta X debe reducir sus emisiones a 7,5 mta. Si la planta X reduce sus emisiones a 6,5 mta, gana un crédito de 1 mta. La empresa puede entonces vender ese crédito en el mercado de intercambio de carbono, y el comprador puede compensar 1 mta de sus emisiones.

Durante la Ronda 2, cada empresa debe completar la tercera parte de la hoja de cálculo de reducciones de CO<sub>2</sub>, enumerando las reducciones de CO<sub>2</sub> gracias a la tecnología, la compra y venta de créditos y el balance final. Los alumnos que desempeñan el rol de agentes de carbono deberían de hacer las cuentas de los

costes y las reducciones de CO<sub>2</sub> en cada planta e informar de las reducciones de CO<sub>2</sub> conseguidas y de los costes totales a la clase.

## Variaciones de la simulación de comercio de derechos de emisión

Para introducir conceptos más avanzados y hacer la simulación más realista, el profesor (desempeñando el papel del gobierno) puede permitir que se cree y compre compensación de emisiones de CO<sub>2</sub> para reforestación, ahorro de energía o para tecnología de energías renovables. Por ejemplo, puede permitir que una empresa compense un millón de toneladas al año pagando 50 millones de dólares a los agentes de carbono o para un proyecto de reforestación, mediante la financiación de una granja eólica o mediante la compra de lámparas fluorescentes de bajo consumo. Este enfoque podría servir como un trampolín a las materias relacionadas de la energía alternativa y la conservación. Mientras que las energías alternativas son todavía comparativamente caras con respecto a la electricidad producida con carbón, el profesor podría presentar material adicional para ilustrar como el ahorro de energía es de lejos la manera más eficiente de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Otras variantes podrían incluir el proporcionar a cada equipo un presupuesto que limite la cantidad que pueden gastarse en la Ronda 2. El profesor podría inculcar el concepto de una competencia entre los equipos ofreciendo recompensas a los equipos que consigan las mayores eficiencias en términos de reducción de CO<sub>2</sub> por dólar. La competencia entre clases también podría fomentarse al ofrecer recompensas a la clase que consiguiese la mayor eficiencia en total en términos de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> por dólar.

## Cierre

Los alumnos deberían comparar el coste y la efectividad de un impuesto sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>, de una regulación de comercio de derechos de emisión y de una regulación de control y mando. ¿Cuál provocaría mayores emisiones de CO<sub>2</sub>? ¿Cuál costaría menos? ¿Cuál proporcionaría la manera más eficiente de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> por dólar? ¿Por qué? Las actividades de cierre podrían discurrir en forma de discusión, ser una reacción escrita al ejercicio en clase, o una reflexión escrita más formal estimular la discusión en clase y para enfatizar la importancia real de esta simulación. Serían útiles para estimular la discusión en clase y para enfatizar la importancia real de esta

simulación reportajes de interés actuales acerca de los esfuerzos de los EE. UU. y Canadá en la implementación de una regulación de CO<sub>2</sub>. Dichos reportajes de interés son también útiles para enfatizar los compromisos políticos que serán inevitables para cualquier solución continental o global al cambio climático. Algunas preguntas claves para que los alumnos reflexionen son las siguientes:

**Consideraciones prácticas:** ¿Qué método es más fácil de implementar? ¿Qué método es más eficaz? Los alumnos deberían observar que el impuesto sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> es simple, mientras que el sistema de comercio de emisión es complejo. Entonces, ¿Por qué tantos lo prefieren? Los alumnos deberían entender las ventajas del enfoque de “mercado libre” que ofrece dicho sistema.

**Medioambiental:** ¿Cuáles son las ventajas medioambientales de cada sistema? ¿Y las desventajas? Los alumnos deberían observar que el sistema de control y mando, aunque muy útil para ciertas formas de contaminación, no es una medida eficaz para regular fuentes de emisión diversas como las plantas de energía de combustión del carbón. Desde una perspectiva medioambiental, tanto con el impuesto sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> como con el sistema de comercio de derechos de emisión, el gobierno puede decidir cuánto reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> por como fija la tasa de impuesto inicial (en el sistema de impuesto sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>) o el límite máximo (el sistema de comercio de derechos de emisión). Una vez que se fija el objetivo, el sistema de impuesto sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> ofrece la ventaja de la sencillez, mientras que el sistema de comercio de derechos de emisión ofrece la ventaja de la eficacia- ya que utiliza el mercado para encontrar la forma más barata de reducir las emisiones.

**Económica:** ¿Cuáles son las ventajas económicas de cada sistema? ¿Y las desventajas? Los alumnos deberían observar que el sistema de control y mando no es flexible, y por tanto no podría ser una forma eficiente de regular las plantas de energía de quemado de carbón de diferentes edades, tamaños y con diferentes equipamientos, razón por la cual no se está considerando como una opción para la regulación de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, entre un sistema de comercio de derechos de emisión y el impuesto sobre el CO<sub>2</sub> varios pros y contras se hacen obvios. En primer lugar, el impuesto sobre el CO<sub>2</sub> es sencillo de administrar, mientras que el otro sistema es complejo. Ambos sistemas

proporcionan a los operadores flexibilidad para elegir el método de cumplimiento. Con el impuesto sobre el CO<sub>2</sub> el contaminador puede decidir si simplemente paga el impuesto o si reduce sus impuestos reduciendo sus emisiones de CO<sub>2</sub>. En un sistema de comercio, el agente contaminador puede cumplir con lo establecido a través de la reducción de emisiones u obteniendo créditos. Además, el sistema de comercio de derechos de emisión permite cumplir con lo establecido al crear energía limpia (sin CO<sub>2</sub>) como energía eólica, solar o nuclear, o incluso con la creación de proyectos de emisiones negativas de carbono tales como la forestación.

**Política:** ¿Cuáles son las ventajas políticas de cada sistema? ¿Y cuáles las desventajas? Estas preguntas podrían abordarse desde varios puntos de vista. Los agentes contaminadores son generalmente hostiles a una regulación de control y mando por su coste y su inflexibilidad. Algunos agentes contaminadores pueden estar a favor del sistema de comercio, sobre todo aquellos que estén listos para obtener beneficios con la venta de créditos. La comunidad medioambiental también puede apoyar el sistema de comercio de derechos de emisión, sobre todo si tienen la oportunidad de participar e incrementar el coste de contaminar o de demandar energía limpia. Un impuesto sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> puede ser apoyado por la industria por su sencillez y seguridad. Sin embargo, el impuesto sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> lleva el estigma de ser etiquetado como un “impuesto” y por ello implementarlo puede ser un suicidio político para algunos gobernantes.

---

**Bruce Taterka** enseña Sistemas Ambientales y Ciencias Ambientales en el Instituto Mendham, en Mendham, Nueva Jersey. Vive en la Reserva Natural de Schiff en Mendham.

**Ignacio Barbeito Sanchez** es Doctor Ingeniero de Montes por la Universidad Politécnica de

Madrid (España). Actualmente trabaja en el Instituto de Investigación Federal Suizo (WSL-SLF), y su investigación se centra en el estudio y la dinámica de los bosques alpinos y de su función protectora frente a las avalanchas.

## Recursos:

USEPA información de sistema de comercio de derechos de emisión: <[www.epa.gov/captrade/](http://www.epa.gov/captrade/)>  
Agencia Medioambiental Canadiense, Asuntos aéreos transfronterizos:

<[www.ec.gc.ca/cleanairairpur/caol/canus/report/2006canus/c2\\_e.cfm#s1\\_1](http://www.ec.gc.ca/cleanairairpur/caol/canus/report/2006canus/c2_e.cfm#s1_1)>

Agencia Medioambiental Canadiense — actuando contra el cambio climático: <[www.ec.gc.ca/cc/default.asp?lang=En&n=18BA6889-1](http://www.ec.gc.ca/cc/default.asp?lang=En&n=18BA6889-1)>

Centro de Impuestos de CO<sub>2</sub>:

<[www.carbontax.org/issues/carbon-taxes-vs-cap-andtrade/](http://www.carbontax.org/issues/carbon-taxes-vs-cap-andtrade/)>

USEPA Regla del aire limpio de mercurio:

<[www.epa.gov/camr/basic.htm](http://www.epa.gov/camr/basic.htm)>

USEPA Programa de Lluvia Ácida:

<[www.epa.gov/acidrain/](http://www.epa.gov/acidrain/)>

Iniciativa regional del Noreste para los gases de efecto invernadero: <[www.rggi.org](http://www.rggi.org)>

Iniciativa del Clima del Oeste:

<[www.westernclimateinitiative.org/](http://www.westernclimateinitiative.org/)>

Sistema de fijación-intercambio de la Unión Europea: <<http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/>>

Video de Defensa medioambiental:

<[www.youtube.com/watch?v=EKT\\_ac4LPkU](http://www.youtube.com/watch?v=EKT_ac4LPkU)>

Plan de Energía Obama:

<[www.barackobama.com/pdf/factsheet\\_energy\\_speech\\_080308.pdf](http://www.barackobama.com/pdf/factsheet_energy_speech_080308.pdf)>

Seguimiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> para la acción (CARMA) es una base de datos enorme que contiene información sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> de más de 50.000 plantas de energía y 4.000 compañías energéticas de todo el mundo: <[www.carma.org](http://www.carma.org)>

La administración de información de Energía de los EE. UU. mantiene una base de datos de todas unidades generadoras de electricidad comercial en EE. UU.: <[www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/page/capacity/existingunits2006.xls](http://www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/page/capacity/existingunits2006.xls)>

# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: Empresa Gigante de Energía

Tu planta:

**Nombre de la empresa:** Empresa Gigante de Energía

**Planta de Energía:** Toledo, Ohio

**Especificaciones técnicas:**

**Capacidad:** 760 MW

**Combustible:** Carbón

**Año de construcción:** 1957

**Emisiones de CO<sub>2</sub>:** 10.0 millones de toneladas al año ("10.0 mta")

## Estrategias de reducción de emisiones disponibles en tu planta:

Tecnología	Reducción (mta)	Coste (millones USD)	Observaciones
Chimenea depuradora de alta tecnología (CDAT)	2.5	60 USD	CDAT cuesta 60 millones de dólares en vez de 50 millones porque el proyecto requeriría 10 millones adicionales en tasas de licencia para el estado de Nueva Jersey. <b>No se pueden hacer CDAT y CDBT al mismo tiempo. Sólo se puede instalar un tipo de chimenea.</b>
Chimenea depuradora de baja tecnología (CDBT)	2.0	32 USD	
Modernizar las calderas	1.0	16 USD	
Modernizar los generadores	1.0	16 USD	
Cambiar a gas natural/mezcla de aceites	0.5	8 USD	
Comprar o vender créditos		?	

**MW=Megavatio mta=millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año.**

### Escenario 1: Regulación de control y mando

1. NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón de EE. UU. y Canadá instalen chimeneas depuradoras de alta tecnología (CDAT).
2. Se espera que la instalación de CDAT cueste aproximadamente 50 USD (en la mayoría de las plantas).
3. Se espera que CDAT reduzca las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> alrededor del 25% (en la mayoría de las plantas).

### Escenario 2: Regulación de sistema de comercio de derechos de emisión

NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón en EE. UU. y Canadá consigan una reducción del 25% de sus emisiones de CO<sub>2</sub>, partiendo del nivel actual de 10 mta.

Cada planta puede desarrollar su propia estrategia para alcanzar la reducción del 25%. El fracaso en conseguir esta reducción del 25% acarrea multas enormes y un posible cierre de la planta.

### Créditos y compensaciones

Si una planta consigue reducciones de CO<sub>2</sub> por encima del 25%, gana créditos por el exceso de reducciones. Las empresas pueden comprar y vender créditos al mercado de intercambio de carbono. Los compradores pueden utilizar los créditos para compensar sus emisiones de CO<sub>2</sub> anuales y alcanzar el objetivo del 25%.

**Ejemplo:** La planta X emite 10 mta. Para conseguir una reducción de emisiones del 25%, la planta X debe bajar sus emisiones 7.5 mta. Si la planta X reduce sus emisiones a 6.5 mta, gana un crédito por 1 mta. La empresa puede entonces vender ese crédito en el mercado de intercambio de carbono, y el comprador podrá restar 1 mta de sus emisiones anuales.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: Empresa de Carbón de América

**Tu planta:**

**Nombre de la empresa:** Empresa de Carbón de América (“Coalcoa”)

**Planta de Energía:** Newark, Nueva Jersey

**Especificaciones técnicas:**

**Capacidad:** 800MW

**Combustible:** Carbón

**Año de construcción:** 1961

**Emisiones de CO<sub>2</sub>:** 10.0 millones de toneladas al año (“10.0 mta”)

### Estrategias de reducción de emisiones disponibles en tu planta:

Tecnología	Reducción (mta)	Coste (millones USD)	Observaciones
Chimenea depuradora de alta tecnología (CDAT)	2.5	65 USD	CDAT cuesta 65 millones de dólares en vez de 50 millones porque el proyecto requeriría 15 millones de dólares adicionales en tasas de licencia para el estado de Nueva Jersey. <b>No se pueden hacer CDAT y CDBT al mismo tiempo. Sólo se puede instalar un tipo de chimenea.</b>
Chimenea depuradora de baja tecnología (CDBT)	2.0	48 USD	
Modernizar las calderas	0.5	12 USD	
Modernizar los generadores	1.0	24 USD	
Cambiar a gas natural	1.0	24 USD	
Comprar o vender créditos		?	

**MW=Megavatio mta=millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año.**

#### Escenario 1: Regulación de control y mando

1. NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón de EE.UU. y Canadá instalen chimeneas depuradoras de alta tecnología (CDAT).
2. Se espera que la instalación de CDAT cueste aproximadamente 50 millones de dólares (en la mayoría de las plantas).
3. Se espera que CDAT reduzca las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> alrededor del 25% (en la mayoría de las plantas).

#### Escenario 2: Regulación de comercio de derechos de emisión

NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón en EE. UU. y Canadá consigan una reducción del 25% de sus emisiones de CO<sub>2</sub>, partiendo del nivel actual de 10 mta.

Cada planta puede desarrollar su propia estrategia para alcanzar la reducción del 25%. El fracaso en conseguir esta reducción del 25% acarrea multas cuantiosas y un posible cierre de la planta.

#### Créditos y compensaciones



Si una planta consigue reducciones de CO<sub>2</sub> por encima del 25%, gana créditos por el exceso de reducciones. Las empresas pueden comprar y vender créditos al mercado de intercambio de carbono. Los compradores pueden utilizar los créditos para compensar sus emisiones de CO<sub>2</sub> anuales y alcanzar el objetivo del 25%.

**Ejemplo:** La planta X emite 10 mta. Para conseguir una reducción de emisiones del 25%, la planta X debe bajar sus emisiones 7.5 mta. Si la planta X reduce sus emisiones a 6.5 mta, gana un crédito por 1 mta. La empresa puede entonces vender ese crédito en el mercado de intercambio de carbono, y el comprador podrá restar 1 mta de sus emisiones anuales.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: Empresa de Energía Eléctrica de Ontario

**Tu planta:**

**Nombre de la empresa:** Empresa de Energía Eléctrica de Ontario

**Planta de Energía:** Toronto, Ontario

**Especificaciones técnicas:**

**Capacidad:** 700MW

**Combustible:** Carbón

**Año de construcción:** 1960

**Emisiones de CO<sub>2</sub>:** 10.0 millones de toneladas al año ("10.0 mta")

### Estrategias de reducción de emisiones disponibles en tu planta:

Tecnología	Reducción (mta)	Coste (millones USD)	Observaciones
Chimenea depuradora de alta tecnología (CDAT)	2.5	80 USD	CDAT cuesta 80 millones dólares en vez de 50 millones porque el proyecto requeriría 30 millones adicionales para la modificación de las chimeneas. <b>No se pueden hacer CDAT y CDBT al mismo tiempo. Sólo se puede instalar un tipo de chimenea.</b>
Chimenea depuradora de baja tecnología (CDBT)	2.0	64 USD	
Modernizar las calderas	1.0	32 USD	
Modernizar los generadores	0.5	16 USD	
Cambiar a gas natural/mezcla de aceites	1.0	32 USD	
Comprar o vender créditos		?	

**MW=Megavatio mta=millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año.**

#### Escenario 1: Regulación de control y mando

- NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón de EE. UU. y Canadá instalen chimeneas depuradoras de alta tecnología (CDAT).
- Se espera que la instalación de CDAT cueste aproximadamente 50 millones de dólares (en la mayoría de las plantas).
- Se espera que CDAT reduzca las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> alrededor del 25% (en la mayoría de las plantas).

#### Escenario 2: Regulación de comercio de derechos de emisión

NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón en EE. UU. y Canadá consigan una reducción del 25% de sus emisiones de CO<sub>2</sub>, partiendo del nivel actual de 10 mta.

Cada planta puede desarrollar su propia estrategia para alcanzar la reducción del 25%. El fracaso en conseguir esta reducción del 25% acarrea multas enormes y un posible cierre de la planta.

### Créditos y compensaciones

Si una planta consigue reducciones de CO<sub>2</sub> por encima del 25%, gana créditos por el exceso de reducciones. Las empresas pueden comprar y vender créditos al mercado de intercambio de carbono. Los compradores pueden utilizar los créditos para compensar sus emisiones de CO<sub>2</sub> anuales y alcanzar el objetivo del 25%.

**Ejemplo:** La planta X emite 10 mta. Para conseguir una reducción de emisiones del 25%, la planta X debe bajar sus emisiones 7.5 mta. Si la planta X reduce sus emisiones a 6.5 mta, gana un crédito por 1 mta. La empresa puede entonces vender ese crédito en el mercado de intercambio de carbono, y el comprador podrá restar 1 mta de sus emisiones anuales.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: Recursos energéticos fósiles

Tu planta:

**Nombre de la empresa:** Recursos energéticos fósiles, Inc.

**Planta de Energía:** Albany, Nueva York

**Especificaciones técnicas:**

**Capacidad:** 880MW

**Combustible:** Carbón

**Año de construcción:** 1977

**Emisiones de CO<sub>2</sub>:** 10.0 millones de toneladas al año ("10.0 mta")

### Estrategias de reducción de emisiones disponibles en tu planta:

Tecnología	Reducción (mta)	Coste (millones USD)	Observaciones
Chimenea depuradora de alta tecnología (CDAT)	1.0	60 USD	CDAT cuesta 60 millones de dólares en vez de 50 millones porque el proyecto requeriría 10 millones adicionales para protección contra los vientos. CDAT solo logra una reducción del 10% porque la planta ya cuenta con turbinas de triple ciclo. <b>No se pueden hacer CDAT y CDBT al mismo tiempo. Sólo se puede instalar un tipo de chimenea.</b>
Chimenea depuradora de baja tecnología (CDBT)	1.0	24 USD	
Modernizar las calderas	1.0	40 USD	
Modernizar los generadores	0.5	30 USD	
Cambiar a gas natural/mezcla de aceites	0.5	30 USD	
Comprar o vender créditos		?	

**MW=Megavatio mta=millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año.**

### Escenario 1: Regulación de control y mando

7. NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón de EE. UU. y Canadá instalen chimeneas depuradoras de alta tecnología (CDAT).
8. Se espera que la instalación de CDAT cueste aproximadamente 50 millones de dólares (en la mayoría de las plantas).
9. Se espera que CDAT reduzca las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> alrededor del 25% (en la mayoría de las plantas).

## Escenario 2: Regulación de comercio de derechos de emisión

NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón en EE. UU. y Canadá consigan una reducción del 25% de sus emisiones de CO<sub>2</sub>, partiendo del nivel actual de 10 mta.

Cada planta puede desarrollar su propia estrategia para alcanzar una reducción del 25%. El fracaso en conseguir esta reducción del 25% acarrea multas enormes y un posible cierre de la planta.

### Créditos y compensaciones

Si una planta consigue reducciones de CO<sub>2</sub> por encima del 25%, gana créditos por el exceso de reducciones. Las empresas pueden comprar y vender créditos al mercado de intercambio de carbono. Los compradores pueden utilizar los créditos para compensar sus emisiones de CO<sub>2</sub> anuales y alcanzar el objetivo del 25%.

**Ejemplo:** La planta X emite 10 mta. Para conseguir una reducción de emisiones del 25%, la planta X debe bajar sus emisiones 7.5 mta. Si la planta X reduce sus emisiones a 6.5 mta, gana un crédito por 1 mta. La empresa puede entonces vender ese crédito en el mercado de intercambio de carbono, y el comprador podrá restar 1 mta de sus emisiones anuales.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: Quebec luz de carbón y energía

**Tu planta:**

**Nombre de la empresa:** Quebec luz de carbón y energía

**Planta de Energía:** Sainte Anne de Bellevue, Quebec

**Especificaciones técnicas:**

**Capacidad:** 900MW

**Combustible:** Carbón

**Año de construcción:** 1990

**Emisiones de CO<sub>2</sub>:** 10.0 millones de toneladas al año ("10.0 mta")

### Estrategias de reducción de emisiones disponibles en tu planta:

Tecnología	Reducción (mta)	Coste (millones USD)	Observaciones
Chimenea depuradora de alta tecnología (CDAT)	1.5	50 USD	CDAT consigue sólo una reducción del 15% porque la planta ya cuenta con CDBT como requiere la ley de Quebec.
Modernizar las calderas	1.0	50 USD	
Modernizar los generadores	0.5	50 USD	
Cambiar a gas natural/mezcla de aceites	0.5	75 USD	
Comprar o vender créditos		?	

**MW=Megavatio mta=millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año.**

### Escenario 1: Regulación de control y mando

10. NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón de EE. UU. y Canadá instalen chimeneas depuradoras de alta tecnología (CDAT).
11. Se espera que la instalación de CDAT cueste aproximadamente 50 millones de dólares (en la mayoría de las plantas).
12. Se espera que CDAT reduzca las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> alrededor del 25% (en la mayoría de las plantas).

## Escenario 2: Regulación de sistema de comercio de derechos de emisión

NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón en EE. UU. y Canadá consigan una reducción del 25% de sus emisiones de CO<sub>2</sub>, partiendo del nivel actual de 10 mta.

Cada planta puede desarrollar su propia estrategia para alcanzar la reducción del 25%. El fracaso en conseguir esta reducción del 25% acarrea multas enormes y un posible cierre de la planta.

### Créditos y compensaciones:

Si una planta consigue reducciones de CO<sub>2</sub> por encima del 25%, gana créditos por el exceso de reducciones. Las empresas pueden comprar y vender créditos al mercado de intercambio de carbono. Los compradores pueden utilizar los créditos para compensar sus emisiones de CO<sub>2</sub> anuales y alcanzar el objetivo del 25%.

**Ejemplo:** La planta X emite 10 mta. Para conseguir una reducción de emisiones del 25%, la planta X debe bajar sus emisiones 7.5 mta. Si la planta X reduce sus emisiones a 6.5 mta, gana un crédito por 1 mta. La empresa puede entonces vender ese crédito en el mercado de intercambio de carbono, y el comprador podrá restar 1 mta de sus emisiones anuales.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: Grupo de Generación de Electricidad Industrial

**Tu planta:**

**Nombre de la empresa:** Grupo de Generación de Electricidad Industrial

**Planta de Energía:** Morgantown, West Virginia

**Especificaciones técnicas:**

**Capacidad:** 1000 MW

**Combustible:** Carbón

**Año de construcción:** 1981

**Emisiones de CO<sub>2</sub>:** 10.0 millones de toneladas al año ("10.0 mta")

### Estrategias de reducción de emisiones disponibles en tu planta:

Tecnología	Reducción (mta)	Coste (millones USD)	Observaciones
Chimenea depuradora de alta tecnología (CDAT)	2.0	100 USD	La planta tiene dos chimeneas; una CDAT es requerida para cada una. CDAT sólo consigue una reducción del 20% porque la planta ya cuenta con CDBT como es requerido para todas las plantas construidas después de 1980 en WV.
Modernizar las calderas	0.5	60 USD	
Modernizar los generadores	0.5	50 USD	
Cambiar a gas natural/mezcla de aceites	0.5	60 USD	
Comprar o vender créditos		?	

**MW=Megavatio mta=millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año.**

### Escenario 1: Regulación de control y mando

1. NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón de EE. UU. y Canadá instalen chimeneas depuradoras de alta tecnología (CDAT).
2. Se espera que la instalación de CDAT cueste aproximadamente 50 millones de USD (en la mayoría de las plantas).

- Se espera que CDAT reduzca las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> alrededor del 25% (en la mayoría de las plantas).

### Escenario 2: Regulación de comercio de derechos de emisión

NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón en EE. UU. y Canadá consigan una reducción del 25% de sus emisiones de CO<sub>2</sub>, partiendo del nivel actual de 10 mta.

Cada planta puede desarrollar su propia estrategia para alcanzar la reducción del 25%. El fracaso en conseguir esta reducción del 25% acarrea multas enormes y un posible cierre de la planta.

#### Créditos y compensaciones:

Si una planta consigue reducciones de CO<sub>2</sub> por encima del 25%, gana créditos por el exceso de reducciones. Las empresas pueden comprar y vender créditos al mercado de intercambio de carbono. Los compradores pueden utilizar los créditos para compensar sus emisiones de CO<sub>2</sub> anuales y alcanzar el objetivo del 25%.

**Ejemplo:** La planta X emite 10 mta. Para conseguir una reducción de emisiones del 25%, la planta X debe bajar sus emisiones 7.5 mta. Si la planta X reduce sus emisiones a 6.5 mta, gana un crédito por 1 mta. La empresa puede entonces vender ese crédito en el mercado de intercambio de carbono, y el comprador podrá restar 1 mta de sus emisiones anuales.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: Empresa Gigante de Energía

Tu planta:

**Nombre de la empresa:** Empresa Gigante de Energía

**Planta de Energía:** Toledo, Ohio

**Especificaciones técnicas:**

**Capacidad:** 760 MW

**Combustible:** Carbón

**Año de construcción:** 1957

**Emisiones de CO<sub>2</sub>:** 10.0 millones de toneladas al año ("10.0 mta")

### Estrategias de reducción de emisiones disponibles en tu planta:

Tecnología	Reducción (mta)	Coste (millones USD)	Observaciones
Chimenea depuradora de alta tecnología (CDAT)	2.5	60 USD	CDAT cuesta 60 millones de dólares en vez de 50 millones porque el proyecto requeriría 10 millones adicionales en modificaciones a la planta. <b>No se pueden hacer CDAT y CDBT al mismo tiempo. Sólo se puede instalar un tipo de chimenea.</b>
Chimenea depuradora de baja tecnología (CDBT)	2.0	32 USD	
Modernizar las calderas	1.0	16 USD	
Modernizar los generadores	1.0	16 USD	
Cambiar a gas natural/mezcla de aceites	0.5	8 USD	
Comprar o vender créditos		?	

MW=Megavatio mta=millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año.

**Escenario 1: Regulación de control y mando**

4. NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón de EE. UU. y Canadá instalen chimeneas depuradoras de alta tecnología (CDAT).
5. Se espera que la instalación de CDAT cueste aproximadamente 50 millones de USD (en la mayoría de las plantas).
6. Se espera que CDAT reduzca las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> alrededor del 25% (en la mayoría de las plantas).

**Escenario 2: Regulación de sistema de comercio de derechos de emisión**

NAGGI requiere que todas las plantas de energía de quemado de carbón en EE. UU. y Canadá consigan una reducción del 25% de sus emisiones de CO<sub>2</sub>, partiendo del nivel actual de 10 mta.

Cada planta puede desarrollar su propia estrategia para alcanzar la reducción del 25%. El fracaso en conseguir esta reducción del 25% acarrea multas enormes y un posible cierre de la planta.

**Créditos y compensaciones:**

Si una planta consigue reducciones de CO<sub>2</sub> por encima del 25%, gana créditos por el exceso de reducciones. Las empresas pueden comprar y vender créditos al mercado de intercambio de carbono. Los compradores pueden utilizar los créditos para compensar sus emisiones de CO<sub>2</sub> anuales y alcanzar el objetivo del 25%.

**Ejemplo:** La planta X emite 10 mta. Para conseguir una reducción de emisiones del 25%, la planta X debe bajar sus emisiones 7.5 mta. Si la planta X reduce sus emisiones a 6.5 mta, gana un crédito por 1 mta. La empresa puede entonces vender ese crédito en el mercado de intercambio de carbono, y el comprador podrá restar 1 mta de sus emisiones anuales.

# HOJA DE CÁLCULO DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

Propietario: Planta \_\_\_\_\_

Índice de emisiones iniciales \_\_\_\_\_ millones de toneladas al año (mta)

## Escenario 1: Regulación de control y mando

Reducción de emisiones \_\_\_\_\_ mta

Coste: \_\_\_\_\_

## Escenario 2: Impuesto sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>

Reducción de emisiones \_\_\_\_\_ mta

Coste de las actualizaciones: USD \_\_\_\_\_ Tasas de carbono pagadas: USD \_\_\_\_\_

## Escenario 3: Regulación de sistema de comercio de derechos de emisión

A. Reducciones tecnológicas en su planta:

Tecnología	Reducción de emisiones	Coste (millones de USD)
Totales:		

B. Compras y ventas de compensaciones de emisiones:

Nombre del comprador/vendedor	Compensaciones vendidas (mta)	Compensaciones compradas (mta)	Coste (millones de USD)
Totales:			

C: Cuenta final: (Emisiones iniciales)- (Reducciones tecnológicas)- (Compensaciones compradas) + Compensaciones vendidas = EMISIONES FINALES  
(Coste Reducciones tecnológicas)+ (Coste Compensaciones compradas)- (Ganancia por venta de créditos) = COSTE TOTAL

## CONTRATO DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

En virtud del presente contrato de emisiones de CO<sub>2</sub> que involucra

a \_\_\_\_\_ (“COMPRADOR”)

y a \_\_\_\_\_ (“VENDEDOR”)

El VENDEDOR promete por la presente que a través de ciertas mejoras tecnológicas a su planta de energía en \_\_\_\_\_, ha ganado o ganará una cantidad suficiente de créditos de reducción de emisiones para cumplir sus obligaciones bajo este contrato.

El COMPRADOR accede por la presente a vender, y el VENDEDOR accede a vender créditos de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> por la cantidad de \_\_\_\_\_ millones de toneladas al año.

El VENDEDOR deberá entregar dichos créditos de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> al COMPRADOR de acuerdo con las regulaciones de la Iniciativa Norteamericana de Gases de Efecto Invernadero dentro de los 5 días posteriores a la ejecución de este contrato.

Tras la entrega de dichos créditos de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, el comprador por la presente deberá abonar al vendedor  
USD \_\_\_\_\_ a través de una transferencia electrónica o cheque certificado

Firmado en este día \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_\_

VENDEDOR

COMPRADOR

Nombre: \_\_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_

Título: \_\_\_\_\_ Título: \_\_\_\_\_