

Boletín del Grupo Español del Carbón

Número 3

Marzo de 2006

ÍNDICE

Presentación	1-2
Carbón y Confinamiento de CO ₂	2 5
CO ₂ NET: Red Europea del Dióxido de Carbono	5 10
In memoriam	11
Reseña de tesis doctorales	12
IV Certamen universitario "Arquímedes"	13
III Premio nacional de medio ambiente carrefour	13 14

Carbón y Confinamiento de CO₂

El problema de la energía primaria

Seguimos necesitando carbón, gas y petróleo para la generación masiva de energía útil. La razón es que no hay alternativa.

Junta Directiva del GEC

Presidente:

Rosa Menéndez López

Vicepresidente:

Diego Cazorla Amorós

Secretario:

José Rodríguez Mirasol

Tesorero:

Rafael Moliner Alvarez

Vocales:

Ignacio Martín Gullón

J. Angel Menéndez Díaz

Francisco Carrasco Marín

M^a Victoria López Ramón

Francisco García Labiano

M^a Jesús Lázaro Elorri

Edición

Ignacio Martín Gullón

J. Angel Menéndez Díaz

Presentación

La VIII Reunión del Grupo Español del Carbón celebrada en Baeza, congregó en el Palacio de Jabalquinto a un total de 140 participantes en un marco incomparable. La posibilidad de alojamiento en la Residencia anexa al Palacio y la proximidad de los hoteles facilitó de forma extraordinaria el desarrollo de la reunión. Con una organización impecable, las sesiones se sucedieron de una forma fluida y ordenada, siendo el aspecto más destacable la extraordinaria participación y buen hacer de los becarios del Grupo que demostraron no sólo su valía científica con la calidad de las presentaciones, sino también sus dotes de comunicación y capacidad de organización, ajustándose estrictamente a los tiempos establecidos. Como muy bien indica el Presidente del Comité Organizador, el Profesor Carlos Moreno Castilla, en el prefacio del libro de resúmenes de la reunión, "el elevado porcentaje de jóvenes becarios hace pensar que el futuro de la investigación en materiales de carbón en España será importante". Se presentaron un total de 114 comunicaciones, de las cuales 64 fueron orales y 50 en póster. Un buen número de las presentaciones se enmarcó en el ámbito de aplicaciones en catálisis, energéticas y medioambientales de los materiales de carbón. Decir que el pulso de la investigación de nuestros grupos es muy bueno y competitivo tanto a nivel nacional como internacional. Hemos



La Dra. Covadonga Pevida recibe la felicitación por la obtención del premio a mejor joven investigador del GEC de manos de Sra. Presidenta del GEC

tenido además la posibilidad de confraternizar con otros investigadores extranjeros de los países vecinos, Portugal y Francia, Hispanoamérica y Estados Unidos. Las conferencias plenarias a cargo de los Profesores Linares, Rodríguez y Calo nos han puesto al día del estado del arte y la problemática del mundo de la activación de carbones con hidróxidos alcalinos, de las aplicaciones de los carbones activos en tratamiento de aguas residuales industriales y en catálisis dirigida a aplicaciones energéticas y medioambientales. Como colofón, la exposición de los tres trabajos seleccionados como finalistas dentro del Premio de Jóvenes Investigadores, a cargo de María Ángeles Lillo, Covadonga Pevida y Silvia Villar, de los que por votación de los miembros del GEC doctores, resultó seleccionado el trabajo de Covadonga Pevida sobre "Aplicación de compuestos modelo en

Presentación

la elucidación de mecanismos de reducción heterogénea de NO sobre materiales carbonosos”.

Finalmente se procedió a la asamblea general, en la que se hizo una revisión de las actividades en los dos últimos años, entre las que cabe destacar, aparte de la organización de la reunión de Baeza, la elaboración y puesta en funcionamiento de un portal de Internet del GEC, la creación del boletín del grupo, el premio de Jóvenes Investigadores, el concurso de logotipos y la organización del curso de “Energía y Medio Ambiente: Uso limpio de los combustibles fósiles”. Este último se desarrolló a continuación de la reunión del GEC con la colaboración de la UNIA. La eficiente actuación de este organismo ha potenciado la participación de 60 estudiantes

procedentes de toda la geografía española, estando muy bien representadas las universidades andaluzas. Hemos contado con un plantel de conferenciantes de lujo, cabe agradecer de un modo particular la participación de los ajenos al GEC, que a pesar de sus múltiples ocupaciones, hicieron un hueco en su agenda y nos transmitieron su saber en los correspondientes temas. Destacar la activa participación de los asistentes durante las discusiones.

Tras el informe del tesorero, se decidió la sede de la próxima reunión que será en el 2007 en Zaragoza. La asamblea terminó con la renovación de cargos de la Junta Directiva, completan su actuación y dejan la Junta, José Juan Pis, Andrés Cabanillas y Tomás Cordero, Diego Cazorla y José Rodríguez Mirasol, al haber sido elegidos

vicepresidente y secretario, respectivamente, continúan en la misma. Habiendo sido elegidos tres nuevos vocales: María Victoria López Ramón, María Jesús Lázaro Elorri y Francisco García Labiano. Quiero desde estas líneas agradecer a nuestros compañeros salientes su incondicional apoyo y disponibilidad para seguir colaborando, y a los entrantes darles la bienvenida y decirles que contamos con su entusiasmo para dar un mayor impulso a todas las actividades del GEC.

Aprovecho estas líneas para desearos a todos un 2006 con salud y cargado de éxitos profesionales.

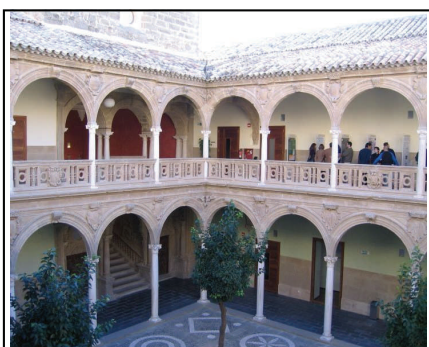
*Rosa Menéndez
Presidenta GEC*

Carbón y Confinamiento de CO₂

Juan Carlos Abanades, Diego Álvarez
Instituto Nacional del Carbón (CSIC)

Introducción

Desde el siglo XIX se sabe que el vapor de agua, el CO₂, el metano y otros gases minoritarios en la atmósfera, frenan la salida del flujo de radiación infrarroja hacia el espacio y alteran la temperatura media en la superficie de la Tierra. Sin gases de efecto invernadero, la tierra sería un planeta de hielo y roca, con una temperatura media inferior en unos 30°C a la actual (14°C) y con pocas oportunidades para la vida.



Vista del claustro del Palacio de Jabalquinto, donde se celebró la sesión de Poster de la VIII Reunión del GEC

Carbón y Confinamiento de CO₂

Se emiten a la atmósfera casi 25000 millones de toneladas de CO₂ al año (casi 10 toneladas por Español y año). La concentración de CO₂ en la atmósfera ha aumentado en las últimas décadas de 285 a 370 ppmv. Paralelamente, se ha detectado un cambio climático sin precedentes (en su velocidad de cambio) en los registros fósiles de la tierra. Los científicos expertos en clima de todo el mundo, han sido capaces de establecer ya hoy (www.ipcc.ch) una relación causa-efecto entre las emisiones masivas de gases de efecto invernadero en el último siglo y el cambio climático. El sistema climático es muy complejo y con grandes inercias. Por tanto, discernir la intervención humana de los cambios naturales del clima ha sido objeto de intenso debate entre los expertos sobre clima. También entre los no expertos. El debate entre los expertos se centra ahora en reducir la incertidumbre en las predicciones futuras. Sorprendentemente, la incertidumbre más importante no proviene de los parámetros físico-químicos necesarios en los modelos climáticos (aunque éstos están en continua revisión y mejora) sino en los escenarios socio-económicos que determinaran las emisiones de CO₂ en el futuro. Es decir, lo más difícil es predecir el producto de los siguientes factores: ¿Cuánta gente vamos a ser? ¿Cómo de ricos? ¿Cuánta energía necesitamos por unidad de riqueza? ¿Cuánto CO₂ emitimos por unidad de energía útil?.

El problema de la energía primaria

Seguimos necesitando carbón, gas y petróleo para la generación masiva de energía útil. La razón es que no hay alternativa, debe estar también claro que si alguien propone hacer el mismo trabajo sin emitir CO₂ a un coste superior, no sería lógico, ni justo, elegir dicha opción.

A pesar de un ingente esfuerzo de investigación en fuentes de energía primaria alternativas a los combustibles fósiles, seguimos necesitando carbón, gas y petróleo para la generación masiva de energía útil. La razón es que no hay alternativa. La fisión nuclear tiene costes de generación bajos, pero también limitaciones que la hacen mucho más cara en la práctica (gestión de residuos a muy largo plazo, costes de desmantelamiento, pólizas de seguros, etc) o inaceptable políticamente (proliferación

nuclear, riesgo de ataques, etc.). Las energías renovables son la mejor opción y los flujos naturales de energía renovable son enormes, cubriendo con creces nuestras necesidades presentes y futuras. Sin embargo, excepto en el caso de la hidráulica, las renovables suelen ser fuentes de energía dispersa y/o intermitente. La dispersión de la energía renovable hace que sus colectores tengan que ser de gran tamaño (y coste) si se aplican a gran escala, y su intermitencia choca con la necesidad de un flujo continuo de consumo energético. Este es un problema sin resolver, ya que todavía no sabemos almacenar energía a gran escala.

En un mundo sin restricciones en las emisiones de CO₂, el carbón y otros combustibles fósiles siguen siendo la fuente preferida de producir energía "útil" de forma masiva y barata, incluso bajo las más estrictas restricciones medioambientales. Por tanto, el problema principal cuando se imponen reducciones drásticas a las emisiones de CO₂ es un problema de costes de energía primaria. Elegir el distribuidor de energía más adecuado (hidrógeno, electricidad, etc) y saber manejarlo de forma satisfactoria, es también un desafío. Pero el problema principal sigue siendo de dónde sacar la energía primaria necesaria, al mínimo coste, para producir dichos transportadores de energía limpios.

En este sentido, los grandes números son ya reveladores. Pensemos por ejemplo que para el caso de la electricidad (un transportador de energía ya muy maduro), la producción de un kWh en España está en torno a 0.03 €. El consumo en el 2003 fue de unos 260000 millones de kWh. Imaginemos que, para cumplir compromisos internacionales presentes y futuros, debemos pasar a generar electricidad con una fuente de energía que no emita CO₂, a un coste de unos 0.06 € por kWh. Dicha sustitución le costaría al país

Carbón y Confinamiento de CO₂

casi 7800 millones de Euros al año. Esta cantidad se cubriría con un nuevo impuesto y/o con una reducción en los presupuestos para otras necesidades relacionadas con el bienestar de una sociedad desarrollada. Esta claro que hay que asumir el sacrificio, porque los costes de no hacer nada son todavía mayores. Pero debe estar también claro que si alguien propone hacer el mismo trabajo (es decir: generar la misma cantidad de energía sin emitir CO₂) a un coste superior, no sería lógico, ni justo, elegir dicha opción más cara. La mejor opción es sin duda la menos cara. Pero ¿cuánto cuesta producir una gran cantidad de energía útil de forma fiable y continua sin emitir CO₂? Es decir, una vez definidos claramente los contornos y sus condiciones (gran escala, seguridad en el suministro, fiabilidad, bajo coste, emisiones “casi cero”, etc) ¿cuáles son las opciones realmente disponibles para hacerlo?.

La captura y el confinamiento de CO₂

Existe un número creciente de estudios independientes que apuntan a que la forma más barata de producir energía limpia sin CO₂ (en forma de calor, hidrógeno, electricidad o combustibles líquidos de bajo contenido en carbono), es aquella que se basa en combustibles fósiles, pero capturando y confinando el CO₂ generado en el proceso de conversión del combustible. Volviendo al ejemplo de la electricidad, y con tecnologías conocidas hoy, el coste se sitúa entre 0.04-0.06 €/Kwh, compitiendo con el resto de alternativas de “emisiones cero”.

La forma más barata de producir energía limpia sin CO₂ se basa en combustibles fósiles, pero capturando y confinando el CO₂. Están ya en marcha grandes proyectos de investigación y desarrollo en todo el mundo para optimizar estos sistemas y adaptar tecnologías ya existentes a gran escala.

Existen formaciones geológicas adecuadas (acuíferos salinos profundos o yacimientos agotados de petróleo y gas) en las que se puede almacenar un gas o un líquido durante miles o millones de años. Aunque se requiere saber mucho más sobre el tema, los expertos aseguran que existe suficiente volumen de almacenamiento en el subsuelo para confinar una gran parte del CO₂ que se espera generar durante el siglo XXI. La actividad en investigación y desarrollo en este campo es ya muy intensa en todo el mundo. La Agencia

Internacional de la Energía tiene un programa especial de captura y almacenamiento de CO₂ (www.ieagreen.org.uk), existe una Red Temática Europea (www.co2net.com) agrupando a todos los proyectos de investigación en marcha en Europa, los principales países desarrollados y sus empresas energéticas (www.cslforum.org) se han lanzado ya a demostrar a gran escala las tecnologías clave, el IPCC de la ONU ha publicado un Informe Especial sobre esta opción de mitigación de cambio climático (su última reunión de autores se celebró en Oviedo en Abril del 2005).

Existen ya opciones tecnológicas para la separación a gran escala de CO₂ en los gases resultantes del procesamiento de carbón, que están basadas en una combinación de unidades de operación bien conocidas en la industria química y energética. Estos sistemas de captura se suelen clasificar dependiendo del punto donde se realiza la separación de un gas principal (CO₂, H₂ o O₂) que permite la obtención de una corriente muy concentrada de CO₂:

- Sistemas de postcombustión. Estos sistemas son parecidos a los actuales en todos sus componentes, pero los gases de salida del proceso de combustión se ponen en contacto con un sorbente de CO₂ (normalmente una disolución de aminas) que se encarga de “capturar” al CO₂ para llevarlo a una torre de regeneración del sorbente donde se libera el CO₂ altamente concentrado.

- Sistemas de precombustión. En el caso de carbón, estos sistemas incluyen siempre un gasificador, una unidad de reformado con vapor (hacia H₂ y CO₂) y una etapa de separación de H₂ o CO₂ para generar corrientes concentradas de H₂ y CO₂. A estos sistemas se les suele reconocer una gran importancia estratégica porque podrían alimentar la llamada economía de hidrógeno, con los costes más bajos de generación de H₂ cuando se incluye el confinamiento de CO₂.

- Sistemas de combustión en Oxígeno. En el caso del

Carbón y Confinamiento de CO₂

carbón, se trata de sustituir el aire en el proceso de combustión por una mezcla O₂/CO₂. El oxígeno se obtiene por destilación criogénica del aire y el CO₂ proviene del reciclado de parte del gas producto del proceso de combustión.

Están ya en marcha grandes proyectos de investigación y desarrollo en todo el mundo para optimizar estos sistemas y adaptar tecnologías ya existentes a gran escala, a la nueva aplicación (de escala todavía mayor). También existen muchos proyectos desarrollando procesos nuevos, basados en nuevas configuraciones de reactores o en nuevos materiales funcionales (membranas de H₂, O₂, CO₂; sorbentes de CO₂, O₂) para conseguir la separación de los gases claves en estos procesos con mayores rendimientos energéticos y menor coste. Solo el tiempo decidirá cual de estas opciones es realmente la más aceptable (es decir la más barata y eficaz energéticamente) para seguir generando energía útil a partir de carbón, produciendo CO₂ en condiciones adecuadas para su confinamiento.

El 10 de Marzo de 2005, el Consejo de Ministros de Medio Ambiente de la UE acordó los porcentajes aproximados de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a partir de 2012 (fin de

la primera fase de aplicación del Protocolo de Kioto). Las horquillas van del 15 al 30% para 2020 y del 60 al 80% para 2050. Estos niveles de reducción, que son necesarios para estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, requerirán un amplio abanico de opciones de generación de energía sin emitir CO₂. Ahorro, sistemas más eficaces de transformación de la energía y fuentes renovables deben ser la prioridad. Pero estas opciones no van a ser suficientes para alcanzar niveles tan ambiciosos de reducción de emisiones, en una escala de tiempos tan corta, y en un mundo con una población mayoritaria en vías desarrollo.

El carbón es el combustible fósil que más CO₂ emite por unidad de energía útil producida. Pero sus reservas constituyen en torno a 2/3 partes de las reservas de energía fósil en el mundo. El carbón, con captura y confinamiento de CO₂, puede acabar siendo parte de la solución, y no el problema, en la lucha por mitigar el cambio climático. El carbón, puede darnos el tiempo que necesitamos hasta que otras fuentes primarias de energía sustitutivas se desarrollen plenamente y nuestras sociedades puedan asumir su coste.

CO2NET: Red Europea del Dióxido de Carbono

Ana Arenillas, Instituto Nacional del Carbón CSIC

CO2NET es una red temática Europea constituida por distintas Instituciones, Centros de Investigación y Desarrollo y empresas involucradas en tecnologías para la mitigación del CO₂. Entre sus actividades se encuentra facilitar la colaboración entre sus miembros en el marco de proyectos europeos sobre captura y almacenamiento de CO₂.

El objetivo fundamental de CO2NET es contribuir en la mayor medida posible, y mediante la cooperación de sus miembros, a la reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera y con ello contribuir a que Europa tenga un sistema energético seguro, sostenible y compatible con el medio ambiente.

Entre sus actividades se encuentra la diseminación de información sobre el tema tanto a los sectores involucrados (p.ej.: centros de I+D, empresas, etc) mediante distintos estudios técnicos y estratégicos; como al público en general mediante CDs educacionales o el documento que aquí se presenta y que ha sido adaptado al español por Ana Arenillas del Instituto Nacional del Carbón, CSIC.

Para más información sobre CO2NET consultar la página web (www.co2net.com) o contactar con el Dr. Juan Carlos Abanades (abanades@incar.csic.es) o la Dra. Ana Arenillas (apunte@incar.csic.es) del Instituto Nacional del Carbón, CSIC.

CO2NET: Red Europea del Dióxido de Carbono



RED EUROPEA DEL DIÓXIDO DE CARBONO

Por un sistema energético europeo seguro, sostenible y compatible con el medio ambiente

UNA SOLUCIÓN FACTIBLE PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO

El petróleo, el gas natural y el carbón son extraídos de la Tierra, fundamentalmente, con fines energéticos. Al quemar estos combustibles, además de generar energía, se liberan gases como el dióxido de carbono, el cual está íntimamente ligado al cambio climático. Sin embargo, es posible capturar este dióxido de carbono y almacenarlo bajo tierra, manteniéndolo de forma segura y alejado de la atmósfera. Con ello se reducirían notablemente las emisiones de dióxido de carbono, gas de efecto invernadero, mitigando el cambio climático y estableciendo un elemento clave en la transición hacia un sistema energético sostenible.

¿Por qué capturar y confinar el CO₂?

La influencia de la actividad humana en el cambio climático es cada día más evidente. Un hecho clave para entender este cambio climático es el aumento de las emisiones mundiales de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera, como resultado del creciente uso de los combustibles fósiles. La mayoría de los expertos afirman que es necesario reducir las emisiones de CO₂ en más del 50%, con el fin de estabilizar la concentración de CO₂ en la atmósfera y mitigar así el cambio climático. Como primer paso para ello, en 1997 se adoptó el

llamado protocolo de Kyoto, con objeto de reducir las emisiones en el 2012 al nivel de 1990. Para conseguirlo pueden ponerse en práctica las siguientes medidas:

- ♦ Mejora de la eficacia energética, y reducción de la demanda mediante un uso racional de la energía.
- ♦ Utilización de energías renovables (energía eólica, solar, etc.).
- ♦ Captura y almacenamiento del CO₂ emitido.

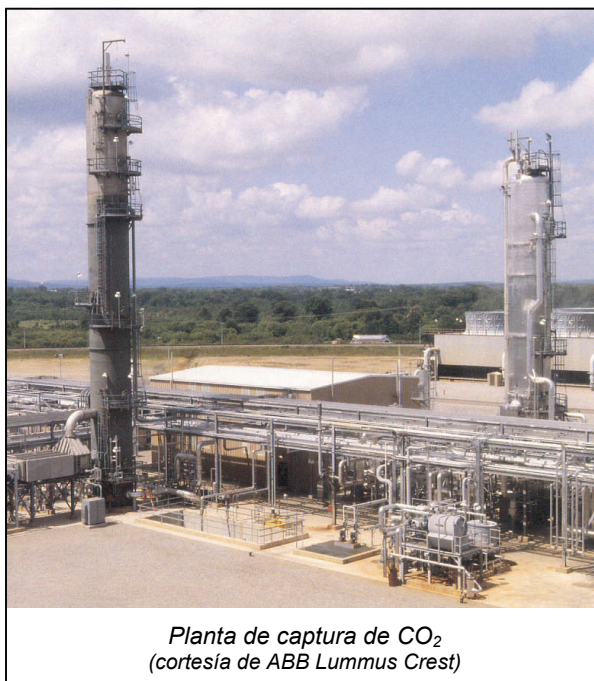
No obstante el efecto combinado de un aumento de la eficacia energética y del uso de energías renovables no es suficiente para reducir las emisiones en la cantidad requerida.

Por lo tanto la tercera medida, captura y almacenamiento de CO₂, es también necesaria para mitigar el cambio climático. Confinar el CO₂ bajo tierra no es algo nuevo. En muchos países existen bolsas naturales de CO₂ almacenadas en formaciones geológicas desde hace millones de años. La humanidad depende energéticamente de los combustibles fósiles y el cambio a otra fuente energética no puede hacerse bruscamente, sino mediante una transición lenta que puede durar muchos años. La captura y almacenamiento de CO₂ proporciona una transición gradual desde nuestro actual sistema energético a otro más diversificado.

CO₂NET: Red Europea del Dióxido de Carbono

¿Qué es captura y almacenamiento de CO₂?

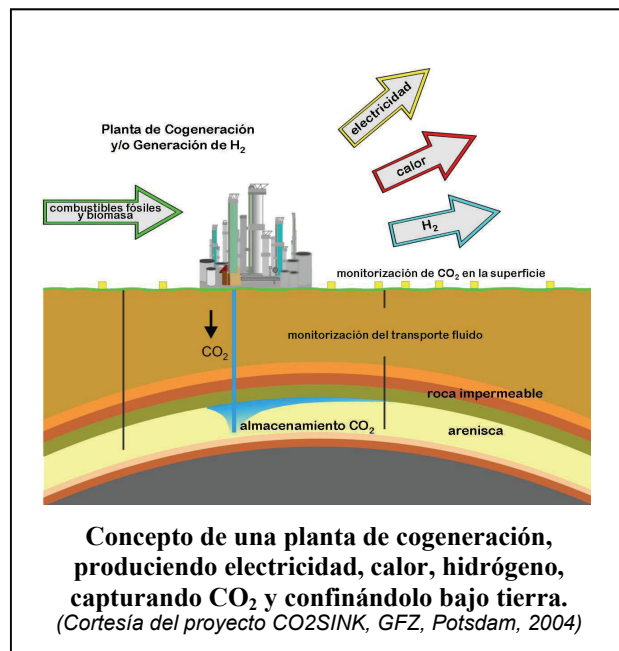
Todos los combustibles fósiles contienen carbono en su composición. Al quemarlos, este carbono reacciona con el oxígeno del aire y se forma CO₂. Capturando el CO₂ antes o después del proceso de combustión se evitaría su emisión a la atmósfera. El CO₂ capturado, puede ser transportado y confinado en lugares seguros bajo tierra, como yacimientos ya explotados de gas o petróleo, minas no explotables de carbón o acuíferos salinos profundos.



¿Cómo y dónde podemos capturar CO₂?

Aproximadamente, el 60% de las emisiones de CO₂ generadas por el hombre provienen de grandes fuentes estacionarias como centrales térmicas, refinerías y otras industrias. En la mayoría de estos procesos, el gas efluente contiene CO₂ en baja proporción (5-15%). Una opción es separar el CO₂ de los otros gases y

generar una corriente que contenga, aproximadamente, el 90% de CO₂. La otra opción es capturar el CO₂ antes del proceso de combustión, como es el caso de la generación de H₂ a partir de gas natural (CH₄). La captura de CO₂ no es una tecnología nueva, está siendo utilizada en diferentes sectores industriales. En la actualidad, el CO₂ separado es directamente emitido a la atmósfera o bien purificado para su utilización en distintos mercados, como, por ejemplo, en la industria de bebidas carbónicas. Aunque ya existe la tecnología, no es todavía la adecuada para aplicarla a gran escala como sería el caso de las centrales térmicas. Actualmente, se está impulsando en gran medida la investigación en todo el mundo para buscar y desarrollar nuevas ideas, con el propósito de mejorar las tecnologías existentes para la captura de CO₂, reducir costes y el consumo energético.



¿Dónde se almacena?

Después de su captura, el CO₂ puede ser almacenado o reutilizado (p.ej. industria de bebidas carbónicas, invernaderos, etc.). Sin embargo, el mercado de CO₂ es muy limitado, por lo que la mayoría del CO₂ capturado necesita ser confinado.

CO2NET: Red Europea del Dióxido de Carbono

Este almacenamiento puede tener lugar en formaciones geológicas (yacimientos agotados de gas y petróleo, acuíferos salinos profundos y minas no explotables de carbón). El CO₂ puede ser fijado también en ciertos minerales. Las formaciones geológicas ofrecen una gran capacidad de almacenamiento (ver tabla). A pesar de la incertidumbre en las predicciones, parece claro que existe suficiente capacidad para almacenar las emisiones de CO₂ generadas por el hombre durante decenas y posiblemente centenares de años.

Yacimientos de gas y petróleo: son considerados como una opción muy segura y factible, ya que, por una parte, han mantenido petróleo, gas y a menudo CO₂ durante millones de años y, por otra, ya han sido muy bien estudiados. La inyección de CO₂ en estos yacimientos facilitaría la recuperación del residual de petróleo/gas que quedara, dando unos beneficios que costearían fácilmente los gastos del almacenamiento de CO₂. Este proceso ha sido ya utilizado en Estados Unidos durante años, no con el propósito de confinar CO₂, sino para aumentar la producción de petróleo. En Canadá, la inyección de gas ácido (residuo del refino del gas natural consistente, fundamentalmente, en CO₂ y H₂S) en yacimientos de petróleo/gas y acuíferos salinos profundos, es una opción que se lleva a cabo desde hace muchos años.

Capacidad mundial de las posibles opciones para el almacenamiento de CO₂

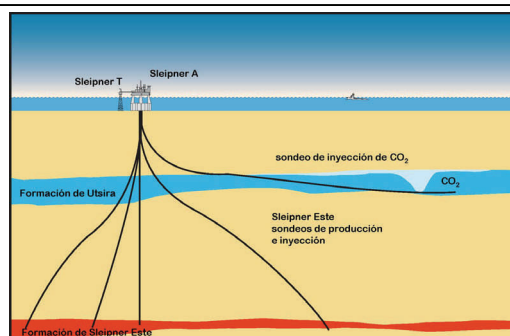
(Gt = 10⁹ toneladas)

Opción	Capacidad de almacenamiento (Gt de CO ₂)
Acuíferos salinos profundos	400 – 10 000
Yacimientos agotados de petróleo y gas	930
Minas de carbón	30
Emisiones mundiales CO₂	25 Gt CO₂ / año

Fuente: IEA-GHG, 2004

Acuíferos salinos profundos: son formaciones subterráneas, típicamente areniscas, que contienen agua salada. Estas formaciones ofrecen un enorme potencial para el almacenamiento: están presentes en la mayoría de los países, son frecuentes en el registro geológico, con lo que se encontrarían cercanas a grandes fuentes estacionarias de CO₂; son en general muy grandes y, por lo tanto, de gran capacidad de almacenamiento. La inyección de CO₂ en estas formaciones es similar a la de los yacimientos de petróleo y gas. El proyecto noruego Sleipner, primer proyecto comercial de inyección de CO₂, en el que son inyectadas un millón de toneladas de CO₂ al año en un acuífero bajo el Mar del Norte, demuestra que el CO₂ puede ser almacenado en grandes cantidades de forma efectiva.

Las minas de carbón no siempre pueden ser explotadas fácilmente y, en numerosas ocasiones, se encuentra metano atrapado entre las capas. Sin embargo, se ha observado que cuando se inyecta CO₂ en vetas de carbón, éste se adsorbe más fácilmente que el metano, y por lo tanto el CO₂ se mantiene almacenado mientras se recupera el metano. Esto significa que las capas de carbón pueden ser una fuente de metano, el cual puede costear perfectamente los gastos de almacenamiento de CO₂. Las minas de carbón han mantenido el metano almacenado durante millones de años, por lo que es de suponer que podrán mantener el CO₂ almacenado de forma segura al menos durante miles de años. Esta tecnología está siendo probada en el proyecto Europeo RECOPOL, en Polonia.



El proyecto Sleipner – Se almacenan 1 millón de toneladas de CO₂ al año en un acuífero bajo el Mar del Norte (Cortesía de Statoil)

CO2NET: Red Europea del Dióxido de Carbono

¿Cuánto cuesta capturar, transportar y almacenar el CO₂?

La captura de CO₂ en centrales térmicas supone un consumo extra de energía, el cual se traduce en un aumento del coste de la electricidad. Este aumento depende del tipo de central térmica y del coste del combustible utilizado (carbón o gas). Varios estudios, realizados por el programa de I+D de Gases de Efecto Invernadero de la Agencia Internacional de la Energía, indican que la captura de CO₂ aumentaría los costes de electricidad entre 1,3 y 3 céntimos de euro por kWh. Otra forma de expresar estos costes es en términos de las emisiones de CO₂ evitadas. En la actualidad, la captura de CO₂ representa un coste de entre 25 y 60 €/tonelada de CO₂ evitada. Se necesita seguir investigando para reducir notablemente estos costes.

El transporte tiene unos costes relativamente bajos: transportar CO₂ más de 100 km por tuberías costaría entre 1 y 4 €/tonelada de CO₂ evitada.

Los costes de almacenamiento dependen notablemente del tipo de yacimiento donde se inyecte. En acuíferos y yacimientos explotados de petróleo y gas, el coste variaría entre 10 y 20 €/tonelada CO₂. En el caso de que se recuperara petróleo o gas durante la inyección, los costes podrían ser incluso inferiores a 0 €/tonelada CO₂. En otras palabras: los beneficios compensarían los costes, llegando a ser una opción rentable.

¿Cuáles son los riesgos de la captura y almacenamiento de CO₂?

Como en cualquier otra tecnología, existen riesgos asociados a la captura y confinamiento de CO₂. Lo realmente importante es: (a) si los riesgos son aceptables y (b) si los riesgos son comparables a otras alternativas para mitigar las emisiones de CO₂. Los riesgos más importantes residen en el transporte y el almacenamiento de CO₂. Todos los posibles puntos de almacenamiento deben estar lejos de zonas con riesgos sísmicos, para asegurar la estabilidad de las formaciones rocosas.

En EE.UU. existe una gran infraestructura de gaseoductos de CO₂ (3100 km). Los registros muestran 10 accidentes entre 1990 y 2001, sin

heridos o bajas. Aunque un accidente siempre puede ocurrir cuando se transporta un gas a gran escala, las consecuencias se pueden minimizar con las medidas de control adecuadas, como en los gaseoductos de gas natural, presentes en la mayoría de los países europeos. Además, en el caso del CO₂ se evitarían los riesgos de explosiones, ya que no es inflamable como el gas natural.



Transporte de CO₂ EE.UU.-Canadá

El principal riesgo asociado con el almacenamiento reside en el punto de inyección de CO₂, debido a algún posible escape. La probabilidad de fuga en el almacenamiento subterráneo es realmente baja, y comparable al de un escape de gas natural de alguno de sus yacimientos, lo cual es poco usual. La investigación que se está llevando a cabo actualmente en gran número de instituciones en todo el mundo, abarca los siguientes puntos relacionados con los riesgos en el almacenamiento de CO₂:

- ◆ Estudio detallado de los procesos físicos y químicos implicados en los yacimientos.
- ◆ Selección y análisis (incluida la actividad sísmica) de los yacimientos adecuados.
- ◆ Predicción del comportamiento a largo plazo del CO₂, técnicas de monitorización y verificación.
- ◆ Métodos de evaluación y gestión de riesgo.
- ◆ Procedimientos y normas de regulación.
- ◆ Integridad del yacimiento

CO2NET: Red Europea del Dióxido de Carbono

Incentivos

Para que la captura y almacenamiento de CO₂ sea realmente una opción comercial y las grandes compañías de generación de energía inviertan en esta tecnología, son necesarios ciertos incentivos. Se debe establecer un precio para el carbono emitido, bien en forma de tasas, bien mediante un sistema de mercado.

En un sistema de mercado, se crearía un mercado de CO₂ estableciendo un máximo para cada país y unos permisos de emisión de CO₂ (también llamados créditos de emisión). El sistema de mercado de emisiones de la Unión Europea incluye específicamente el uso de la captura y almacenamiento de CO₂ (decisión de la Comisión Europea del 29 de Enero de 2004), para permitir a esta tecnología incorporarse a otras medidas de control de emisiones en la generación de energía y, así, afianzar en el futuro un suministro de energía seguro y sostenible para Europa.

Si la captura y almacenamiento de CO₂ se logra con unos costes inferiores a 20 €/tonelada de CO₂ y se demuestra que el almacenamiento es una vía segura, esta tecnología para la mitigación de gases de efecto invernadero podría ser utilizada comercialmente en una década, siempre que estuviera acompañada de una regulación fiscal adecuada.

Más información:

www.co2net.com: CO2NET es una Red Temática Europea enfocada a la difusión de información específica para las personas y organismos involucrados, y general para el público y la educación.

Las siguientes páginas web proporcionan información detallada sobre tecnologías y proyectos relacionados con el tema:

www.co2captureandstorage.info.

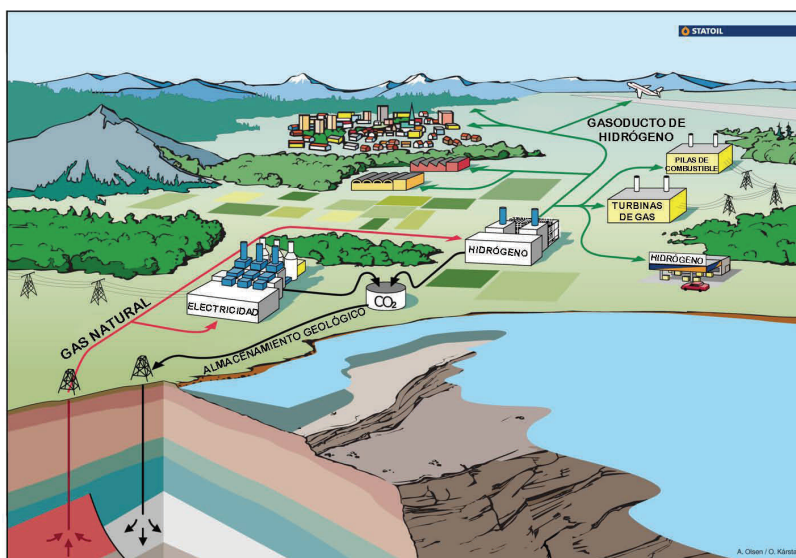
www.ieagreen.org.uk: El programa de la Agencia Internacional de la Energía (IEA) sobre gases de efecto invernadero es una colaboración internacional, que evalúa tecnologías, disemina resultados y establece objetivos para la investigación en captura y almacenamiento de CO₂.

www.co2captureproject.org: Es un proyecto internacional patrocinado por ocho de las compañías líderes en generación de energía.

www.clsforum.org: El CSLF es una iniciativa internacional a nivel gubernamental para paliar el cambio climático.

www.ipcc.ch: El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) ha realizado un informe especial sobre captura y almacenamiento de CO₂.

www.climnet.org/CTAP: CAN, Red de ONGs Medioambientales, tiene un grupo de trabajo en captura y almacenamiento de CO₂.



Posible situación futura: los combustibles fósiles generan electricidad e hidrógeno y el CO₂ es capturado y confinado bajo tierra (Cortesía de Statoil)



Antonio Asensio

El pasado mes de Mayo falleció, tras larga enfermedad, Antonio Asensio, miembro del GEC, en el que ejerció el cargo de Secretario hasta 1997. Antonio había nacido en Calatayud en 1944 y aunque estudió y desarrolló gran parte de su actividad en Barcelona, se sintió siempre muy ligado a Aragón, haciendo siempre pública manifestación de su devoción por la Virgen del Pilar como distintivo de sus raíces.

Licenciado en CC. Químicas en 1967 por la Universidad de Barcelona, obtuvo el grado de Doctor en CC. Químicas por la Universidad de Granada en 1975. Desde enero de 1971 a julio de 1972 ejerció como Becario del International Wool Secretariat en el Instituto de Tecnología Química y Textil de Barcelona del CSIC, donde permaneció como Colaborador Científico desde 1972 a 1984, año en el que se trasladó al Instituto de Carboquímica de Zaragoza. En 1973 obtuvo el Premio "Juan de la Cierva" de Investigación Técnica del CSIC.

Antonio formó parte desde sus inicios del núcleo de investigadores que gestaron el GEC, ejerciendo como Secretario de la Asamblea Constitutiva del mismo que tuvo lugar en Zaragoza el nueve de Octubre de 1990, y de la Comisión Gestora que realizó las gestiones pertinentes para la legalización del GEC. Constituida la primera Junta Directiva, presidida por Francisco Rodríguez Reinoso, fue elegido Secretario, cargo que ejerció hasta que hizo traspaso de sus funciones al actual Secretario, Tomás Cordero.

Antonio tuvo siempre en gran estima al GEC y a lo que representaba por lo que imprimía siempre a sus actuaciones como secretario el orden, el rigor y la meticulosidad que reservaba para las grandes ocasiones. Desde estas páginas, queremos rendirle un sentido y póstumo homenaje con nuestro agradecimiento por su dedicación al GEC. Descansa en paz, querido compañero

R. Moliner, Inst. Carboquímica, CSIC

Fernando Alegría

Hace unos meses nos abandonó un querido compañero y amigo. Fernando había nacido en Suances en 1941 y desarrolló una dilatada actividad profesional, que comenzó en Asturias (UNINSA, 1969) y continuó en Madrid en distintos Organismos y Empresas. Compaginó su actividad profesional en dichas instituciones con su gran pasión: la docencia universitaria, ejercida primero en la E.T.S.I. de Minas de Oviedo y desde 1985 en la de Madrid. Socio del GEC desde su creación, fue el nexo de unión con el sector industrial del carbón a través de OCICARBÓN. Persona con un carácter vehemente pero equilibrado, destacó por una tenacidad y entusiasmo desbordantes. En lo que respecta al sector carbón hay que destacar un antes y un después en relación a los proyectos CECA. A su llegada a OCICARBÓN puso en marcha toda una sistemática con objeto de que todo aquel grupo, bien industrial, universitario o centro de investigación, con algo que aportar, tuviese la oportunidad de presentar su proyecto a la Comisión Europea. Fueron momentos de gran intensidad, que algunos tuvimos la enorme satisfacción de poder compartir con él. Antes de las reuniones de la CEPSCO, y tras una selección de alternativas en la que participaba prácticamente todo aquel que trabajase sobre el carbón en España, se preparaba un plan de acción con objeto de conseguir el máximo retorno de fondos europeos para España. En aquella época en que los países productores con mayor cuota trataban por todos los medios de garantizar un retorno al menos del mismo orden que su participación, "la armada española" bien pertrechada, en base a una estrategia bien estudiada y, desde luego, a la calidad de las propuestas, conseguía año tras año un retorno muy superior a su cupo teórico. Es justo resaltar que sin el entusiasmo y la capacidad de Fernando jamás se hubiesen conseguido cotas tan altas.

Descansa en paz, querido amigo.

J.J. Pis, INCAR, CSIC

Reseña

Título: Utilización de las cenizas de un coque de petróleo en la preparación de catalizadores carbonosos para la reducción de NO_x

Doctor que la ha presentado: M^a Elena Gálvez Parruca

Director/es de la Tesis: M^a Jesús Lázaro Elorri y Rafael Moliner Álvarez

Dirección: Instituto de Carboquímica, CSIC. Miguel Luesma Castán, 4. 50018 Zaragoza

Correo electrónico: megalvez@carbon.icb.csic.es

Lugar y fecha de presentación: Zaragoza, 27 de Octubre de 2005

Resumen: En la presente Tesis Doctoral se estudió la preparación y actividad en la reducción selectiva catalítica (SCR) de NO_x , de catalizadores soportados sobre materiales carbonosos obtenidos a partir de carbones de bajo rango, impregnados con los componentes metálicos contenidos en las cenizas de un coque de petróleo. Estos catalizadores presentan ciertas ventajas con respecto a los catalizadores comerciales existentes, como por ejemplo su menor coste, su mayor actividad a temperaturas menores de 250°C y su mayor resistencia al envenenamiento por dióxido de azufre. Se evaluó la influencia de las diferentes variables del proceso de preparación del catalizador en la actividad así como su comportamiento en diferentes condiciones de operación. La actividad de los catalizadores se determinó en presencia de amoníaco y exceso de oxígeno, obteniéndose conversiones superiores al 80% a una temperatura de reacción de tan sólo 150 °C, y con una alta selectividad a nitrógeno molecular, lo que demostró la utilidad de las cenizas de coque de petróleo como fase activa en la preparación de estos catalizadores. Finalmente, se llevó a cabo una investigación acerca del mecanismo de reacción en presencia de los catalizadores preparados. Se encontró que el amoníaco reaccionaba adsorbido sobre la superficie del catalizador, posiblemente en centros de tipo Lewis (cationes metálicos), mientras que monóxido de nitrógeno y oxígeno reaccionaban desde la fase gaseosa. El mejor ajuste de los datos experimentales se consiguió empleando un modelo de tipo Mars van Krevelen, lo que indica que la etapa controlante de la reducción de NO es el propio proceso redox en el que los productos de reacción abandonan la superficie del catalizador conteniendo átomos de oxígeno de la matriz del mismo.

Premio Extraordinario Tesis Doctoral de la Universidad de Oviedo en el Área de Ingeniería Química

El pasado mes de Diciembre de 2005 la Universidad de Oviedo otorgó el premio a la mejor Tesis Doctoral en el área de Ingeniería Química a la Doctora Montserrat Inguanzo Ojeda. El trabajo premiado, que constituyó su Tesis doctoral, lleva por título: “*Valorización energética y medioambiental del lodos de EDARs mediante pirólisis*”. Este trabajo fue realizado en el Instituto Nacional del Carbón (INCAR), CSIC, entre los años 2001 y 2004, siendo los directores de Tesis los Drs. J. Juan Pis y J. Ángel Menéndez, ambos pertenecientes al Departamento de Tecnología Energética y Medioambiental. El jurado destacó los aspectos novedosos de la Tesis, en la cual se presenta una nueva técnica basada en la pirólisis en horno microondas para la valorización de lodos de EDARs, así como el buen número de publicaciones en revistas de prestigio internacional que se derivaron de dicho trabajo. Para más información sobre la Tesis mandar un correo electrónico a: angelmd@incar.csic.es

IV Certamen Universitario "Arquímedes", de Introducción a la Investigación Científica

El Certamen ARQUÍMEDES se convoca por la Dirección General de Universidades del Ministerio de Educación y Ciencia, con el fin de premiar a los estudiantes universitarios que hayan desarrollado ideas originales que contribuyan al desarrollo de la investigación científica en la comunidad universitaria española.

En esta edición se presentaron un total de 73 trabajos de investigación, de los que 20 concurren a la fase final del certamen. Los trabajos han consistido en investigaciones básicas o aplicadas, proyectos de ingeniería, o prototipos relacionados con cualquiera de las materias científicas contenidas en los planes de estudios de las universidades españolas.

Los premios otorgados por el jurado consistieron en dos primeros premios de 9.200 euros, uno de ellos en la modalidad de Ciencias Físico-Naturales e Ingenierías y otro en la de Ciencias Sociales y Humanas, un segundo premio de 6.000 euros y un tercer premio de 4.000 euros. Además, se concedieron dos Accésit de 2.000 euros cada uno para los dos trabajos siguientes mejor valorados.

El trabajo presentado por José Luis Pinilla Ibarz que resultó premiado con un Accésit de 2.000 euros se ha desarrollado en el departamento de Energía y Medioambiente del Instituto de Carboquímica (CSIC), dentro del Grupo de Conversión de Combustibles Fósiles y Valorización de Residuos. Dicho grupo lleva trabajando desde 1996 en el desarrollo de catalizadores para la eliminación de óxidos de nitrógeno, los cuáles tienen efectos nocivos sobre el medioambiente. El trabajo premiado presenta un catalizador de vanadio soportado en monolitos de carbono que se ha presulfatado, obteniéndose un catalizador que transforma completamente los NO_x (conversión 100%) de efluentes gaseosos en el inocuo N_2 (selectividad a N_2 100%) a 200 °C mediante la reacción de reducción selectiva catalítica de NO_x con NH_3 , y que no sufre problemas de desactivación en ensayos de larga duración en presencia de SO_2 y H_2O . Dicho catalizador presenta una mejora significativa con respecto a los catalizadores comerciales existentes en la actualidad, siendo objeto de una patente con número ES200501372, solicitada el 6/8/2005.

III Premio nacional de medio ambiente Carrefour

Por tercera vez consecutiva se convocó hasta el mes de Septiembre de 2005 el "Premio Carrefour de Medio Ambiente" al mejor trabajo de post-grado, dotado con 12.000 €, al que podían optar todos los jóvenes licenciados o ingenieros superiores menores de 30 años residentes en España. En esta convocatoria patrocinada por el departamento de Calidad y Desarrollo Sostenible de Carrefour, se presentaron 68 trabajos de los cuales resultaron ganadores tres:

- ♦ **Primer Premio:** "Interés medioambiental del almacenaje de hidrógeno en medios de automoción", presentado por Elisa Maria Barea y dotado con 6000€ para el autor y 3000€ para el departamento al que pertenece en la Universidad de Granada
- ♦ **Accésit 1:** "Briquetas catalíticas para la reducción de NO_x ", presentado por Maria Elena Gálvez y Alicia Boyano del Instituto de Carboquímica (CSIC) y dotado con 1500€
- ♦ **Accésit 2:** "Uso de nuevas sustancias naturales para la prevención y remediación de suelos y aguas contaminadas" de Marta Cruz-Guzmán de la Universidad de Sevilla y dotado igualmente con 1500€

III Premio nacional de medio ambiente Carrefour

El trabajo presentado por el Instituto de Carboquímica responde a la preocupación actual por una atmósfera menos contaminada. La reducción de NO_x vertidos a la atmósfera, ha obligado a la Unión Europea a imponer límites de emisión cada vez más estrictos que afectarán en los próximos años a instalaciones de pequeño y mediano tamaño. Los costes de un sistema catalítico convencional resultan excesivos para este tipo de instalaciones, por lo que la investigación actual y más concretamente el trabajo presentado se dirige a la obtención de catalizadores más económicos y que sean capaces de operar en condiciones más suaves de temperatura resistiendo mejor el envenenamiento que afecta a los catalizadores comerciales.

En el trabajo ganador de uno de los accésit se muestran unas briquetas catalíticas, soportadas sobre carbones activados obtenidos a partir de carbones de bajo rango e impregnados con los componentes metálicos contenidos en las cenizas de un coque de petróleo, que han demostrado ser considerablemente activos en la reducción selectiva catalítica de NO_x a bajas temperaturas (100-300°C). Por las materias primas empleadas y el procedimiento de preparación resultarán de menor coste de producción que los catalizadores comerciales existentes. Estos conformados mostraron unas adecuadas características mecánicas por lo que podrían ser utilizados dentro de un lecho empaquetado en condiciones reales de operación sin presentar grandes problemas de erosión o abrasión. Se ha observado que la actividad del catalizador se encuentran fuertemente influenciada por las características texturales y estructurales del soporte carbonoso, mientras que el procedimiento de deposición de la fase activa no parece determinar en gran medida la actividad. Un tratamiento pre-oxidativo del soporte resulta, por lo general, en un aumento considerable en la capacidad de reducción de NO_x .