



Secuestración de bióxido de carbono. ¿Ventaja estratégica para la producción de energía carboeléctrica?

Horacio Cárdenas Zardoni y Ricardo Muller Rodríguez *

El carbón mineral es el recurso energético más barato de extraer y procesar de entre el conjunto de combustibles primarios para la satisfacción de las necesidades de energía de la industria y la población. Gran parte de la energía eléctrica generada en el mundo se obtiene de la quema de carbón, cuyas reservas garantizan un suministro continuo cuando menos durante el presente siglo. Pese a sus ventajas relativas, el carbón tiene una grave desventaja, el proceso de quema del mineral es en extremo contaminante, siendo responsable de parte importante del calentamiento global y de los gases de efecto invernadero, sin embargo la secuestración de bióxido de carbono puede revertir esta desventaja, convirtiendo al carbón en una fuente de energía limpia y barata para sustentar el desarrollo.

Palabras clave: carbón mineral, secuestración de bióxido de carbono, generación de electricidad, plantas carboeléctricas

* Facultad de Economía de la Universidad Autónoma de Coahuila, México. Correos electrónicos: zardoni@uadec.edu.mx y ricardomuller@uadec.edu.mx

Introducción

El carbón mineral es uno de los combustibles primarios para la generación de energía eléctrica. Tan solo en el año 2011, la Comisión Federal de Electricidad consumió 15.52 millones de toneladas (el equivalente a 42 523 toneladas diarias) de carbón para sus plantas carboeléctricas ubicadas en la región fronteriza del Estado de Coahuila de Zaragoza. Según datos del Plan Nacional de Desarrollo, para el año 2012 el 10% de la electricidad generada en México provendría del carbón mineral, una proporción contrastante con el tamaño de las reservas de este recurso, y con las estrategias seguidas en otras naciones, por ejemplo los Estados Unidos, donde cerca del 60% de la energía generada proviene del carbón.

El carbón es el combustible primario más barato, y de este, el de origen nacional ha logrado una estabilidad de precios que debería hacer pensar al gobierno de la República la conveniencia de fomentar la explotación y utilización de este recurso, el cual ofrece ventajas competitivas únicas en el mercado de los combustibles para la la energía alimentadora del sector productivo.

Pese a estas ventajas relativas, el carbón también tiene desventajas muy importantes, sobre todo en el contexto de la preocupación mundial por el cambio climático. En efecto, el propio gobierno de la República reconoce que México es responsable del 1.5% del volumen de bioxido de carbono y otros gases de efecto invernadero liberados anualmente a la atmósfera, correspondiendo al sector energético el 61% del total, siendo señalado el carbón como el más contaminante de todos los combustibles.

El presente ensayo tiene el objetivo de examinar el estado del arte de nuestro país en materia de secuestro de carbón, conjunto de técnicas que a nivel global comienzan a ser exploradas como medida para reducir al mínimo posible el calentamiento global generado por los gases de efecto invernadero.

Nuestro interés principal es el ligar, al menos en el nivel de posibilidad teórica, la importante industria del carbón en el Estado de Coahuila con una política energética más racional desde el punto de vista económico, que contemple el proceso de secuestro como un elemento para transformar el carbón en una energía limpia, con el cúmulo de ventajas que esto podría traer para la estabilidad y desarrollo de la Región Carbonífera del Estado de Coahuila en particular, y la economía mexicana en general.

Examen de la situación actual

La producción de energía es un asunto sumamente complejo. En el mundo

hay naciones con fuentes de recursos energéticos limitados, sus opciones son escasas y por ello tienen que hacer el mejor uso posible de ellos tanto para la satisfacción de las necesidades de su población como para proveer energía en condiciones de competitividad a su planta productiva. Otras naciones, que por el contrario cuentan con mayor diversidad de recursos energéticos, tienen la posibilidad de explotarlos de manera combinada a partir de estrategias que les otorguen las mayores ventajas en los ámbitos económico y geopolítico en un determinado espacio temporal, y que al interior, redunden en un siempre creciente bienestar general de su población y en mejores condiciones competitivas para su sector productivo.

Cada combustible primario ofrece ventajas y desventajas respecto de los otros. Uno de los principales elementos de análisis es la disponibilidad de los recursos, mientras mayores reservas tenga un país, se considera que es mayor su riqueza. Otro factor es la facilidad para su extracción, lo cual no solamente se refiere a que los yacimientos se hallen a flor de tierra, sino a que la nación disponga de la capacidad tecnológica para realizar la extracción en condiciones económicas que le den viabilidad a la explotación. En tiempos recientes se ha incorporado el tema de la ecología, pues las diversas fases de producción y utilización de los combustibles representan diversos tipos y grados de impacto en el medio ambiente, de allí que ahora para la determinación de la estrategia energética de un país, se haga indispensable el tener en cuenta el efecto que tendrá ya no solo en los ecosistemas locales, sino en el equilibrio ecológico de todo el planeta.

El carbón mineral es el combustible primario más barato y más sencillo de extraer, en la actualidad representa la fuente de generación del 30.3% del total de la energía y el 42% de la electricidad utilizada en el planeta, según datos de la World Coal Association algunos países desarrollados, por lo mismo grandes consumidores de energía, han hecho del carbón su principal fuente para la generación de energía eléctrica. Hay casos singulares, como el de Sudáfrica, que depende en un 93% del carbón o Polonia en un 90%, sin embargo los más significativos son los de las grandes naciones industriales del mundo contemporáneo, el 79% de la energía que consume China proviene del carbón, lo mismo que el 69% de la de India y 60% de la de Estados Unidos.

A estas ventajas hay que agregar que es el recurso energético que ha registrado la mayor estabilidad de precios en las últimas décadas, lo que contribuye a la provisión de electricidad barata a la industria en apoyo a sus procesos productivos. Del lado contrario, el carbón mineral es el combustible más contaminante, responsable en gran medida de la contaminación ambiental en las regiones donde se realiza la generación de electricidad, y de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

Las emisiones de bióxido de carbono se consideran una consecuencia no deseada pero ineludible de la forma de vida actual del género humano, caracterizada por una alta tecnologización y una dependencia voluntaria y cada vez mayor de satisfactores cuya producción precisamente incide en las emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes a la atmósfera. Las concentraciones de bióxido de carbono en la atmósfera se han elevado de 290 partes por millón, a principios del siglo pasado, a cerca de 400 ppm, situación que se asocia como causal del incremento de entre 3 y 4 grados de la temperatura promedio del planeta, tan solo en los últimos cincuenta años.

Según datos de la Environmental Protection Agency de los Estados Unidos (EPA), la quema de combustibles fósiles para la generación de electricidad es la fuente más significativa de las emisiones de bióxido de carbono liberadas a la atmósfera, representando el 40% del total anual, y dentro de los combustibles primarios, la de carbón mineral es la que más CO₂ produce, muy superiores al petróleo o gas natural.

La secuestación del carbón: una opción para disminuir el CO₂

La Environmental Protection Agency plantea como grandes esquemas para la generación de oportunidades para el abatimiento del volumen de bióxido de carbono las siguientes: la mayor eficiencia en el uso de la energía, a través del mejoramiento del aislamiento en edificios, viajar en vehículos más eficientes y utilizar aparatos eléctricos más eficientes, primero para reducir el consumo de energía y en consecuencia las emisiones de CO₂; la conservación de energía, reduciendo el uso individual de energía al apagar luces y aparatos electrónicos cuando no se utilicen para reducir la demanda de electricidad, reducir las distancias recorridas en vehículos para reducir el consumo de petróleo; cambiar a combustibles alternativos, obteniendo energía de fuentes renovables, eligiendo aquellos con menor contenido de carbón; y finalmente, la captura y secuestro de carbón, tecnologías que potencialmente pueden reducir de manera importante las actuales emisiones de bióxido de carbono de plantas de carbón mineral y gas, nuevas y existentes, de procesos industriales y otras fuentes estacionarias de estas emisiones.

La secuestación de carbón, en términos muy generales, se ha definido como aquellos procesos químicos, físicos o industriales orientados a mantener el Bióxido de Carbono (CO₂) fuera de la atmósfera. Este compuesto gaseoso, según las teorías más difundidas y la opinión experta aceptada de la Environmental Protection Agency, es el principal agente responsable del *Efecto Invernadero*, a su vez señalado como disparador del fenómeno de calentamiento global que el mundo ha venido registrando sostenidamente desde hace algún tiempo, y que según las evidencias

científicas aceptadas, ha acelerado mucho durante el último medio siglo.

La captura y secuestro de carbón ofrece un medio para que las naciones industrializadas contengan las emisiones de CO₂ de grandes fuentes estacionarias, tales como plantas generadoras, y de esa manera reducir los riesgos asociados con el cambio climático severo. Según estimaciones del Departamento de Energía de los Estados Unidos, una cantidad cercana a los 3,600 miles de millones de toneladas de bióxido de carbono podrían ser almacenadas bajo tierra tan solo en los territorios de ese país y de Canadá, solo como referencia, las fuentes estacionarias de energía emiten 13 mil millones de toneladas anualmente. Amparados en estas cifras, el desarrollo de tecnología para el almacenamiento de bióxido de carbono en gran escala es una alternativa clave en el combate al cambio climático a través de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Respecto al importante aspecto de seguridad, el estado actual de la ciencia y la tecnología, aunado a la experiencia lograda en proyectos en proceso, da la relativa certeza de que espacios geológicos bien seleccionados, bien diseñados y bien administrados pueden ser una manera segura para el permanente almacenamiento de bióxido de carbono, que sin embargo como cualquier empresa humana de esta envergadura, amerita mantener una estricta vigilancia para evitar riesgos potenciales con la secuestro geológica, como podrían serlo las filtraciones a la superficie, y cambios en la presión del subsuelo que pudieran impactar las fuentes de agua potable, la salud humana y los ecosistemas.

El estado del arte en materia de secuestro de carbón reconoce tres etapas del proceso: la primera corresponde a la captura y compresión del bióxido de carbono proveniente de plantas generadoras o fuentes industriales; la segunda corresponde al transporte del CO₂ capturado, utilizando generalmente ductos; y finalmente el almacenamiento del mismo en formaciones geológicas, tales como receptáculos salinos profundos, reservas de petróleo y gas, y en vetas de carbón mineral no susceptibles de explotación minera.

Avances sobre la secuestro del carbón: el modelo estadounidense

El gobierno de los Estados Unidos está desarrollando actividades de captura y secuestro de bióxido de carbono, incluyendo entre ellas la promoción de programas piloto, la formulación de regulaciones de seguridad, difusión del conocimiento logrado y de manera importante, localizar y allanar los obstáculos para el avance de esta iniciativa que se ha llegado a considerar como de alta trascendencia a nivel global para evitar el deterioro de nuestro entorno físico y la afectación a la forma de vida y la economía de las

naciones.

Desde febrero del año 2010 el presidente de los Estados Unidos creó la Fuerza de Tarea Intergubernamental para la Captura y Almacenamiento de carbón (Interagency Task Force on Carbon Capture and Storage), encargada de formular una estrategia federal comprehensiva y coordinada para acelerar el desarrollo comercial y el despliegue de tecnologías limpias para el carbón mineral. Teniendo como cabeza conjunta al Departamento de Energía de los Estados Unidos y a la Agencia de Protección al Ambiente, incluye a 14 departamentos ejecutivos y agencias federales.

Para Agosto 12 del mismo 2010, la fuerza de tarea entregó al presidente una serie de recomendaciones tendientes a subsanar las barreras que obstaculizan el despliegue de las tecnologías para la secuestración de carbono en un plazo de diez años. La conclusión más importante del reporte generado es que la secuestración y almacenaje de carbón puede tener un importante papel en la reducción de los gases de invernadero a nivel doméstico, al tiempo que se preserva la opción de continuar haciendo uso abundante de las fuentes de energía fósil tradicionales. Sin embargo, igualmente se informa que para el amplio despliegue con la característica de ser económicamente viable en cuanto a costos, la tecnología debe estar disponible en condiciones de competitividad de precios y con el apoyo de un marco regulatorio y de políticas públicas que le den sustento.

El gobierno de los Estados Unidos se ha comprometido abiertamente con el tema de la secuestración de carbón a gran escala. La administración federal está financiando la investigación y desarrollo de las tecnologías necesarias, está generando las regulaciones que garanticen la seguridad, eficacia y efectividad de inyectar el bióxido de carbono en el subsuelo, para lo cual está evaluando la capacidad geológica para contenerlo. A este esfuerzo se están dedicando más de cuatro mil millones de dólares en fondos federales, que sumados a los más de siete mil millones de inversiones privadas, están pavimentando el camino para el despliegue de las tecnologías antes de una década; para el año 2016 se tiene planeado tener en funcionamiento diez proyectos demostrativos de las tecnologías aplicadas comercialmente, en una estrategia coordinada por el Departamento de Energía.

El Programa de Secuestración de Carbón del gobierno norteamericano se compone de tres elementos clave: el primero corresponde al núcleo de investigación y desarrollo, el segundo relativo a la parte de infraestructura, y el último relativo a la colaboración a escala global.

La investigación sobre el tema de secuestración de carbón se ha enfocado a diferentes áreas del conocimiento para el desarrollo de tecnología: la captura en la etapa de precombustión, el almacenamiento geológico, monitoreo, verificación y contabilidad, simulación y estimación de riesgos y

de manera muy importante, la utilización del bióxido de carbono.

El componente primario del elemento de infraestructura está representado por las Sociedades Regionales de Secuestación de Carbón, una organización cooperativa de los ámbitos gubernamental, académico e industrial, encargada de la caracterización, pruebas y desarrollo de lineamientos para las tecnologías que se perfilen como las más adecuadas, el esquema regulatorio y las instalaciones físicas necesarias en las diferentes regiones de Estados Unidos y Canadá.

Las sociedades de secuestación funcionando en la actualidad son: Big Sky Carbon Sequestration Partnership (BSCSP), Midwest Geological Sequestration Consortium (MGSC), Midwest Regional Carbon Sequestration Partnership (MRCSP), Plains CO₂ Reduction (PCOR) Partnership, Southeast Regional Carbon Sequestration Partnership (SECARB), Southwest Regional Partnership on Carbon Sequestration (SWP), West Coast Regional Carbon Sequestration Partnership (WESTCARB), siendo las de interés directo por la afinidad geológica que pudiera haber y la cercanía geográfica con la región carbonífera del Estado de Coahuila, los trabajos que vienen desarrollando la SWP y la SECARB.

La situación de las políticas públicas en México

El gobierno mexicano, signatario de los acuerdos globales para la preservación del medio ambiente, la prevención del calentamiento global y del cambio climático, planteó su Estrategia Nacional para la transición energética y el aprovechamiento sustentable de la energía. En lo que constituye la política pública para el sector energético se fijó como meta la reducción de las emisiones de bióxido de carbono a la atmósfera, señaladas por científicos y diversos foros como causantes del cambio climático. El gobierno federal reconoce básicamente tres formas de abatir las emisiones de CO₂ de los combustibles fósiles en centrales termoeléctricas:

Mejora de plantas en funcionamiento. Se refiere el cierre de las plantas más ineficientes, la modernización y renovación de las instalaciones existentes o mejora de su funcionamiento y mantenimiento mediante la implementación de las mejores tecnologías disponibles;

Cambio de combustible a uno de bajas emisiones. Por ejemplo, el cambio del carbón al gas natural o combinar carbón con biomasa; y

Captura y Secuestro de Carbón.

Cada una de estas etapas técnicamente viable, como ha quedado demostrado de forma individual en proyectos de generación (Secretaría de

Energía, 2011, p. 41).

Las autoridades del sector energético atribuyen a las plantas carboeléctricas el 73% de las emisiones de bióxido de carbono a la atmósfera, habiendo crecido del 66% en el año 1999 (Secretaría de Energía, 2011, p. 39). Ante este indicador tan impresionante, el gobierno de la República debería formular estrategias de acción inmediata para la solución de este problema. Las aproximaciones a la situación pueden ser básicamente dos, diametralmente contraria una a la otra: la primera, consistente con la muy débil política de fomento al aprovechamiento del carbón mineral, aun con las características de alta disponibilidad y bajo costo de producción, ha llevado a la cancelación de proyectos de construcción de nuevas plantas carboeléctricas en la Región Carbonífera de Coahuila, alegando falta de presupuesto y la preferencia por combustibles más limpios. La otra propuesta es la de desarrollar los procedimientos para el secuestro y almacenamiento del bióxido de carbono (y otros gases) generado por la quema de carbón mineral en las plantas carboeléctricas. Sobre este tema se ha comenzado a hablar, pero se está muy lejos de convertirla en una de las prioridades de la política del sector energético nacional.

Las características de los procesos actuales de combustión del carbón mineral en las plantas ubicadas en el municipio de Nava, Coahuila, difícilmente pueden permitir la integración a una fase de secuestro, en vez de la liberación a la atmósfera. Para reducir las emisiones a niveles razonables, o a un deseable cero, se requeriría de una importante reingeniería de los procesos, y la generación primero de la tecnología, y luego de la infraestructura para la captura, el transporte y el almacenamiento del CO₂.

En su documento Prospectiva del Sector Eléctrico 2010-2025, el Gobierno de la República Mexicana estima que dada la menor volatilidad de los precios del mineral de carbón, en comparación con los de otros combustibles primarios, y su mayor disponibilidad respecto de otros combustibles fósiles, es de esperarse que a nivel mundial, la utilización del carbón seguirá creciendo en las naciones que cuentan con grandes reservas de este, entre ellas China, India y los Estados Unidos (Secretaría de Energía, 2010, p. 21). México, aunque cuenta con importantes yacimientos de mineral, no ha formulado en el pasado reciente una política energética para capitalizar sus ventajas relativas, como tampoco para minimizar sus desventajas, entre las cuales están principalmente la contaminación que produce y las emisiones de gases de efecto invernadero liberados a la atmósfera. Nuestro país, con reservas estimadas en 1,211 millones de toneladas, cuenta con materia prima para generar energía durante 106 años, mucho más de lo que se ha manejado como prospectiva oficial para otros combustibles fósiles (p. 42), no contar con una política pública para

un recurso con tanto potencial es una omisión grave, que permanece hasta el momento sin subsanar.

El Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 formulado por el gobierno federal reconocía que los procesos de generación y uso de la energía constituyen el principal emisor de gases de efecto invernadero, con el 60.1% de las emisiones totales, que en 2006 se ubicaron en 715.3 millones de toneladas de bióxido de carbono equivalente (Secretaría de Energía, 2010, p. 114). El propio programa planteaba el establecimiento de acciones de eficiencia energética, uso de fuentes renovables de energía, secuestro y almacenamiento geológico de carbono, así como mayor uso de la energía nuclear. Estas acciones girarían entre otros, sobre los ejes: fomentar la generación de electricidad con tecnologías bajas en carbono en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN); desarrollar proyectos de eficiencia energética que reduzcan emisiones de GEI en el SEN; y fortalecer las capacidades nacionales para la eventual aplicación de tecnologías de captura y almacenamiento geológico del CO₂ generado por la industria energética del país, lo cual pone de manifiesto la consciencia de la administración pública federal por el problema de la generación de gases de efecto invernadero y sus alternativas de solución.

En este sentido, de forma significativa, el gobierno de la República mexicana plantea que hacia los últimos años del horizonte de planeación 2010-2025, se considera la incorporación de proyectos denominados como de Nueva Generación Limpia, los cuales, contribuirán a diversificar la canasta de generación del SEN, mencionando como "Algunas opciones posibles son: ciclo combinado y carboeléctrica con captura y secuestro de CO₂, lo que deja en claro que si acaso, hasta el año 2025 se comenzará a planear sobre el punto concreto de la reducción de emisiones de bióxido de carbono a través de la secuestro de carbón, siendo imposible de precisar cuándo podrían verse acciones concretas a gran escala en esta materia.

Esta situación contrasta notablemente con el interés al más alto nivel de la administración pública de los Estados Unidos y el volumen de inversión tanto privada como gubernamental para concretar los primeros proyectos comercialmente efectivos de secuestro de carbón para el año 2016.

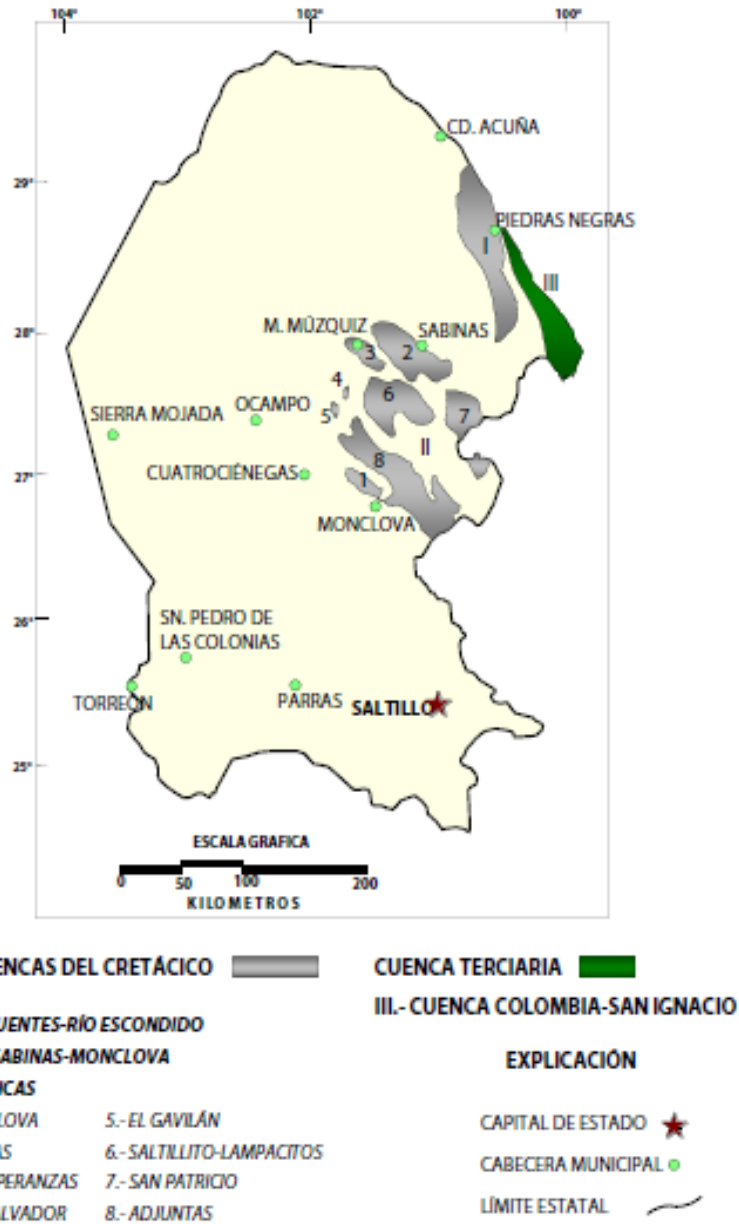
La región carbonífera de Coahuila

Una de las regiones más deprimidas económicamente del estado de Coahuila, México, se localiza al noroeste de la ciudad de Monterrey N.L., aproximadamente a 350 kilómetros de esa localidad. Sus principales centros de población tradicionalmente han sido: Nueva Rosita y San Juan de Sabinas. Su vida económica se ha centrado en los recursos que generan la

artesanal explotación minera del carbón. Su futuro no se presenta muy halagüeño porque desde hace ya varios años sus tasas de crecimiento urbano han disminuido paulatinamente, y la tendencia apunta inexorablemente, en el mediano plazo se convertirán en pueblos fantasmas junto a minas agotadas, como ha ocurrido con otros enclaves mineros del país; aunque, con una relevante diferencia, su vulnerable situación económica y demográfica, no está en función de la existencia del recurso natural, como la historia económica lo señala, para el resto de las poblaciones mineras nacionales, mediante el clásico "axioma" económico: *"al agotarse los recursos mineros, también terminaban las inversiones productivas y los pueblos desaparecían de la faz de la tierra..."*

Nueva Rosita y San Juan de Sabinas comparten con otras localidades de la Región central del Estado de Coahuila, aunque menos agraciadas por la naturaleza, el carbón. Agujita, Barroteran, Cloete, Las Esperanzas, Palaú, asentamientos en donde sus habitantes dependen casi exclusivamente de la minería y la industria del carbón.

CUENCAS CARBONÍFERAS EN EL ESTADO



Fuente: Servicio Geológico Mexicano (2011) Panorama Minero del Estado de Coahuila

Diagnóstico Económico

Fuera del discurso político, tachonado de demagogia e ignorancia de la realidad económica regional y mundial, a que nos tienen tan acostumbrados los políticos. Hasta la fecha, y por largos años, la región carbonífera ha permanecido al margen de los planes y programas de desarrollo económico

estatales y federales. La voluntad política se ha limitado a programas asistenciales de corte social movidos generalmente por intereses electorales.

Han brillado por su ausencia la formulación de proyectos de gran envergadura, rentables y factibles de aprovechar los recursos naturales de la región con un alto impacto en el incremento de los ingresos de las familias, no solamente afincadas en esos lugares sino que logren cambiar el status de la región de expulsora a un polo de desarrollo atrayente, para los trabajadores productivos de otros sitios. Por ejemplo: Centrales de Energía de Ciclo Combinado; Plantas de Energías Alternas o Empresas Constructoras de Carros y Máquinas de Ferrocarril, que indudablemente requieren de redes de comunicación seguras y rápidas con los puertos mexicanos del Pacífico y Golfo de México. Es una realidad las regiones incomunicadas o semi-aisladas están destinadas al olvido y al endeble progreso económico.

Factor de cambio y detonante del crecimiento económico. En Coahuila, quizá con la excepción de la Región Laguna, la IED ha sido la palanca de desarrollo de las actividades productivas en algunos de sus municipios como Ramos Arizpe y Saltillo. Desafortunadamente en la región carbonífera los capitales extranjeros no han participado, a gran escala, como lo han hecho en los municipios con vocación similar del Estado de Zacatecas. Las razones pueden atribuirse a la baja rentabilidad de explotar carbón, falta de incentivos gubernamentales o al aislamiento geográfico de la zona. Estos estructurales factores, y desde luego otros, han configurado un *sui generis* esquema de mercado conformado por pequeños productores mineros y dos grupos industriales multinacionales. Uno de ellos cubre todo el proceso de industrialización del carbón hasta convertirlo, después de algunas mezclas con otros minerales, en acero con diferentes presentaciones. A la vez, también compra la producción de otros pequeños empresarios de la región. El otro gran comprador es una empresa paraestatal, que lo utiliza como insumo (combustible) para generar energía eléctrica.

En economía se le llama *duopsonio*, cuando en un mercado se presentan sólo dos compradores, en el caso de Coahuila, el esquema se asemeja al que explican los manuales de microeconomía, por supuesto con matices y diferencias. Si existen pocos compradores los productores tienden a perder poder de decisión en las negociaciones para fijar los precios, y generalmente los determinan los grandes demandantes de la materia prima; obviamente, que consideran el precio internacional del mineral.

La escasa competencia, la baja productividad de los trabajadores, las obsoletas técnicas de explotación, la calidad del mineral, la tímida regulación gubernamental, las barreras arancelarias de importación de los Estados Unidos al acero nacional; la participación apabullante de China en el mercado internacional y nacional y las grandes innovaciones y

reconversiones industriales mundiales que paulatinamente han desplazado al acero por otros materiales más competitivos; y para documentar nuestro optimismo. El dióxido de carbono que se produce al quemar carbón contribuye severamente al recalentamiento global del planeta. Esos factores reducen las expectativas de crecimiento y de sobrevivencia de la región carbonífera de Coahuila, las opciones que les quedan a los jóvenes oriundos de esas latitudes es abandonar el terruño en busca de oportunidades remunerativas de trabajo en el mercado estadounidense o incorporarse a las maquiladoras del norte del país. A pesar de haber nacido en la Cuenca de Sabinas, la más importante del país, pues aporta cerca del 90 por ciento de la producción nacional de carbón y el 100% de la usada para generación de electricidad.

La producción de carbón en la región

Durante el año 2010 la producción de carbón mineral en la Región Carbonífera del Estado de Coahuila alcanzó 11'246,639 millones de toneladas, cantidad reconocida por el Servicio Geológico Mexicano como el 100% del total nacional de este recurso (2011). A pesar de lo impresionante que pueda parecer el volumen de extracción, esta cifra dista mucho del máximo alcanzado tan solo tres años antes, cuando la explotación del mineral alcanzó 17,299,221 millones de toneladas, para caer a 9,496,189.00 en el año 2009, oscilaciones debidas no a la capacidad de producción, sino a problemas de mercado.

Para el año 2010 el valor de la actividad de extracción de carbón mineral alcanzó los 5,650,597,800, lo que da una idea de la importancia económica que representa para una región que prácticamente depende de este sector.

Cuadro 1. Producción de Carbón Mineral en México 2006-2010

	2006	2007	2008	2009	2010
Millones de toneladas	16.084.718	17.299.221	15.474.653	9.496.189	11.246.639
Valor total de la producción en pesos corrientes	3.053.289	5.177.508.300	5.237.795.133,33	4.879.781.000	5.650.597.800

Fuente: Servicio Geológico Mexicano (2011) Panorama Minero del Estado de Coahuila

Un elemento importante derivado del análisis de la tabla anterior es que el valor de la producción de carbón tiende a mantenerse estable,

independientemente de las altas y bajas de la misma, a veces enormemente pronunciadas, esto debido a que el del carbón mineral es un mercado de un solo cliente, que es quien fija el precio de compra, no pocas veces en perjuicio de las empresas productoras y las familias que dependen de estas unidades productivas.

Esta situación no es privativa de México, en buena parte del mundo los precios del carbón para la generación de electricidad mantienen una estabilidad que contrasta fuertemente con los precios de los hidrocarburos y otros combustibles primarios, que si se reflexiona sobre ello, es un factor importante de competitividad del sector productivo alimentado por energía eléctrica generada por carbón, situación que sería completamente diferente si la factura de la electricidad tuviera que reflejar los incrementos de los combustibles empleados para su producción.

En el siguiente cuadro se relacionan las principales explotaciones de carbón mineral en la Región Carbonífera del Estado de Coahuila, por razones de espacio no se incluyen las empresas que entrarían como mediana minería, pero en conjunto representan una gran capacidad tecnológica y de infraestructura sobre la cual podría esquematizarse un importante proyecto de secuestro de bióxido de carbono, si como se concibe, transforma la opción del carbón mineral en una energía limpia, además de la incuestionable ventaja de su precio.

Cuadro 2. Principales minas en explotación (Gran minería)

<i>Nombre</i>	<i>Empresa</i>	<i>Municipio</i>
MIMOSA VI	Minerales Monclova S.A. de C.V. (MIMOSA)	Múzquiz
Tajo III	Minerales Monclova S.A. de C.V. (MICARE)	Nava
Mina VI	Minerales Monclova S.A. de C.V. (MICARE)	Nava
MIMOSA VII Saltillito	Minerales Monclova S.A. de C.V. (MIMOSA)	Progreso
Tajo El Coyote	MEXATIM	San Juan de Sabinas
Mina V La Esmeralda	Minerales Monclova S.A. de C.V. (MIMOSA)	San Juan de Sabinas
Tajo El Milagro	MINSA	San Juan de Sabinas
Tajo El Milagro I	MINSA	San Juan de Sabinas

Fuente: Servicio Geológico Mexicano (2011) Panorama Minero del Estado de Coahuila

Además de las grandes, medianas y pequeñas explotaciones mineras, el carbón por su característica de hallarse casi a flor de tierra, da pie lugar a un número indeterminado y siempre cambiante de microexplotaciones, las cuales operan de forma muy rudimentaria, pero que sin embargo realizan una significativa aportación al volumen de mineral extraído anualmente, además de cumplir un objetivo social y económico en la región, al emplear a gran cantidad de operarios, si bien con muy malas condiciones de seguridad e higiene en el trabajo.

Algunas de las grandes empresas mineras enumeradas poseen una amplia infraestructura, son propietarias de grandes predios, en algunos de los cuales se ubican enormes minas agotadas hace décadas, no muy lejanas de las explotaciones actuales, que podrían funcionar para el almacenamiento de bióxido de carbono, cumpliendo las características indispensables para este fin.



El proceso de secuestro de carbón no se asocia a la extracción y procesamiento del mineral, sino a la quema, por lo que tendría que operarse en sociedad con la Comisión Federal de Electricidad, implicando necesariamente un sobreprecio a todo el proceso de generación de electricidad, condición que aun así tiene que representar una ventaja respecto al costo de generación con otros combustibles fósiles, con la ventaja agregada importantísima, de que desaparece su principal inconveniente actual, la generación de gases de efecto invernadero.

En el siguiente cuadro se relacionan algunas de las empresas que operan en la región carbonífera asociadas a la extracción del mineral de carbón, es de notar la capacidad de procesamiento que algunas de ellas tienen, lo cual puede ser tomado como base para la movilización de grandes cantidades de dióxido de carbono como subproducto de la quema del carbón para la generación de energía eléctrica.

Cuadro 3. PLANTAS DE BENEFICIO ACTIVAS DE MINERALES NO METÁLICOS EN LA REGIÓN CARBONÍFERA DEL ESTADO DE COAHUILA

Nombre	Municipio	Capacidad toneladas por día	Sistema de operación
Planta lavadora La Florida (MIMOSA)	Múzquiz	12.000	Planta lavadora (medio denso y flotación)
Planta lavadora Palaú (MIMOSA)	Múzquiz	15.000	Planta lavadora (medio denso y flotación)
Altos Hornos de México, S.A	Monclova	7.200	Coquización
Planta lavadora Mexatim	San Juan de Sabinas	1.200	Planta lavadora (medio denso y flotación)
Planta coquizadora MINSA	Múzquiz	10	Coquización
Planta coquizadora IMMISA	San Juan de Sabinas	200	Coquización
Planta lavadora MICARE	Nava	24.000	Planta lavadora (medio denso y flotación)
Planta lavadora San Patricio (CEMEX)	Progreso	3.600	Planta lavadora (medio denso y flotación)
Planta lavadora MINSA	Sabinas	3.600	Planta lavadora (medio denso y flotación)

Fuente: Servicio Geológico Mexicano (2011) Panorama Minero del Estado de Coahuila

A principios del sexenio del presidente Felipe Calderón Hinojosa, y como complemento del Plan Nacional de Desarrollo, el Gobierno de la República formuló el Programa Sectorial de Energía 2007-2012, que está a punto de darse por concluido, el documento concentrador de la política oficial para el sector, consideró para el carbón su Estrategia 1.3.4. el "Promover la recuperación y el aprovechamiento del gas asociado a los yacimientos de carbón mineral, con estándares de seguridad y protección al ambiente" (Presidencia de la República (2008, p. 23) .

A esta estrategia se le asignaron las Líneas de acción siguientes: Establecer los mecanismos que permitan la captura de la renta económica derivada del aprovechamiento del gas asociado a los yacimientos de carbón mineral en beneficio de la Nación; Promover el aprovechamiento racional del gas asociado a los yacimientos de carbón mineral, así como la incorporación de nuevas reservas de este recurso; Promover esquemas que eviten la quema y el venteo del gas asociado a los yacimientos de carbón mineral; Promover el establecimiento de un marco normativo que garantice la seguridad de las personas y las instalaciones al recuperar y aprovechar el gas asociado a los yacimientos de carbón mineral, y Establecer un sistema de control y supervisión de las operaciones adecuado para la recuperación y aprovechamiento del gas asociado a los yacimientos de carbón mineral (Presidencia de la República (2008, p. 23) .

Con todo y ser una expectativa largamente solicitada en todos los tonos por parte de los industriales carboneros, la de lograr la autorización de parte del gobierno federal para el aprovechamiento de los gases asociados al carbón mineral, la contenida en el Programa Sectorial distaba mucho de ser un planteamiento lo suficientemente eficaz para fortalecer la capacidad energética de la nación y resolver un problema de seguridad que permanentemente tiene en riesgo la viabilidad de las inversiones y explotaciones de carbón mineral, y es un grave peligro para los trabajadores de las minas, siempre expuestos a una potencial explosión, que lamentablemente ocurren con gran frecuencia.

Tuvo que ocurrir el accidente de Pasta de Conchos en el 2006 para que se movilizara la legislación para permitir el aprovechamiento del gas asociado al carbón mineral como lo planteaba el Programa Sectorial de Energía, a la fecha todavía no se implementa en todo su potencial, pese a que la parte legislativa y reglamentaria han sido cubiertas (Presidencia de la República (2008, p. 23). En lo que constituye un principio de conflicto entre los gobiernos estatal y federal, el primero culpa de la falta de resultados concretos de la desgasificación de las minas de carbón con el doble fin de aprovechamiento del gas y evitar su acumulación que pueda provocar accidentes, al segundo, concretamente a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, que estaría requiriendo un impuesto de 45% al gas extraído con la finalidad de autoconsumo por parte de la empresa minera o su venta,

lo que desestimula cualquier inversión en la extracción, almacenamiento, proceso y transporte del gas, al grado que ni una sola iniciativa ha logrado concretarse, pese a la urgencia de contar con minas de carbón mineral libres de gas.

Conclusiones

El carbón mineral es un combustible barato pero altamente perjudicial para el ambiente, del que además depende casi exclusivamente la economía y el sostenimiento de la población de una amplia zona geográfica del norte de México, la Región Carbonífera del Estado de Coahuila.

Hasta el momento actual la sociedad y el gobierno han tenido que elegir entre energía barata, muy contaminante, y energía cara, menos contaminante, pero tampoco completamente limpia. México se encuentra en un momento de decisiones trascendentales en materia energética, resurgiendo el carbón como la opción más económica de entre la gama de sus combustibles primarios. No se trata de volver a la encrucijada anterior, sino de avanzar en la aplicación de los avances tecnológicos para disminuir y hasta eliminar las desventajas de la quema de mineral para la generación de electricidad.

Si bien el proceso de secuestro de carbono se halla todavía en fase de planeación de los primeros grandes proyectos a escala en los Estados Unidos, es urgente que nuestro país haga sus propios planteamientos sobre este tema.

Bibliografía

PIRES, J. M., MARTINS, F. G., ALVIM-FERRAZ, M. M., & SIMÕES, M. M. (2011): "Recent developments on carbon capture and storage: An overview". *Chemical Engineering Research & Design: Transactions Of The Institution Of Chemical Engineers Part A*, 89(9), 1446-1460. doi: 10.1016/j.cherd.2011.01.028 se

ENVIROMENTAL PROTECTION AGENCY (2011): "Greenhouse Gas Emissions"
<http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/gases/co2.html>

ENVIROMENTAL PROTECTION AGENCY (2011): "Carbon Dioxide Capture and Sequestration"
<http://www.epa.gov/climatechange/ccs/index.html>

DEPARTMENT OF ENERGY (2011): "Carbon Sequestration Atlas of the United States and Canada"
http://www.netl.doe.gov/technologies/carbon_seq/refshelf/atlasIII/2010AtlasIII_Intro-National.pdf

SECRETARIA DE ENERGÍA (2010): "Prospectiva del sector eléctrico 2010-2025", México 227 p.

SECRETARIA DE ENERGÍA (2011): "Estrategia nacional para la transición energética y el aprovechamiento sustentable de la energía 2011", México, 99 p.

SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO (2011): "Panorama Minero del Estado de Coahuila", Secretaría de Energía 48 p.

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA (2008): "Programa Sectorial de Energía", México, 52 p.