

# Metano:

## fuentes global de energía del siglo XXI



Editor invitado: Jorge Falla  
jorgefalla@yahoo.com

**Dr. Nebojsa Nakicenovic**  
Jefe del Proyecto de Transición a Nuevas Tecnologías  
Instituto Internacional de Análisis de Sistemas Aplicados  
Laxenburg, Austria

Lograr la provisión de servicios energéticos adecuados es el más importante reto del siglo XXI y un prerrequisito para el desarrollo social y económico en el mundo. Dado que se espera que la población global se duplique para finales de siglo, mejorar la calidad de vida de quienes no tienen acceso a los mercados ni a los servicios energéticos comerciales se convierte en una prioridad. Actualmente no cuentan con servicios energéticos comerciales unos dos billones de personas –casi el doble de los que hoy cuentan con el servicio–, lo que significa que casi ocho billones de personas deberán ser “conectadas” al sistema energético global en este siglo. La demanda será voraz y no podrá ser satisfecha con la estructura actual de los sistemas de energía, ya que muchas tecnologías actuales tienen asociados impactos adversos, tales como la contaminación del aire, la acidificación regional y el cambio climático.

Conjuntamente con tecnologías nuevas y avanzadas, el metano y otros gases energéticos pueden cubrir en parte la creciente demanda por energía limpia y accesible. Estos gases pueden ofrecer una contribución sustancial para superar el reto del siglo y, a la vez, ofrecer la oportunidad de preparar un futuro donde la intervención humana sobre la naturaleza (como el cambio climático) sea menor.

### Recursos metaníferos

La percepción sobre los recursos globales de metano ha cambiado dramáticamente durante las últimas décadas. Tradicionalmente se pensaba que las reservas convencionales de gas natural que existen en el mundo permitirían cubrir unas seis décadas a los niveles actuales de consumo, no obstante, ésta es una visión estática de la disponibilidad de reservas de gas natural, que ha sido puesta en tela de juicio por diversas evaluaciones recientes. Hoy, a diferencia de lo que se pensaba hace diez años, se considera que los recursos de gas natural son abundantes y están distribuidos incluso en con mayor amplitud geográfica que los petrolíferos. Pero esto no es todo, se especula que existen enormes ocurrencias de gas natural que, de ser aprovechadas, podrían cubrir cualquier demanda futura de energía por varios siglos (ver tabla 1).

El tema de fondo es saber qué proporción de tales recursos podrán ser extraídos con métodos convencionales, a los precios actuales; y qué proporción de aquellos requerirán de tecnologías nuevas con costos competitivos.

A medida que las tecnologías mejoran y las condiciones del mercado cambian, algunos recursos pueden ser reclasificados y pasar a la categoría de reservas. Como sabemos, el concepto de reservas es dinámico, ya que siempre son repuestas con los nuevos recursos obtenidos gracias a la evolución de la industria. De hecho, el crecimiento histórico de reservas, presentadas a menudo como la relación reservas-producción, ha excedido con largueza el incremento del consumo. Pero además los recursos gasíferos, convencionales y no convencionales, siguen siendo corregidos hacia arriba. Otro hecho notable es que las denominadas fuentes no convencionales de metano (el componente principal del gas natural) están deviniendo en competitivas, como ocurre en el caso de la extracción del metano atrapado en los mantos de carbón. En

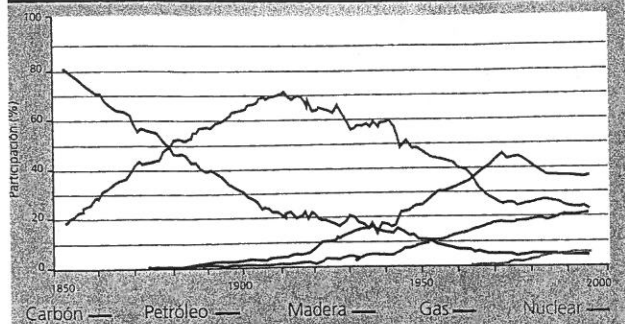
TABLA 1: RESERVAS GLOBALES DE HIDROCARBUROS, RECURSOS Y OCURRENCIAS, EN ZJ (10<sup>21</sup> J)

	CONSUMO		RESERVAS	RECURSOS	BASE DE RECURSOS	OCURRENCIAS ADICIONALES
	1860-1998	1998				
<b>PETROLIO</b>						
CONVENCIONAL		0.14		5		
NO CONVENCIONAL			6	12	12	> 100
<b>GAS</b>						
CONVENCIONAL				5	12	
NO CONVENCIONAL		-		7		> 10
<b>HIDRATOS</b>						
						800
<b>CARBÓN</b>		0.09		108	5	> 130
<b>TOTAL</b>	12.5	0.31	66	140	206	> 1000

Fuentes: Nakicenovic et al. 1996; Nakicenovic et al., 1998; Masters et al., 1994; y Rogner, 1997.

## Sustitución de fuentes primarias de energía global

(Como participación porcentual del mercado entre 1850 y 2000)

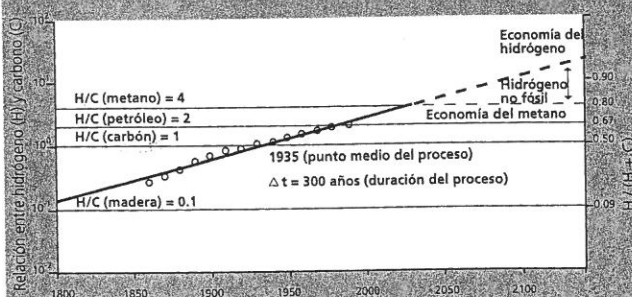


Fuente: Marchetti y Nakicenovic, 1979; y Grubler, 1988.

FIGURA 1

## Descarbonización de la fuente de energía

(Relación H/C para la fuente primaria de energía global entre 1800 y 1990 y tendencia futura expresada como la relación entre el número de átomos de H/C)



Fuente: Actualización de Marchetti, 1985; Absubel et al., 1988.

FIGURA 2

general los nuevos hallazgos –incluyendo la reposición de reservas– superan con creces el consumo global.

El cambio más radical de percepción está asociado con las gigantescas cantidades de metano atrapadas en el hielo, los denominados hidratos de metano (clatratos). Inclusive, hay estimaciones que indican que esta forma de metano podría representar una fuente de energía mucho más grande que la suma de todos los recursos hidrocarbúricos conocidos (tabla 1). El reto es establecer las condiciones que pueden permitir que tan enormes recursos sean convertidos en reservas.

### Descarbonización y eficiencia

El sistema energético global ha pasado de la dependencia del carbón, al petróleo y, más recientemente, al gas natural. (figura 1), lo cual ha conducido a una significativa descarbonización del sistema energético global, en virtud de la mayor incidencia del metano, el menos intensivo en carbono de todos los hidrocarburos energéticos (figura 2).

Convertir gas natural en electricidad y calor usando para ello plantas con turbinas de ciclo combinado es más eficiente que emplear cualquier otra tecnología de conversión termoeléctrica. A su vez, la electricidad producida con gas natural es más competitiva cuando se cuenta con infraestructura para su transporte y la distribución. El costo de capital es mucho más bajo, lo que resulta importante para mantener la competitividad en los mercados de energía privatizados y desregulados.

La eficiencia en la producción de calor y en la cogeneración de calor y energía usando gas natural es también muy alta. Debe indicarse que hay varias tecnologías de avanzada que pueden elevar la

eficiencia de la conversión del gas natural. Las celdas de energía ("fuel cells"), las mini y micro turbinas, la conversión del gas a líquido y la producción de hidrógeno mediante el retiro y acumulación de carbono, son opciones que probablemente se difundan en diversas partes del mundo durante este siglo, y que pueden hacer al gas natural aun más competitivo, confiable y disponible.

Al igual que en el caso de otras fuentes energéticas –como hidrocarburos, energías renovables o incluso energía nuclear–, para desarrollar todas las opciones antes señaladas se requerirá de una decidida inversión pública y privada. La ventaja actual del gas natural es que la turbina de ciclo combinado es una tecnología que reúne requisitos técnicos, ambientales, de costo y disponibilidad muy adecuados. Empero, una reducción radical en el costo de las energías renovables o en los adversos impactos ambientales del carbón podrían revertir la ventaja actual del gas natural en los mercados de generación. Esto pone de manifiesto la necesidad de desarrollar las tecnologías del metano.

### Clima y ambiente

Aún con las tecnologías actuales, la emisión de contaminantes en el caso del gas natural es muy baja. Por comparación con el carbón, su combustión genera menos de la mitad de dióxido de carbono. La combustión del gas natural es limpia y no genera material particulado. Básicamente, no genera óxidos de azufre y tampoco forma óxidos de nitrógeno.

Es más, las modernas tecnologías de combustión han sido diseñadas para limitar la formación de estos compuestos; de modo que con la difusión de tecnologías

avanzadas –i.e las referidas a conversión de gas natural en electricidad– las emisiones asociadas a la combustión del gas natural pueden reducirse a cero y virtualmente eliminarse la mayoría de impactos ambientales adversos.

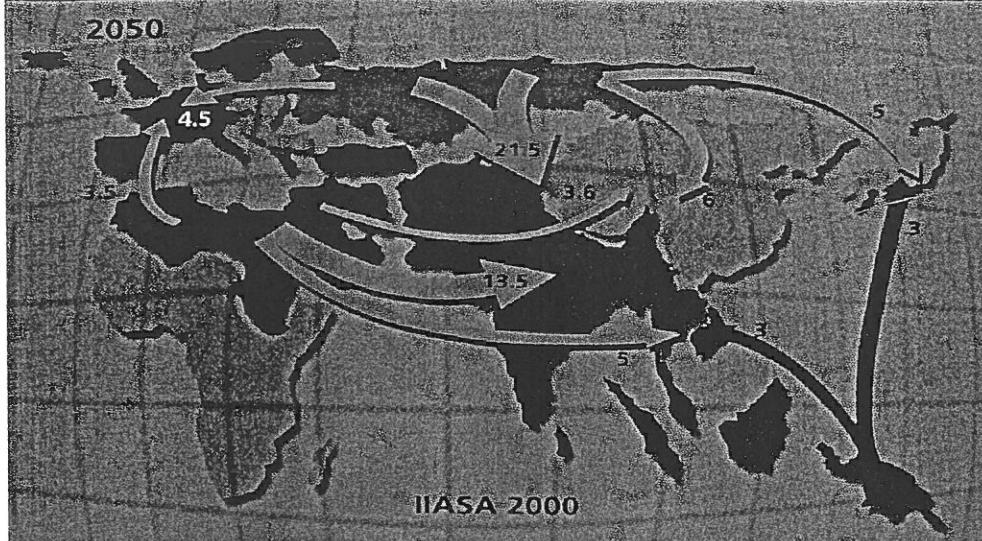
El tema del dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero es mucho más complejo. El carbón es oxidado durante la combustión del gas natural, lo que resulta en la emisión de dióxido de carbono. Hay formas de secuestrar este carbono antes y después de la combustión a fin de minimizar la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera; no obstante, ello exige encontrar alguna forma de almacenar carbono durante milenios. Puesto que los clatratos de dióxido de carbono pueden permitir almacenar el carbono secuestrado; la extracción de metano de los clatratos podría ayudar a desarrollar la tecnología necesaria para hacer posible este almacenamiento futuro de carbono. Muchas de las estrategias de descarbonización favorecen al gas natural, que por tener el más bajo contenido de carbono de todas las fuentes de hidrocarburos energéticos, requiere tan sólo de un mínimo secuestro de carbono (figura 2).

### La era del metano

Junto con la necesidad de producir la energía necesaria para garantizar el desarrollo económico y social en todo el mundo, posiblemente el cambio climático sea una de las mayores preocupaciones globales del presente siglo. El metano, y posteriormente el hidrógeno, ofrecen la posibilidad de reconciliar estos objetivos a menudo en pugna.

La evolución de los sistemas energéticos hacia una mayor participación del

## Flujos comerciales de gas natural en Eurasia



Fuentes: Riahi y Roehrl, 2000; Nakicenovic et al., 2000.

FIGURA 3

Estimación del flujo de comercio intercontinental en Eurasia en el año 2050 para un escenario intensivo SRES-MESSAGE-A1G. Las líneas de flujo representan gaseoductos y rutas de comercio, el ancho de las flechas es proporcional a los flujos, expresados como Electron-Joules (EJ) por año (1018J), las áreas son proporcionales al consumo primario de energía en el 2050.

metano es consistente con la dinámica de los escenarios pasados y de las opciones futuras (figura 1) De continuar esta tendencia, ello redundará en emisiones de metano y dióxido de carbono muy bajas; si las comparamos con escenarios más convencionales de desarrollo energético global (figura 2). La razón de tan moderadas emisiones en el escenario "era del metano" es que el gas natural emite menos dióxido de carbono que los demás hidrocarburos energéticos y además puede ser usado para producir portadores de energía exentos de carbono, como el hidrógeno. Así pues, al amparo del gas, podrían desarrollarse fuentes energéticas libres de carbono que irían posicionándose desde el 2100 en adelante. Podríamos decir que la fase actual de desarrollo del sistema energético global se ubica a mitad de camino en la era de los hidrocarburos (figura 2).

La descarbonización continuará en el mundo a medida que el metano se convierta en la principal fuente de energía (figura 2). Para ello será necesario, no sólo desarrollar toda una gama de tecnologías del metano, sino también establecer sistemas energéticos interconectados a gran escala en el mundo, en especial en Eurasia, donde se espera un gran incremento en los servicios energéticos (figura 3). Todo ello supondrá un drástico cambio energético-político. Desde esta perspectiva, el metano puede considerarse el hidrocarburo de transición en el siglo XXI. Durante la próxima década tenemos que

trabajar en dos grandes saltos tecnológicos: el desarrollo de la tecnología del metano, y la posterior producción de hidrógeno sin usar hidrocarburos como fuente de energía.

Los recursos de metano, como los hidratos, son potencialmente tan abundantes que pueden constituirse en una fuente duradera de hidrógeno y electricidad, a la vez que contribuyen con el secuestro del carbono y su almacenamiento permanente. De esta forma, el gas natural podría ser el puente que nos conduzca a una era de fuentes de energía libres de carbono, tales como la energía solar, de fusión nuclear, o a de hidrógeno obtenido a partir de los vastos recursos de clatratos. La descarbonización del metano de los clatratos, y en general de otras fuentes de gas, requerirá el desarrollo de nuevas tecnologías y de formas novedosas de secuestro y almacenamiento de carbono a futuro, para producir gases libre decarbono, como el hidrógeno, y otros portadores, tales como la electricidad.

Entretanto la participación del gas natural en la oferta energética primaria irá en aumento, a expensas de fuentes energéticas menos limpias, como el carbón y el petróleo. Esta transición hacia la era del metano y, de allí, a una era de sistemas energéticos libres de carbono es una opción deseable, pues maximizaría la reducción de otros impactos adversos sobre el ambiente que están asociados al uso de la energía, tanto como una

reducción sustancial de las emisiones de dióxido de carbono.

### Conclusión

La "era del metano" puede convertirse en el punto más importante para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del sector energético, y también en un prerrequisito para lograr un futuro libre de carbono más allá del siglo XXI. Una mayor participación del metano puede reducir muchos de los impactos adversos de la energía sobre el ambiente y la salud humana. Así, el metano parece ser el puente adecuado para pasar del actual sistema energético hacia la nueva era de un sistema energético más acorde con el ambiente, ya que contribuirá al logro de dos importantes metas: brindar los servicios energéticos necesarios para el desarrollo económico y social, y reducir a la vez los impactos adversos al ambiente en general.

Es por ello que el metano promete ser la elección como fuente de energía global del siglo XXI y más allá. Es el más limpio de todos los hidrocarburos energéticos, su eficiencia de conversión es alta y estará disponible por mucho tiempo. El metano puede convertirse en el puente hacia una era de servicios energéticos asequibles, abundantes, difundidos y limpios en todo el mundo. □

### Referencias (en orden alfabético)

- Ausubel, J.H., Grübler, A. y Nakicenovic, N., 1988: Carbon dioxide emissions in a methane economy, *Climatic Change*, 12, 245-263.
- Grübler, A., 1998: *Technology and Global Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Marchetti, C., 1985, *Nuclear Plants and Nuclear Niches*, Nuclear Science and Engineering, 90, 521-526.
- Masters, C.D., E.D. Attanasi, y D.H. Root, 1994: *World petroleum assessment and analysis*. In: *Proceedings of the 14th World Petroleum Congress*, Stavanger, Norway. John Wiley, Chichester, UK.
- Nakicenovic, N., y Marchetti, C., 1979: *The Dynamics of Energy Systems and the Logistic Substitution Model*, RR-79-13, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria.
- Nakicenovic, N., et al., 1996: *Energy primer*, in R.T. Watson, M.C. Zinyowera and R.H. Moss (eds): *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change, The Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge and New York, pp. 77-92.
- Nakicenovic, N., A. Grübler, y A. McDonald (eds.), 1998: *Global Energy Perspectives*. Cambridge University Press, Cambridge
- Nakicenovic, N. et al., 2000: *Special Report on Emissions Scenarios of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Riahi, K., y R. A. Roehrl, 2000: *Greenhouse Gas Emissions in a Dynamics as Usual Scenario of Economic and Energy Development, Technological Forecasting and Social Change*, 63(2-3).
- Rogner H.-H., 1997: *An Assessment of World Hydrocarbon Resources, Annual Review of Energy and the Environment*, 22, 271-262.