

**Gas de esquisto e hidrógeno nuevo binomio energético.**  
**Expectativas y posibilidades.**

E. Mar-Juárez, M. Amador-Rios, F. Murrieta.  
Instituto Mexicano del Petróleo  
Eje Central Lázaro Cárdenas Norte 152, 07730 México D.F., México.  
Tel: 91757492, mail: emar@imp.mx

**Introducción.**

Los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) han sido fundamentales para la civilización industrial pues son la fuente de energía que ha permitido el espectacular desarrollo que ésta ha experimentado en los últimos 3 siglos. La situación podría continuar así al menos otros 300 años a no ser por 2 factores, uno de carácter económico y otro de naturaleza ambiental, que progresivamente han ganado importancia y han motivado a la humanidad a buscar nuevas fuentes para satisfacer la siempre creciente demanda de energía. El factor económico deriva de que los yacimientos de combustibles fósiles son finitos y gradual e inexorablemente se agotarán, conforme ello ocurra cada vez será más difícil y costoso extraerlos y procesarlos y llegará el momento en que producir energía con otras fuentes resulte más atractivo. En cuanto al aspecto ambiental el empleo de combustibles fósiles ha contribuido importantemente a la contaminación y deterioro del medio ambiente y es muy probable, aunque no está demostrado en rigor, que la quema de combustibles fósiles sea uno de los mayores responsables del calentamiento de la tierra observado en las últimas décadas.

Actualmente los combustibles fósiles contribuyen con aproximadamente el 85 % del consumo total de energía a nivel mundial (aproximadamente  $5.7 \cdot 10^{20}$  J), la sustitución es inevitable y prácticamente está en marcha en todo el mundo, difícilmente una sola nueva fuente será capaz de producir de la región donde se produzca, por ejemplo, la energía solar es más conveniente en regiones de alta insolación y la eólica donde el viento es constante y tiene una velocidad en un intervalo determinado.

En el conjunto de nuevas fuentes de energía destaca la derivada del hidrógeno, que por ser capaz de producir grandes cantidades de energía sin emitir contaminantes ha sido considerada como una de las alternativas más atractivas, 1 kg de hidrógeno produce tanta energía como 1 kg de gasolina, la cual además emite alrededor de 3.5 Kg de bióxido de carbono. En torno a esta fuente se han desarrollado múltiples tecnologías como los automóviles y las celdas de combustible que para entrar al mercado en forma competitiva solo esperan las correspondientes fuentes de abastecimiento. Este problema, sin embargo, aún no está resuelto pues dado que el hidrógeno no está libre en la naturaleza sino principalmente asociado al agua y a los hidrocarburos su producción es muy costosa y aunque existen muchos métodos para producirlo (electrolisis del agua, gasificación, ciclos biológicos, ciclos redox, pirolisis, etc.) el método que la economía favorece es la reformación de combustibles fósiles, particularmente la del gas natural, no obstante que genera tanto o más bióxido de carbono que si se quemara la cantidad equivalente del propio combustible que se pretende sustituir. Así, mientras los otros métodos de producción alcanzan los niveles de competitividad de la reformación del gas natural, esta será la tecnología dominante y su dominio se reforzará debido a la incorporación del gas de esquisto (shale gas) que ya revolucionó el sector de la energía de los EEUU y ha comenzado a revolucionar al mundo entero, las reservas mundiales y potencial de producción de este gas son enormes y pueden ser la base para producir grandes cantidades de hidrógeno y combustibles líquidos sintéticos a bajo costo. En este trabajo se presenta un ejemplo del potencial de desarrollo del binomio gas de esquisto e hidrógeno en México.

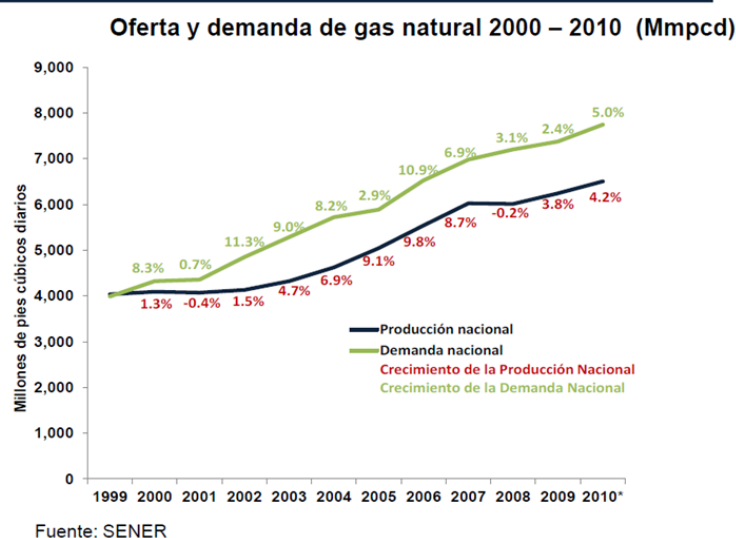


### Gas de esquisto.

Impulsado principalmente por las regulaciones ambientales y su bajo costo el consumo de gas natural en México se ha incrementado sustancialmente, la Secretaría de Energía [1] reportó que en el periodo comprendido del año 2000 al 2010 la demanda prácticamente se duplicó, pasando de 4 a casi 8 MMMpcd, con ello se han dejado de emitir a la atmósfera importantes cantidades de gases contaminantes, sin embargo, la producción nacional de gas natural no ha sido suficiente para satisfacer la demanda y conforme ha pasado el tiempo la brecha producción-demanda se ha ensanchado, para el año 2010 la brecha era de un 20 % de la demanda (fig. 1).

Figura 1 Demanda y producción de gas natural.

## Demanda histórica



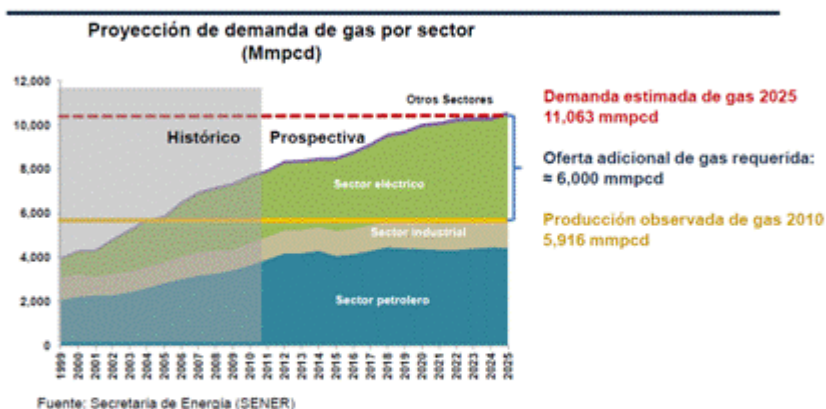
**En el periodo 2000 - 2010, la producción nacional de gas natural creció a una tasa promedio anual de 4.8% y, la demanda interna, lo hizo en 6.0%**

El gas natural se usa básicamente como combustible en tres sectores: petrolero, eléctrico e industrial, en orden de consumo actual. En la industria de refinación también se le usa para producir hidrógeno para consumo propio y la petroquímica para la producción de etileno del cual derivan varios productos.

Las estimaciones de la Secretaría de Energía indican que la demanda de gas natural continuará creciendo, el pronóstico para el año 2025 es que la demanda se ubicará alrededor de los 11 MMMpcd debido principalmente al crecimiento en el sector eléctrico que pasará a ser el principal consumidor (fig2). Con ello la brecha demanda-producción crecerá por arriba del 50 % pues también se prevé que la producción aumentará marginalmente debido al agotamiento de los yacimientos en explotación.

Figura 2 Demanda futura de gas natural.

## Pronóstico de demanda



**De 2010 – 2025 SENER estima un crecimiento anual de 2.4%, cifra superior al promedio mundial estimado por la Agencia Internacional de Energía (AIE), 2.0%.**

Para evitar esta situación PEMEX ha hecho importantes esfuerzos que han dado resultados positivos, por ejemplo, se estimaba que la producción de gas se estancaría alrededor de 6 MMMpcd, la producción alcanzada en 2011 fue de 7 MMMpcd y se espera que con la incorporación de nuevos yacimientos productores, la producción aumentará [2]. Además de ello PEMEX cuenta con una de las reservas de gas de esquisto más grandes del mundo cuya explotación podría revolucionar la industria petrolera nacional, como ya ha revolucionado a la industria Norteamericana. Estas reservas podrían no tan solo satisfacer la demanda de gas nacional, sino que apropiadamente manejadas podrían incluso sustituir al petróleo como principal fuente de energía y materias primas para la industria.

Desde el siglo XXVIII se conoce la existencia del gas de esquisto, sin embargo, debido a la naturaleza de los yacimientos (baja porosidad y permeabilidad, que indican poca abundancia y dificultad de extracción) no habían sido explotados comercialmente. De hecho la explotación a gran escala de estos yacimientos comenzó en este siglo en los EEUU, motivados por la rápida declinación de su producción de gas natural y los altos precios de los combustibles. En tan solo 4 años (2006 a 2010) la producción de gas de esquisto ha llegado a ser del 20 % de la producción total y se estima que para el año 2035 será de 46 %. Esto ha impactado positivamente la economía de ese país al bajar los precios del gas natural, aumentar las fuentes de empleo y fomentar el desarrollo tecnológico que le ha permitido mejorar la eficiencia de la explotación [3].

Conforme al reporte de la agencia de energía de los EEUU, existen importantes yacimientos de gas de esquisto en el mundo, en la tabla 1 se muestran los principales países poseedores de este recurso y las reservas comercialmente explotables con la tecnología actual.

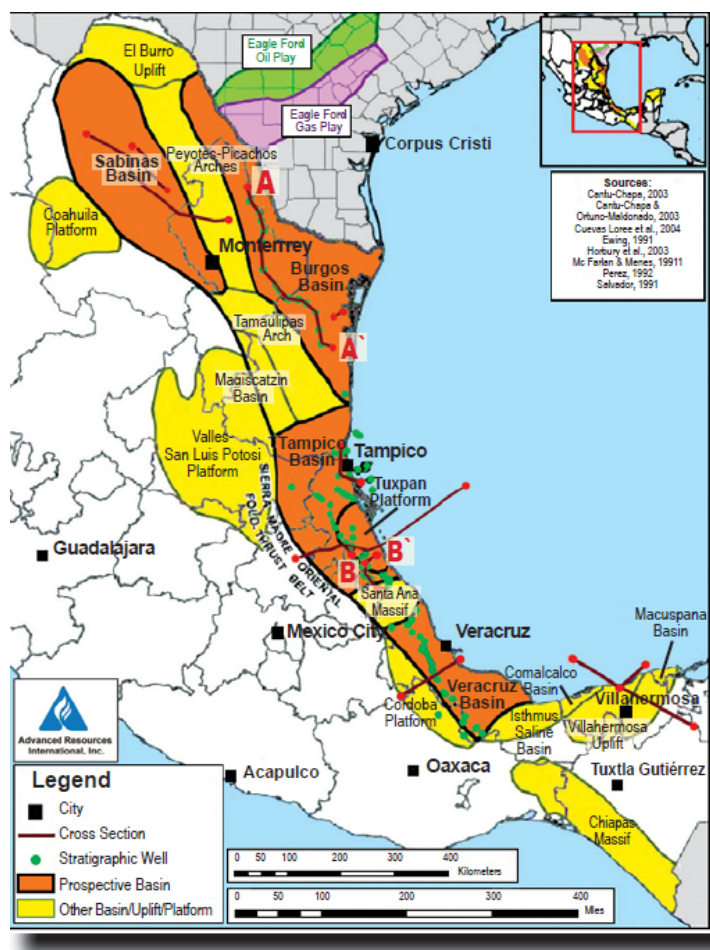
**XIII Congreso Internacional de la Sociedad Mexicana del Hidrógeno**  
**Aguascalientes, México, 2013**

Tabla 1 Principales yacimientos de gas de esquisto.

Pais	Recurso recuperable de Shale Gas (MMMMpc)
China	1,275
Estados Unidos	862
Argentina	774
<b>México</b>	<b>681</b>
Sudáfrica	485
Australia	396
Canadá	388
Algeria	231
Brasil	226
Polonia	187
Francia	180
India	63
Reino Unido	20

Con 681 MMMMpc México se ubica en el cuarto lugar mundial, ello representa una enorme riqueza que en pocos años podría coadyuvar a resolver los múltiples problemas que enfrenta la industria petrolera.

En la figura 2 se ilustran las cuencas prospectivas de yacimientos de gas de esquisto en México.



Fuente: US -EIA. World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States. Abril de 2011.

Figura 2 Cuencas prospectivas de gas de esquisto.

Para dar una idea de la magnitud de estas reservas, en la tabla 2 se indican los equivalentes másicos en comparación con las reservas probadas de petróleo y gas natural al 1 de enero de 2012.

Tabla 2 Comparación de reservas de gas de esquisto.

	Petróleo	Gas Natural	Gas lutita
Reservas	10,025 MMB	17.2 MMMMpc	681 MMMMpc
Reservas, MMTon	1482	341	13660
Relación	9.2	39.8	1

En términos másicos y energéticos el potencial del gas de esquisto es 9 veces mayor que el de petróleo, de modo que este gas podría incluso, pensando disruptivamente, cubrir la demanda energética del país y no solo de gas natural o bien ser utilizado como materia prima para la industria química y petroquímica.

### **XIII Congreso Internacional de la Sociedad Mexicana del Hidrógeno Aguascalientes, México, 2013**

Por ejemplo, el gas de esquisto puede convertirse en gasolina mediante procesos comerciales. Aplicando los procesos de reformación del gas natural y el proceso Fisher Tropsh, se podría producir toda la gasolina que demanda el país (alrededor de 800 MBPD), para ello se necesitarían aproximadamente 100 MTPD de gas de esquisto y la producción se podría mantener por 375 años, además de la gasolina se producirían 11 MTPD de hidrógeno con lo cual se impulsaría el desarrollo de tecnologías limpias para la producción de energía [4] .

Asimismo, el gas de esquisto puede ser una fuente importante de petroquímicos pues se puede transformar en gas de síntesis o bien en olefinas (etileno, propileno) que son materia prima para numerosos procesos industriales [5].

Si bien, las posibilidades que ofrece la explotación del gas de esquisto son amplias y atractivas, también existen barreras que hay que solventar, la primera de ellas es su extracción. Al encontrarse en yacimientos profundos y de baja permeabilidad, es necesario contar con tecnología apropiada, en los EEUU la explotación del gas de esquisto comenzó con pozos verticales cuya productividad era baja, pronto desarrollaron la tecnología de pozos horizontales dotados con dispositivos especiales para fracturar hidráulicamente los yacimientos y facilitar la extracción del gas, ello aumento significativamente la productividad de los pozos. Para evitar que las fracturas se cierren, desarrollaron tecnologías de inyección de agentes capaces de mantener las fracturas sin colapsar. Asimismo, tuvieron que enfrentar y solventar los riesgos ambientales y sociales inherentes a la explotación que en muchos casos eran totalmente infundados o al menos tolerables [6]. Además de ello, la explotación del gas de esquisto demanda grandes inversiones por lo que es indispensable contar con tecnología de alta precisión que permita garantizar el éxito de las perforaciones.

El gas de esquisto representa una nueva oportunidad para el desarrollo de México y se deben sumar todos los esfuerzos y capacidades que impulsen su explotación racional.

#### **Bibliografía**

- [1] J. Estrada, Energía a Debate, No 47 (2001), 6-10
- [2] PEMEX, Memoria de Labores 2011
- [3] US Energy Information Administration, World Shale Gas Resources, April 2010
- [4] Hydrocarbon Processing , Refining Processes 2008
- [5] Hydrocarbon Processing , Petrochemical Processes 2009
- [6] M. Zoback, Worldwatch Institute, July 2010.

