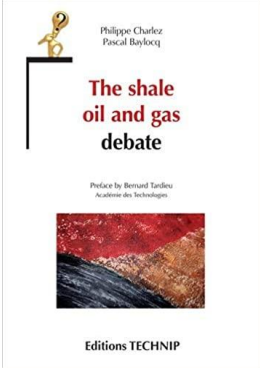
BARRILES DE PAPEL No 210
EL DEBATE SOBRE EL PETROLEO Y EL GAS EN LUTITAS, de PHILIPPE CHARLEZ Y PASCAL BAYLOCQ.
Académico, Ing. Diego J. González Cruz

Siguiendo con nuestra tarea de informar sobre la literatura en materias de Sociedad, Política, Economía, Energía y Gerencia, esta vez voy a conversar sobre el libro *The Shale Oil and Gas Debate* de Philippe Charlez y Pascal Baylocq.	**Editions TECHNIP 1, París, Francia, 2015** 

Philippe Charlez es Ing. de Minas, tiene un PhD. y trabajó para Total por 15 años.

Pascal Baylocq es un ingeniero con un PhD. en mecánica. Comenzó su carrera en Total. Actualmente trabaja para *Geostock*, como Vicepresidente.

El libro, de 220 páginas, está dividido en 20 secciones y 11 Apéndices

NOTA:

- De entrada hay que aclarar que el término SHALE significa LUTITA, no Esquisto.
- También recomiendo altamente mi trabajo sobre el tema, publicado por el Centro de Estudios Latinoamericanos Arturo Uslar Pietri-CELAUP: http://ares.unimet.edu.ve/academic/revista/pizarron_7/index.html#/88
- Información adicional sobre los hidrocarburos en lutitas, la pueden leer en mis Barriles de Papel No. 102, 118, 129, 153, 178 y 187, los cuales pueden ver en la extraordinaria pagina de Cedice-Libertad: https://cedice.org.ve/forma/centro-de-estudios-de-energia-venezuela/

1. La revolución del gas y el petróleo de lutitas en América: ¿Por qué? ¿Cómo? ¿Dónde?

Para los EE.UU. el periodo entre 1970 y 2006 comienza y termina con dos fechas claves: el pico de producción en 1970 (11,3 mmbpe/d) y el pico de importaciones de petróleo en 2006 (14 mmbpe/d) - mmbpe/d significa millones de barriles diarios de petróleo equivalentes
Los EE.UU. en seis años redujeron su dependencia del petróleo de 67% a 47%, gracias a la producción de las lutitas. El éxito de los EE.UU. en la producción de las lutitas depende de cuatro factores: 1) Un conocimiento extremadamente detallado del subsuelo, 2) Una cultura de petróleo y gas totalmente apoyada por el sistema político, 3) Una legislación altamente favorable en lo que se refiere a que el subsuelo pertenece al dueño de la tierra, y 4) un monopolio con respecto a los

equipos que usa la industria de los hidrocarburos, por ejemplo hay 2.000 equipos de perforación trabajando, comparados con 2.400 que hay en el resto del mundo. Además cuenta con una extraordinaria red de gasoductos por lo que el gas puede moverse fácilmente en todo el país.

¿Por qué de todo esto?: la respuesta es la obsesión por la seguridad energética… Para los americanos tener suficiente combustibles baratos que les permita viajar es casi un derecho constitucional!!! **¿Cómo?** Por los cuatro factores antes mencionados, que favoreció la producción de gas de lutitas, cuya producción entre 2006 y 2014 se multiplicó por 17, pasando de menos de 0,35 mmbpe/d a 6,0 mmbpe/d, y la de petróleo de lutita se multiplicó por 10, pasando de 0,3 mmbpe/d a 3,0 mmbpe/d. **¿Dónde?** Las lutitas se encuentran en muchas regiones del país, pero las petrolíferas principalmente en Dakota del Norte y Texas (Sur), y las de gas están principalmente en Pennsylvania, Texas (Norte) y Louisiana.

2. **¿Dónde están los recursos del gas y el petróleo de lutitas en el mundo? ¿Qué países seguirán a los EE.UU. y con qué grado de desarrollo? ¿Qué efecto tendrá esto en los picos de petróleo y gas?**

   Todos los países que producen petróleo "convencional" tienen petróleo y gas natural en lutitas. Los mayores yacimientos de gas de lutita están en China, Argentina, Argelia, y en menor grado en Australia y Suráfrica, mientras que los grandes recursos de petróleo de lutitas están en Rusia, China y Argentina. En Europa los mayores yacimientos de gas de lutita están en Polonia y Francia, y en menor grado en Rumania, Gran Bretaña. Dinamarca y Holanda. Señalan los 7 factores que influyen para el éxito en el desarrollo de los hidrocarburos en lutitas.

3. **¿Qué consecuencias tendrá la revolución americana en la economía mundial en el mediano plazo?**

   Los EE.UU. con el desarrollo de los hidrocarburos en lutitas tienen la oportunidad de convertirse en uno de los países más competitivos del mundo. Su industria petroquímica ha reducido a la mitad sus costos operacionales, mientras que en Europa se han duplicado. Se dice que parte de la industria de la refinación y petroquímica de Europa se mudará a los EE.UU. Entre 2006 y 2012 se crearon 1,75 millones de nuevos empleos. Las empresas productoras de gas de lutitas de los EE.UU. se convertirán en importantes exportadores de LNG. En un tiempo de 20 años los EE.UU. podrán producir un cuarto de la producción mundial de LNG. Para el 2035 se estima que las importaciones de EE.UU. desde el Medio Oriente representarán no más del 15%, comparadas con el 60% en el año 2000.

4. **¿Cómo actúa la naturaleza para hacer el petróleo y el gas?**

   En esta sección **los autores** van a través de toda la teoría que conocemos los Ingenieros de Petróleo, Geólogos y Geofísicos sobre cómo se forman los hidrocarburos en la Roca Madre, y como se forman los yacimientos.

5. **¿Cuál es la diferencia entre el gas y el petróleo de lutitas y el gas y petróleo convencionales?**

   La principal diferencia es su ocurrencia, los primeros están asociados a sus rocas madres, de muy bajas permeabilidades y porosidades, mientras que los

"convencionales" siempre están asociados a trampas estructurales o estratigráficas, con mejor permeabilidad y porosidad, conocidas como yacimientos.

6. ¿Cómo pueden los recursos de petróleo y gas en el subsuelo accesarse y traerlos a la superficie?

Ocurre por la perforación de los yacimientos. Explican toda la historia de los taladros de perforación, la función y evolución de las mechas (*drilling bits*), los procesos de instalación de las tuberías de completación (*casings*) y su cementación una vez perforados y sus razones.

7. El fracturamiento hidráulico: ¿por qué es necesario para fracturar la roca madre (*source rock*) para extraer el petróleo y gas de lutitas?

Comienzan aclarando que el fracturamiento hidráulico de los pozos data de 1947, señalando que a la fecha se han realizado más de 2,5 millones de estos trabajos. El agua se inyecta a altas presiones. Explican la necesidad de utilizar arena o piezas de cerámica (*propants*) muy bien calibradas para evitar que se cierren las fracturas, que se aplica después del proceso de inyección del agua de fracturación. Solo se producen los hidrocarburos muy cercanos a las zonas fracturadas, de allí la rápida declinación de la producción de los hidrocarburos en las lutitas.

8. ¿Qué roles juegan los fluidos de fracturamiento y que contienen estos?

El fluido de fracturamiento está compuesto de 90% de agua, 9% de arena, y 1% de químicos en suspensión inyectada a alta presión, utilizando bombas inyectoras. El proceso comienza inyectando al principio solo agua. El fluido de fracturación cumple dos funciones esenciales: la primera es fracturar la roca, y la segunda llevar la arena o piezas de cerámica (*propants*) para mantener las fracturas abiertas. Adicional a estas dos funciones, el fluido de fracturamiento sirve para proteger al pozo de la corrosión química (*rusting*) o biológica.

9. ¿Cómo se aplica el proceso de multi-fracturamiento y que equipo se necesita?

El proceso de fracturamiento hidráulico requiere instalaciones de superficie especiales para preparar el fluido que se va a inyectar, y el proceso de inyección a alta presión propiamente dicho (aquí acoto que los especialistas son Schlumberger y Halliburton), así como el equipamiento de la sección horizontal del pozo**.** Explican los detalles de las instalaciones necesarias en la sección horizontal para fracturar el pozo.

10. ¿Hay otras alternativas al fracturamiento hidráulico?

Explican que además del fracturamiento hidráulico para perforar la roca, existen otras tres formas: el uso de explosivos (se uso TNT y nitroglicerina en los años 1940's), altas temperaturas (*cryogenic fracturing*), y altas presiones. También se utilizó la estimulación con propano.

11. ¿Cómo pueden ser desarrolladas las lutitas gasíferas y petrolíferas. ¿Cómo puede ser exportada la revolución Americana?

Se necesitan muchas cosas para hacer un negocio de la explotación de las lutitas gasíferas y petrolíferas. Un pozo perforado en los EE.UU. es tres a cinco veces más barato que perforado en otra parte. La disponibilidad de los equipos fuera de los EE.UU. es tal que no es fácil adquirirlos. Los costos de perforar un pozo y fracturarlo representan entre el 70% y el 90% de la inversión total en el pozo (aquí acoto que existe la figura de perforar los pozos cuando los equipos de perforación están baratos y posponer su fracturamiento - "*fracklock*").

12. ¿Por qué las lutitas gasíferas y petrolíferas han causado esa indignación? Molestias, riesgos y mitos.

Aquí van a todo lo malo que se ha escrito y dicho sobre la producción de los hidrocarburos en lutitas. Comenzando con la película famosa "*Gasland*" (2010) filmada en una región donde nunca ha habido explotación de las lutitas, que causó una conmoción mundial: grifos que se encendían cuando le acercabas un fosforo…La mentira no importa. Las más importantes fuentes de indignación son: el impacto en la superficie, las emisiones de gases invernadero, los altos requerimientos de agua, y los conflictos entre el uso y la producción de residuos. Los principales mitos con los que hay que tratar son: la contaminación de las aguas subterráneas, terremotos y emisiones de metano causada por fugas incontrolables en el cabezal de los pozos o en los gasoductos. Enumeran las 10 cosas que hay que: estudiar, riesgos que deben ser reducidos, y mitos que deben ser superados.

13. ¿Es el impacto en la superficie realmente tan grande? Estrategias para mitigar esos impactos.

Definitivamente, la localización de un pozo y sus instalaciones de superficie tienen ciertas características (*physical footprint*), y las actividades asociadas crean ciertas molestias (*nuisances*). Está reducir los ruidos, los olores desagradables y las cosas feas a la vista (*eyesores*). Entre las soluciones están: la construcción de PADs, controlar el tráfico de los camiones en los poblados, la extracción de agua y el tendido de tuberías. Claro, eliminar todo es imposible.

14. ¿Cómo es el asunto del agua en el desarrollo de las lutitas gasíferas y petrolíferas?

Las operaciones de fracturamiento hidráulico requieren grandes cantidades de agua. En promedio un pozo requiere 20.000 m^3 (125.800 bls). La gerencia de un proyecto para producir las lutitas debe tener muy claro de donde obtendrá el agua, las cantidades y calidades, para llegar a acuerdos con las autoridades y las localidades. Una ventaja es que se puede utilizar agua que no es requerida para el consumo humano o para la agricultura. Se puede usar agua de mar, o semi salada de estuarios y deltas de ríos. Ya que el agua requerida raramente se encuentra cerca de las operaciones, esta tiene que ser traída para ser almacenada en el campo de operaciones. En vez de usar transporte por carretera, que causa problemas en la población, por el ruido de los camiones y el daño a las carreteras, el transporte por tubería cada día se hace más popular.

15. Trayendo un pozo a producción: ¿Qué contiene el fluido producido (*flowback*) y cómo es tratado?

Junto con el petróleo o el gas natural se produce parte del agua inyectada, algo de arena, pequeñas cantidades de los aditivos químicos usados en el fracturamiento, y a veces, dependiendo de la roca madre, potasio, radio, bario, uranio y torio en muy pequeñas cantidades. Al final solo del 20 al 40% del agua inyectada es producida, el resto se queda en la roca madre. El agua producida es almacenada en "piscinas" cercanas a los pozos y de allí llevada a centros de tratamiento para ser reusada.

16. ¿Puede el fracturamiento hidráulico causar terremotos?

Se ha determinado que ciertas actividades humanas, como las mineras, o las variaciones en el nivel de agua de una represa, pueden causar eventos sísmicos menores. A menos que la explotación de las lutitas se esté llevando a cabo en regiones muy sísmicas, los riesgos sísmicos relacionados con la actividad de fracturamiento son extremadamente bajos. Cualquier desarrollo de lutitas debe incluir un estudio base de la actividad sísmica en la región.

17. ¿Es la producción de las lutitas gasíferas y petrolíferas una amenaza para las aguas subterráneas?

La mayoría de las lutitas productoras de hidrocarburos se encuentran a profundidades entre 2.500 y 3.500 metros (8.200-11.480 pies). Miles de datos han demostrado que la propagación vertical de una fractura nunca excede los 350 metros (1.148 pies), por lo tanto tomando una distancia de seguridad de 750 metros (pies) entre la zona a ser fracturada y el manto de agua subterránea (*aquifers*), la probabilidad de comunicación será mínima. En el pasado se determinó que eran las malas cementaciones de los pozos las que permitían que los fluidos inyectados se movieran hacia la superficie. Esto fue resuelto.

18. ¿Las lutitas gasíferas y petrolíferas generan gases de efecto invernadero?

Como cualquier actividad industrial el desarrollo y producción de petróleo y gas natural emiten GHG (*greenhouse gases*) en particular CO_2 y metano (CH_4). La generación eléctrica, el gas quemado o arrojado a la atmosfera cuando los pozos son puestos en producción y todas las actividades relacionadas con el transporte de equipos y personal son las principales fuentes de emisiones de GHG.

19. ¿La revolución de las lutitas gasíferas y petrolíferas es un proyecto durable o una burbuja económica?

La euforia efectivamente movió a muchos productores independientes a endeudarse y producir gas solamente. El desastre de los precios en 2012, los obligó a vender las empresas a muy bajo precio, para palear lo de las deudas. La situación de la declinación de producción de los pozos entre 30 y 40% anual, significa que siempre hay que estar perforando para contrarrestar la declinación, lo que produce una alarmante situación en los costos. Por varias razones este escenario de desastre no ocurrirá en los EE.UU. en el mediano plazo. Las razones son varias: 1) El análisis pozo a pozo es engañoso. Norteamérica tiene un gigantesco portafolio de pozos que actúan como amortiguadores de la situación, 2) La declinación de la producción en las lutitas de Barnett y Haynesville, donde el punto de equilibrio (*breakeven point*) está muy cerca de los precios actuales del

gas natural, ha movido la producción hacia el campo Marcellus, donde todo es mejor negocio, 3) La estabilidad de los precios del petróleo en el largo plazo le permite a las compañías independientes moverse de producir gas natural a producir gas húmedo y petróleo, para salir de sus deudas, y 4) La exportación de LNG a Europa y Asia para 2017 suavizará la situación de los precios del gas local. Los aspectos negativos de la situación motiva a los operadores a implementar modelos de calidad que son más científicos y aumentan los recursos recuperables por pozo.

20. ¿Cuáles son las oportunidades y riesgos para desarrollar las lutitas gasíferas y petrolíferas en Europa?

Definitivamente, el aumento de los precios del petróleo entre 2000 y 2010 ha incrementado sustancialmente la factura energética en Europa. Por lo tanto, si Europa quiere comprometerse de nuevo en su crecimiento, debe reducir su factura energética, para lo que tiene que haber un debate tranquilo, responsable y coordinado, basado en datos objetivos que son absolutamente necesarios. La pregunta de si desarrollar o no las lutitas en Europa está basada en una pregunta razonable - el tamaño de los recursos. Para el 2035 la dependencia energética de Europa pudiera llegar al 95% sin el desarrollo de las lutitas, que desarrollando estas pudiera reducirse entre el 78% y el 62%, y el precio del gas se reduciría entre un 10% y un 20%...

Para llevar adelante este gran proyecto, tres barreras deben ser superadas: 1) L a primera es geológica, y surge la pregunta: ¿son los recursos de las rocas madres en los diferentes países, mejores, iguales o peores que los de Norteamérica? 2) La segunda pregunta es económica: la viabilidad de esta clase de proyectos dependerá de nuestra capacidad para perforar y fracturar los pozos a costos aceptables. El surgimiento de de un mercado de empresas de servicios competitivo requiere de mucho apoyo político, y 3) El tercer asunto son los aspectos ambientales, societarios y culturales, En una Europa densamente poblada y urbanizada el fracturamiento hidráulico, la disponibilidad de agua, los microsismos y el impacto en la superficie son vistos como grandes retos.

Siguen 11 Apéndices, para explicar aspectos técnicos y económicos relacionados con la explotación de los hidrocarburos en lutitas.

Académico, Ing. Diego J. González Cruz.
e-mail: gonzalezdw@gmail.com
Teléf. +58 416 605.8299

Caracas, 25 de marzo de 2021