

Tecnología de los Combustibles

Tema 4. Gases de hidrocarburos. Caracterización. Fractura hidráulica



José Ramón Berasategui Moreno

Beatriz Malagón Picón

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES Y
TECNOLOGÍA DE PROYECTOS Y PROCESOS

Este material se publica bajo licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



COMPOSICION

La composición de los gases de hidrocarburos de origen natural es similar a la de los crudos de petróleo → mezcla de diferentes hidrocarburos en función de su origen. Pueden extraerse como :

- Gas natural (casi libre de líquidos) de yacimientos de gas. Aquellos >50g/m³ de hidrocarburos con moléculas de C₃ o más son gases “pobres”.
- Gas asociado a petróleo, que se extrae junto con petróleo de los yacimientos de gas y petróleo.
- Gas de los campos de condensado de gas, donde algunos componentes líquidos del petróleo se convierten al estado gaseoso cuando la presión es alta (10 a 70 mPa). Cuando disminuye la presión (de 4 a 8 mPa) el condensado que contiene hidrocarburos pesados se separa del gas por condensación. Se clasifican como “ricos” tienen gran cantidad de etano, propano, butano y otros hidrocarburos saturados.

Tipo de gas	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₃ H ₈	C ₃ H ₆	C ₄ H ₁₀	C ₄ H ₈	N ₂ +CO ₂	C ₅₊
Gas natural	NA	98	0,4	NA	0,15	NA	0,05	NA	1,4	NA
Gas asociado al petróleo	NA	42	20	NA	17	NA	8	NA	10	3
Gases de procesado del petróleo										
Craqueo catalítico	5-6	10	3-5	3	16-20	6-11	42-46	5-6	NA	5-12
Pirólisis	12	5-7	5-7	16-18	0,5	7-8	0,2	4-5	NA	2-3

COMPOSICION

El gas natural contiene 90-99 % de hidrocarburos, principalmente metano (CH₄) y cantidades menores de etano, propano, butano y pentano.

Tiene trazas de nitrógeno, vapor de agua, dióxido de carbono, ácido sulfhídrico y a veces gases inertes, como argón o helio.

PCI variable según composición ~ 39-44 MJ/ m³.

1 tep ~ 1.000 m³ de gas natural

Es un gas no corrosivo y no tóxico, con una elevada temperatura de combustión y un alto punto de inflamabilidad (se quema fácil y completamente) y genera menores emisiones residuales en la combustión.

- El coste en yacimiento es un 10% del coste de venta al usuario, los costes de transporte suponen casi la mitad del precio, y el resto el coste de distribución.
- Empleo en la generación de calor y electricidad a gran escala (ciclos combinados).
- Uso residencial para calefacción y ACS por su limpia y fácil combustión.
- El hidrocarburo del gas natural se utiliza también como materia prima para procesos petroquímicos y químicos.

Compuesto	Fórmula	Porcentaje
Metano	CH ₄	70-90%
Etano	C ₂ H ₆	0-20%
Propano	C ₃ H ₈	0-20%
Butano	C ₄ H ₁₀	0-20%
Dióxido de carbono	CO ₂	0-8%
Oxígeno	O ₂	0-0,2%
Nitrógeno	N ₂	0-5%
Sulfuro de hidrógeno	H ₂ S	0-5%
Otros gases nobles	Ar,He, Ne, Xe	Trazas

YACIMIENTOS

El gas natural se encuentra en la naturaleza en las llamadas “bolsas de gas”, bajo tierra o en el subsuelo de los océanos. Éstas se pueden encontrar encima de los depósitos de crudo de petróleo (gas natural asociado) o bien en yacimientos exclusivos de gas natural (gas natural no asociado, en este caso se puede distinguir entre: “gas húmedo”, en caso de contener hidrocarburos líquidos en suspensión, y “gas seco”, si no los contiene).

En función de su uso posterior, el gas natural se comprime o se licúa.

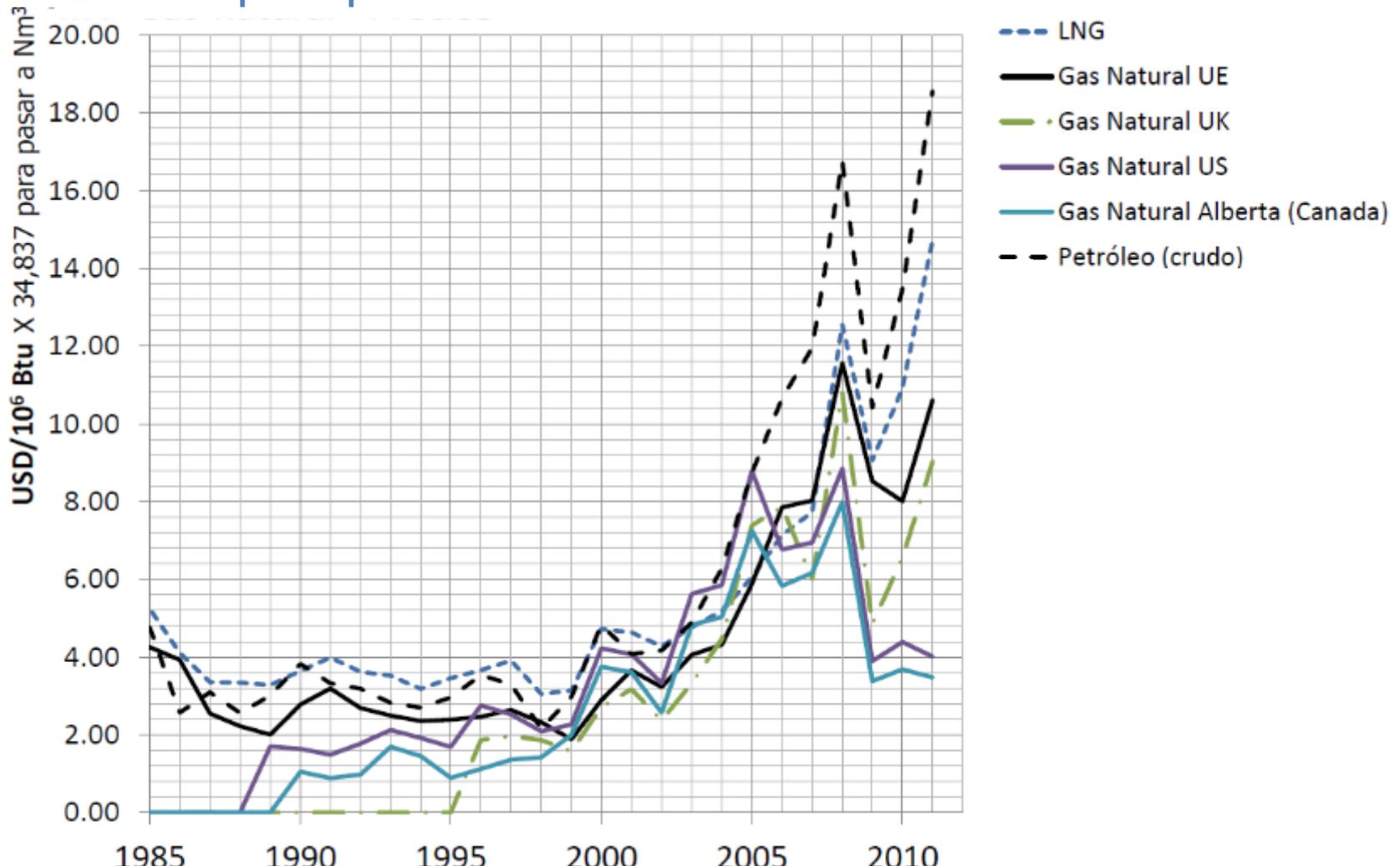
Gas natural comprimido (GNC); el procedente de yacimientos de gas y condensado de gas se prepara en el mismo yacimiento para su transporte antes de comprimirlo y conducirlo a los gasoductos (comprimido a altas presiones entre 200-220 bar, almacenado en tanques).

Gas natural licuado (GNL); el gas natural se transporta por gasoductos desde los campos de extracción hasta las plantas de licuefacción, donde se comprime y se enfría hasta aproximadamente $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$. La composición del GNL es distinta de la del gas natural debido a la eliminación de algunas impurezas y componentes durante el proceso de licuefacción. Se regasifica añadiendo nitrógeno y aire para hacerlo equivalente al gas natural antes de introducirlo en las tuberías de suministro.

El GNL se utiliza sobre todo para aumentar la provisión de gas natural durante los períodos de fuerte demanda y para abastecer gas a zonas alejadas de los principales gasoductos y en vehículos.

SITUACION ACTUAL

Evolución precio petróleo



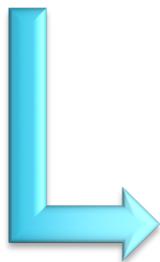
SITUACION ACTUAL

Situación española. Importaciones.

El gas natural importado procede mayormente de Argelia por gasoducto (60%).

IV.6. IMPORTACIONES DE GAS NATURAL POR PAÍSES
Gigawatios hora (GWh)

	Total	Argelia			Nigeria	Noruega	Catar
		Total	GN	GNL			
2011	399.101	151.799	108.439	43.358	74.208	33.491	53.302
2012	394.795	164.592	121.787	42.802	61.128	46.276	45.761
2013	375.525	193.706	156.043	37.660	36.177	43.792	40.609
2014	383.971	211.869	154.557	57.314	32.576	47.010	35.040
2015	364.172	217.428	175.345	42.080	43.325	32.131	34.021
2016 (1)	324.300	187.813	157.809	30.002	46.835	34.422	25.341



75% uso residencial, industrial y comercial para:

- Calefacción.
- Agua caliente sanitaria.
- Cogeneración (CHP: Combined Heat and Power)

25% Generación eléctrica (ciclo combinado)

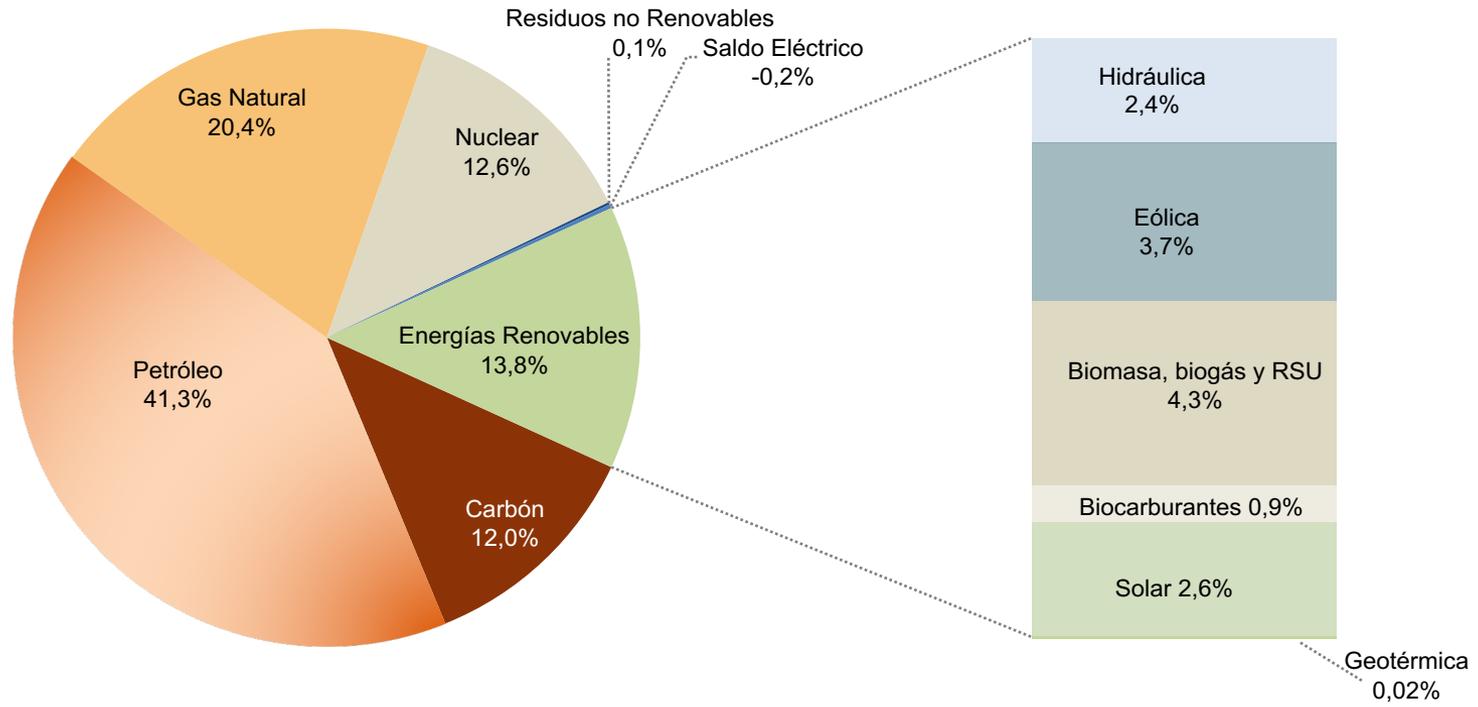
- 26 GWe instalados en 69 plantas de ~ 300-400 MWe

Tecnología de los Combustibles

Tema 4. Gases de hidrocarburos. Caracterización. Fractura hidráulica

SITUACION ACTUAL

Situación española. Reparto de energía primaria



FRACTURA HIDRAULICA

El gas de esquisto (shale gas) es un hidrocarburo gaseoso que se encuentra en las formaciones rocosas sedimentarias de grano muy fino. Se extrae de zonas profundas donde abunda el esquisto. El interior rocoso del esquisto presenta baja permeabilidad, lo que impide su ascenso a la superficie. Para la extracción comercial de dicho gas, es necesario fracturar la roca hidráulicamente (fracking).

Este procedimiento consiste en perforar en vertical hasta alcanzar la roca madre (1.500 – 4.500 m) y, con tecnología direccional se-guir perforando horizontalmente en la roca madre (hasta 1.000 m).

Después se induce la fracturación mediante la inyección a presión de un fluido (generalmente agua con arena y productos químicos) en la roca madre, provocar microfisuras en la roca y favorecer el flujo del gas y contenido en ella hacia el pozo productor.

Debido al aumento del precio de los combustibles fósiles, se ha hecho económicamente rentable este método.

FRACTURA HIDRAULICA

Finalizada la operación de fracturación se reduce la presión en cabeza de pozo y el gas natural, junto con una parte del fluido inyectado, fluye por las microfracturas hasta el pozo, y por él hasta la superficie.

Aprox. 15-85% de los fluidos inyectados retornan a la superficie en los primeros días, en la despresurización. Este fluido contiene metano, sales, compuestos orgánicos e inorgánicos naturales y parte de los aditivos.

El tratamiento del agua de retorno:

- A. Reutilización en otros pozos, previa eliminación de sólidos y otras impurezas.
- B. La inyección en acuíferos profundos.
- C. El agua es evaporada, quedando un residuo sólido.
- D. Previo tratamiento si cumple las especificaciones, es vertida a un cauce.

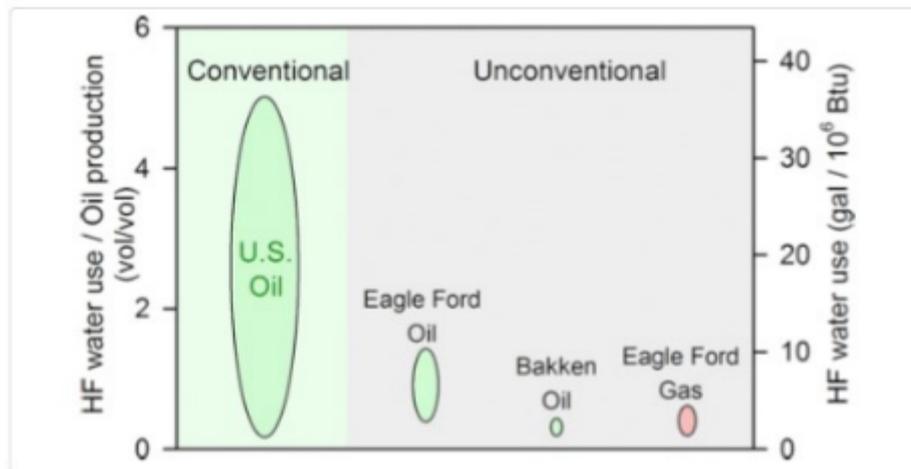
FRACTURA HIDRAULICA

Esta técnica tiene mucha oposición, por los riesgos medioambientales y a la salud humana basados en:

- Gran consumo de agua
- Contaminación de acuíferos y terrenos por el uso de compuestos químicos

Consumo de agua; cada pozo es diferente, en la etapa de fracturación consumo ~10.000-20.000 m³.

- Carbón → 13.000-32.000 m³ agua
- Yacimientos de petróleo convencionales ~ 8.000-20.000 m³
- Biocombustibles (con regadío) → + 25.000 m³.



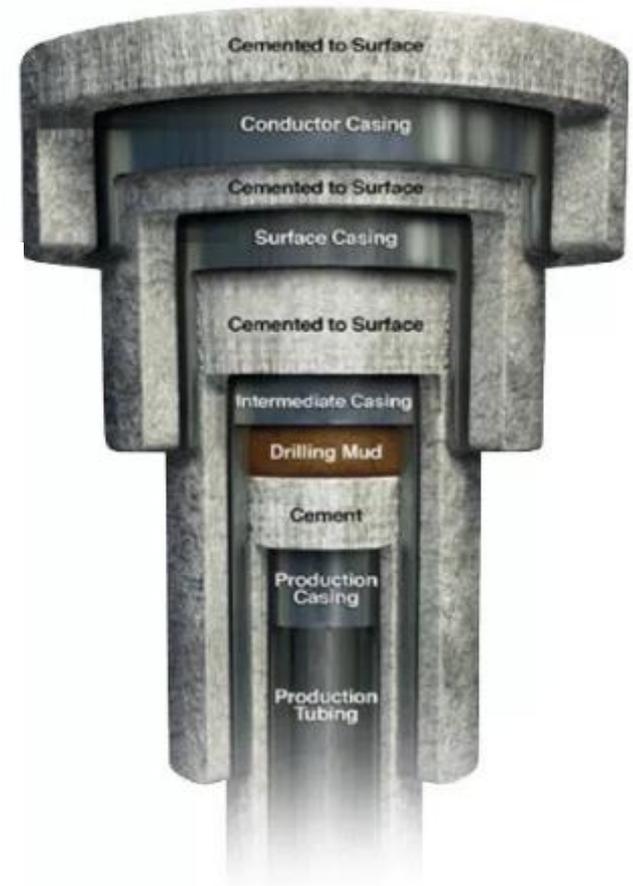
FRACTURA HIDRAULICA

Contaminación de acuíferos y terrenos por el uso de compuestos químicos

Dispositivo de triple casing y triple cementación para proteger las formaciones geológicas que contienen acuíferos en los pozos de exploración/producción de HNC (hidrocarburos no convencionales)

Mitigación del riesgo de escapes de gas

- **Barreras mecánicas para los acuíferos**
 - Casing o tubería de acero de alta resistencia
 - Cemento especial entre el terreno y la tubería
- **Comprobación después de cada fase**
 - Pruebas de presión para confirmar la estanqueidad del pozo
 - Registro especializado para confirmar la adherencia del cemento (CBL)
- **Barreras mecánicas para el gas**
 - Casing o tubería de acero de alta resistencia
 - Cemento especial entre el terreno y la tubería, y entre las tuberías
 - Monitorización de las presiones anulares
- **Procedimientos de control durante y después de las operaciones**



FRACTURA HIDRAULICA

Contaminación de acuíferos y terrenos por el uso de compuestos químicos

La mayoría de agentes químicos que se usan en esta tecnología son usados en toda la industria, incluso en la alimentaria. Su concentración está en torno al 0.5-1% de la mezcla en volumen, el resto es agua y arena. Se usan principalmente:

- Ácido (ácido clorhídrico): son usados principalmente en químicos de piscinas y productos de limpieza.
- Bactericida (glutaaldehido): es usado en la industria de la salud.
- Salmuera (cloruro cálcico o sódico): es usado como conservante alimenticio.
- Control del ion hierro (ácido cítrico): presente en frutas.



FRACTURA HIDRAULICA

Producción actual en el mundo: El gas de esquisto es una fuente muy importante de gas natural en EEUU desde principios de este siglo, y se ha extendido al resto del mundo (especialmente China, que posee las mayores reservas probadas). Casi inexplorado hace 20 años, en 2010 representa 20% de la producción de gas natural en EEUU, con perspectivas (IEA) de superar el 45% en 2035.

- Reducción del precio del gas natural en EE.UU. 3-4 veces más barato que el de Europa
- En el mundo se han realizado más de un millón de operaciones de fracking, en los últimos años más de 35.000/año
- 48 importantes yacimientos de gas de esquisto en 38 países