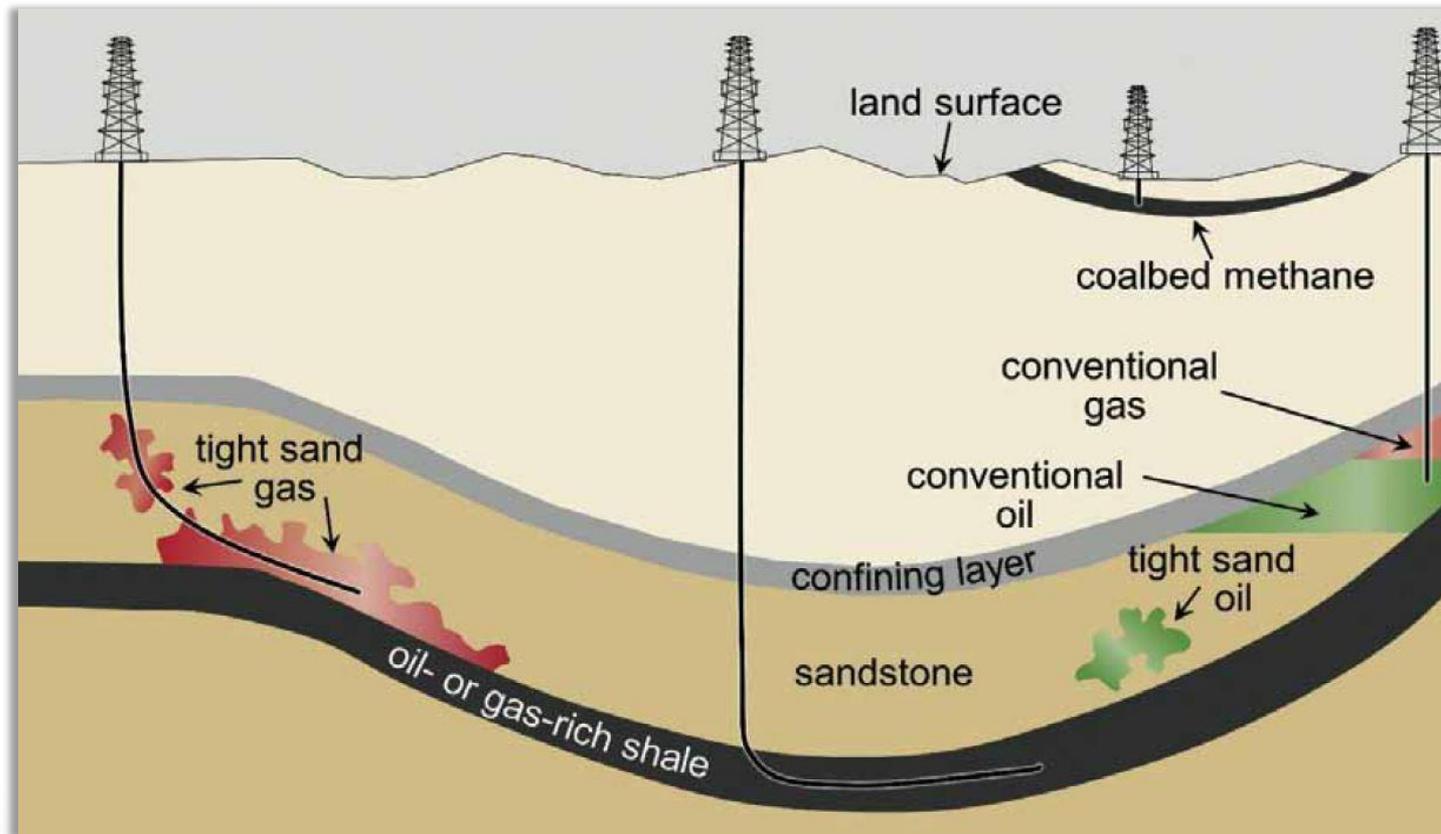


Tema I: Introducción a los Yacimientos No Convencionales



*Docentes: Msc. Ing. Evanna Fuenmayor
Ing. Vicente Berríos*

Yacimientos No Convencionales

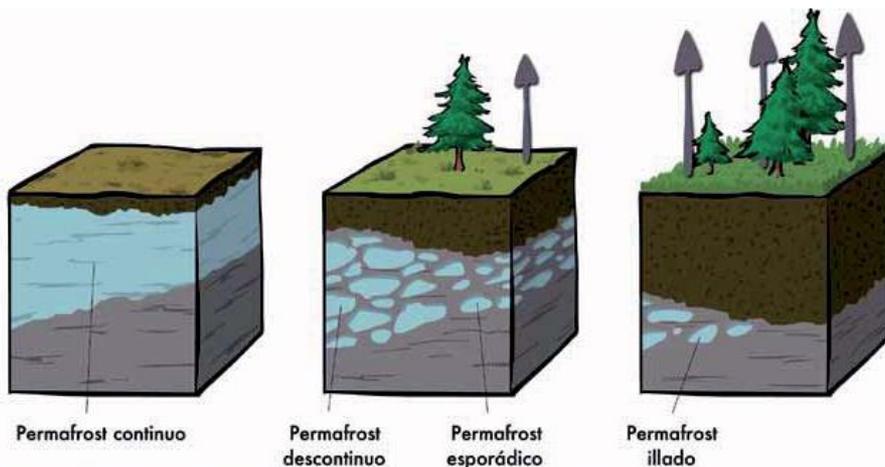
Hidratos de Gas

Los hidratos son sólidos en los que las moléculas de gas (esencialmente metano) están atrapadas en una estructura cristalina similar al hielo.

Su formación está relacionada a zona de altas latitudes, sedimentos que subyacen en regiones continentales polares (permafrost) y en sedimentos de aguas profundas de márgenes continentales.



<https://www.youtube.com/watch?v=0PvyYprhC8M>



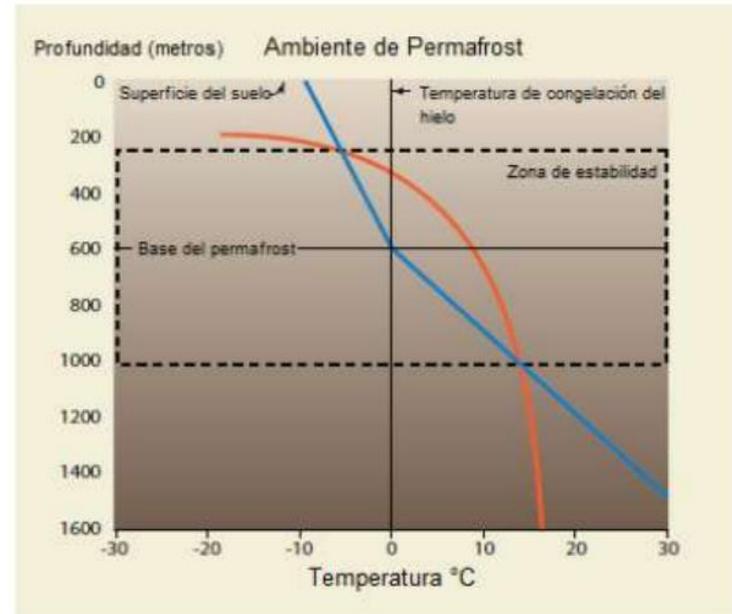
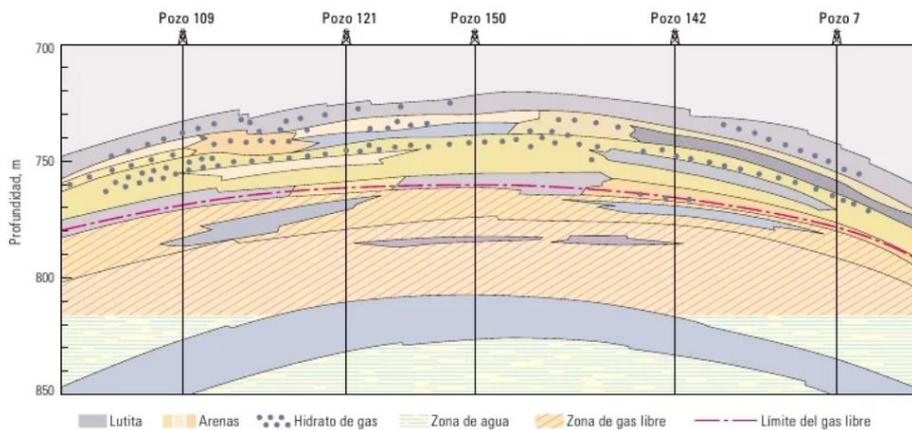
Aumento da temperatura →



1 m³ HG contiene 163 m³ de gas metano en CN

Yacimientos No Convencionales

Hidratos de Gas



Profundidad promedio de los Hidratos de Gas
200 – 1000 m (aprox.)

Yacimientos No Convencionales

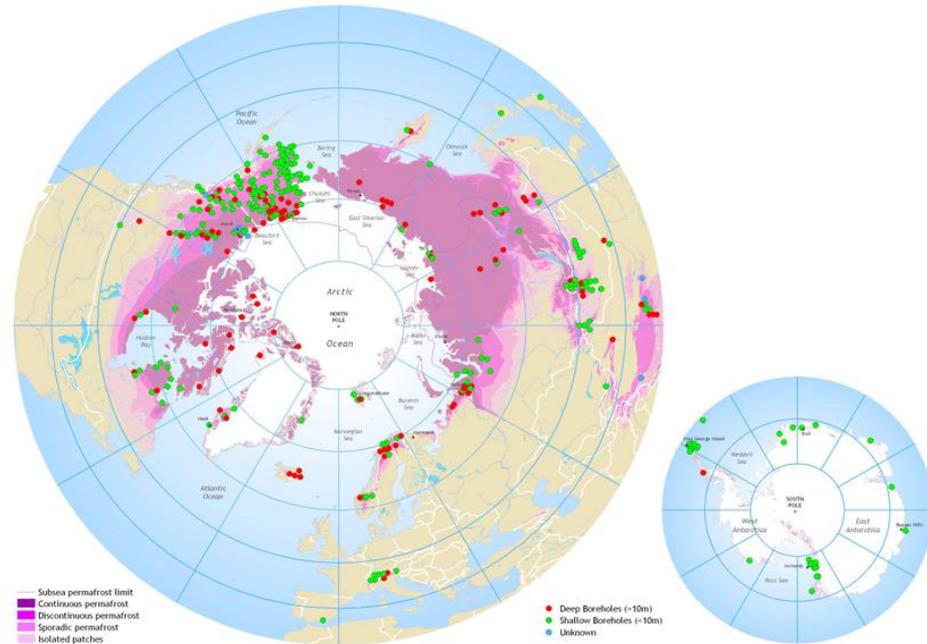
Recursos y Reservas HG

Países que realizaron pruebas:

Estados Unidos
 Canadá
 Japón
 Rusia
 China

Zonas con alto potencial potencial:

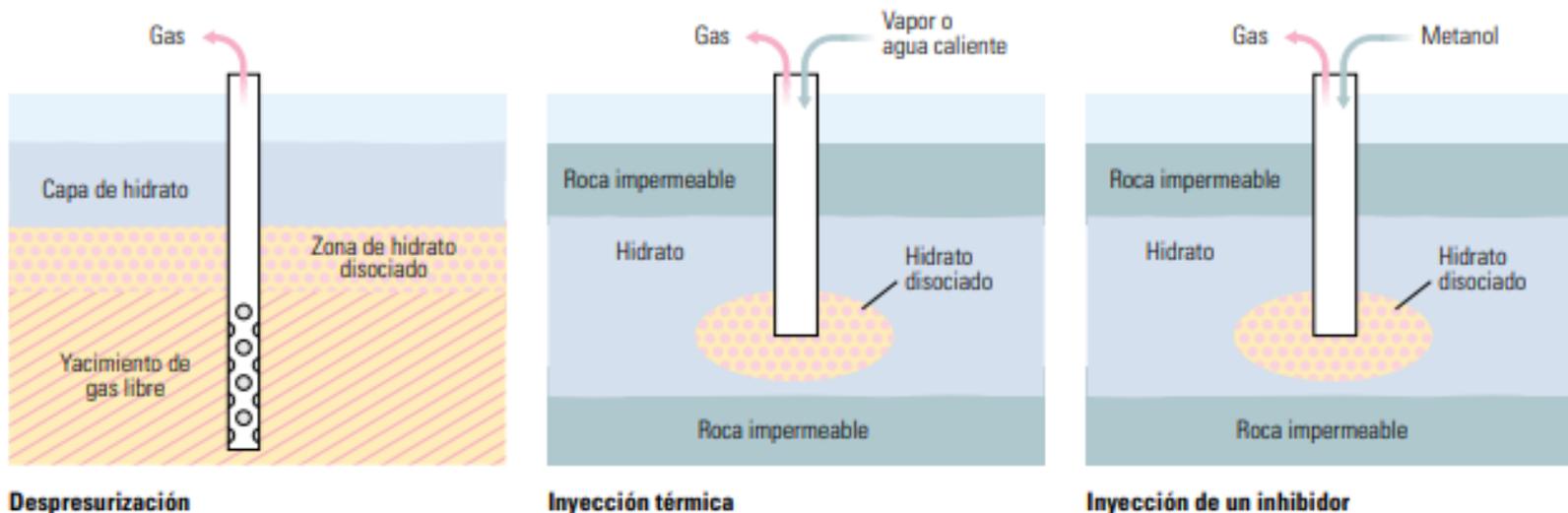
Alaska
 Groenlandia
 Suecia
 Noruega
 Tíbet
 Islas del Atlántico Sur
 Antártida



5 países han realizado exploración y pruebas de producción sobre los HG. No existen proyectos comerciales de explotación de estos yacimientos. Los estudios actuales están orientados a determinar la productividad y el impacto de la liberación masiva del CH₄ por el calentamiento global

Yacimientos No Convencionales

Métodos experimentales para la extracción del gas de hidrato:



Fuente: El creciente interés en los hidratos de gas. Oilfield Review invierno 2003/2004.

Yacimientos No Convencionales

Hidratos de Metano - Riesgos

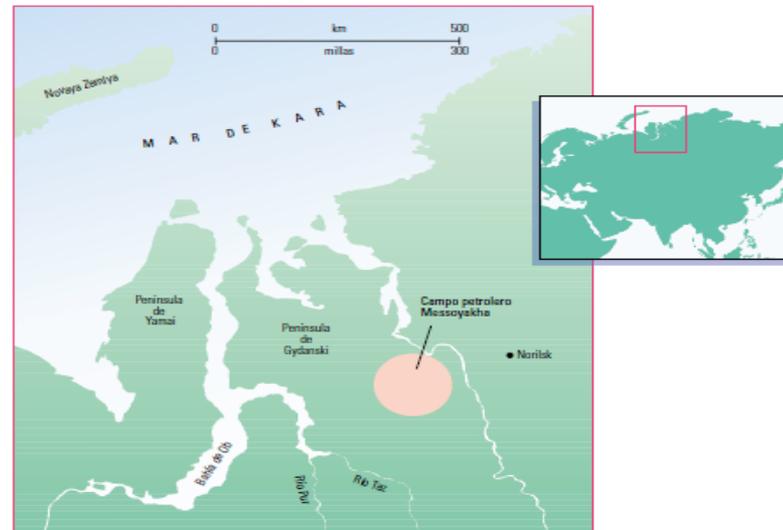
- La presencia de hidratos puede provocar la subsidencia y compactación del sedimento.
- La disociación de hidratos puede ocasionar deslizamientos en algunos bloques del suelo marino.
- El gas libre atrapado debajo de la zona de hidratos suele estar sobre presionados.
- En aguas profundas, el encuentro de hidratos de gas sólidos formados naturalmente, puede ocasionar un problema de control en el pozo, en particular si grandes cantidades de hidratos entran en el wellbore y se despresurizan.
- Taponamiento por hidratos en ductos de superficie.
- Emisiones de metano descontroladas
- Tecnología de perforación y producción conocidas no se adaptan correctamente a estos reservorios.
- Productividad comercial aun no demostrada.



Proyectos De Hidratos De Gas En El Mundo

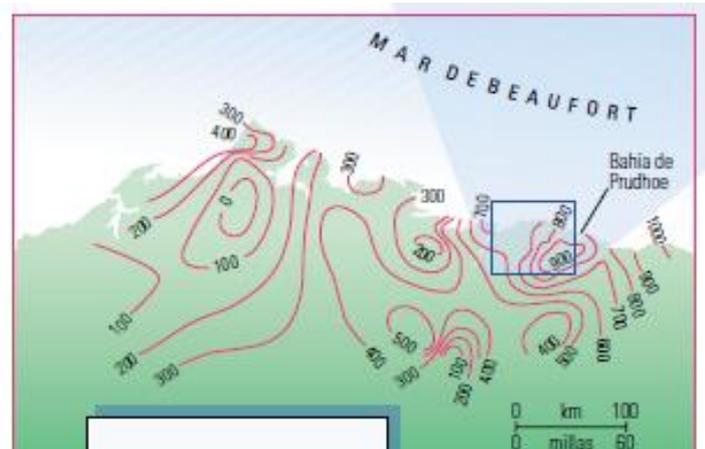
Messoyakha. Rusia

El campo Messoyakha, descubierto en 1968, fue el primer campo productor en el noroeste de la cuenca siberiana.



Fuente: El creciente interés en los hidratos de gas. Oilfield Review invierno 2003/2004.

Bahía de Prudhoe (Norte de Alaska, 1972)



Fuente: El creciente interés en los hidratos de gas. Oilfield Review invierno 2003/2004.

Proyectos De Hidratos De Gas En El Mundo

Mallik 2L-38 (Marzo 1998) (permafrost)
Canadá (proyecto llevado a cabo por Canadá y Japón)

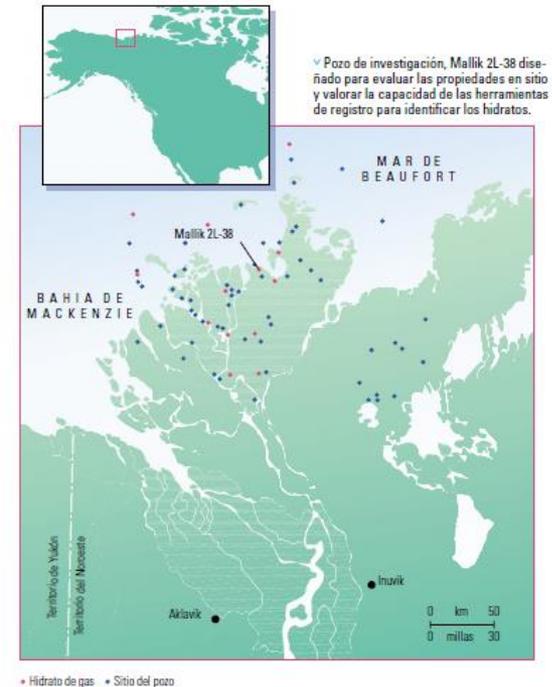
Pozo exploratorio fue evaluar las propiedades en sitio de los hidratos y valorar la capacidad de las herramientas de perfilaje para identificarlos.

Segunda Fase (2001-2002)

- Mallik 3L-38 and 4L-38 (profundidad 1188 m)
- Mallik 5L-38, se completó a una profundidad de 1166 m.

Tercera Fase (2007 - 2008)

NRCan y la Corporación Nacional de Petróleo, Gas y Metales de Japón (JOGMEC; anteriormente JNOC) comenzó a planificar la tercera fase de investigación y desarrollo en el sitio de Mallik. El objetivo principal de este programa fue para realizar una prueba de producción por despresurización



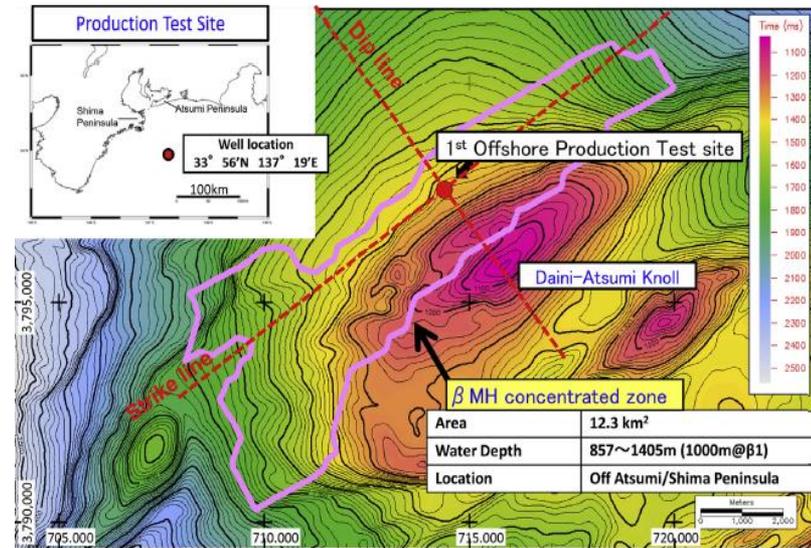
Proyectos De Hidratos De Gas En El Mundo

Nankai, Japón (1996 - 2017) Offshore

Desde **1996**, el Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METI) ha estado realizando intensamente estudios exploratorios de hidratos de metano (MH) en el este de Nankai.

Sobre la base de los análisis de los datos de pozo antes mencionados junto con datos de estudios sísmicos 2D/3D adquiridos en **1996, 2001 y 2002**, identificamos más de diez posibles zonas de HG.

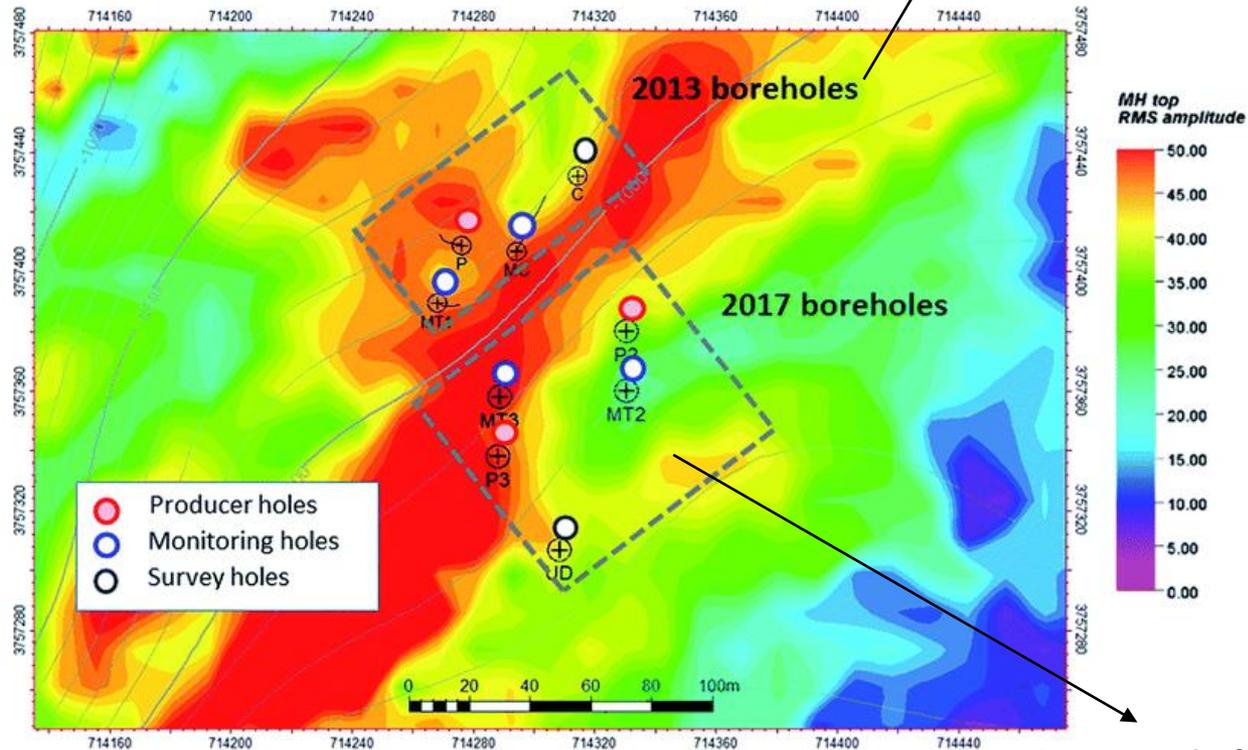
Daini-Astumi fue seleccionado para ser el sitio de prueba para la primera producción en alta mar, que se realizó entre **2012 y 2013**.



Proyectos De Hidratos De Gas En El Mundo

Valle de Nankai, Japón (2013 - 2017) Offshore

Profundidad del Reservorio: 300 a 350 m aproximadamente.



Pozos desviados

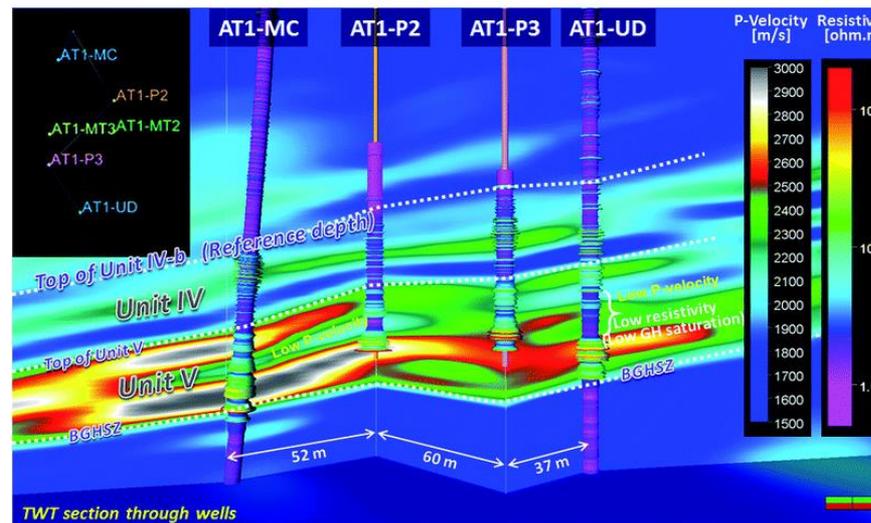
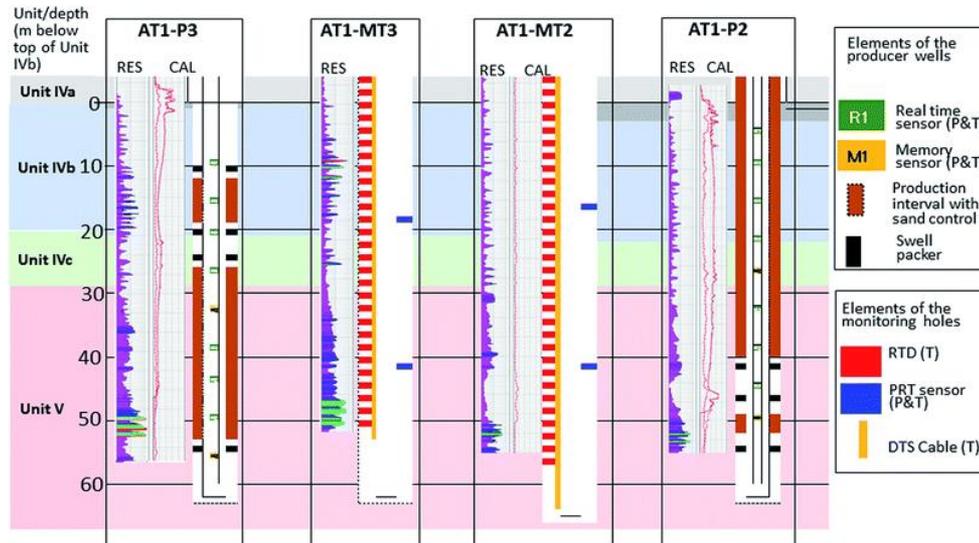
Pozos Verticales

P2 (h:45 m) 222.500 m³

P3 (h: 41m) 41.000 m³

Nankai

Porosidad: 40 – 50%
Permeabilidad
0,01 (XPT) a 1 mD (RMN)



Fuente: Geological setting and characterization of a methane hydrate reservoir distributed at the first offshore production test site on the Daini-Atsumi Knoll in the eastern Nankai Trough, Japan (2015)

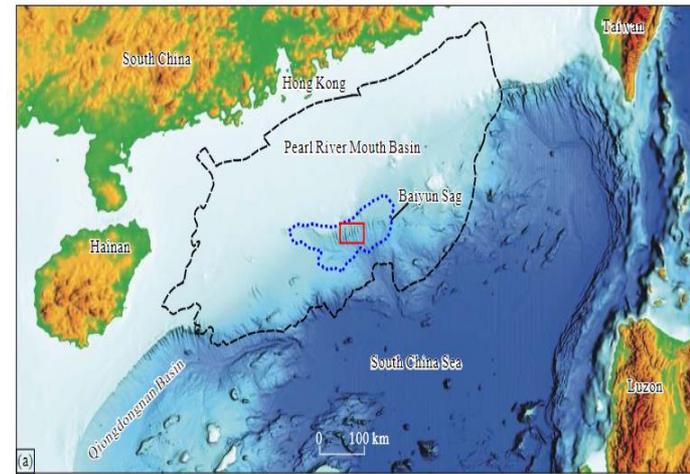
Proyectos De Hidratos De Gas En El Mundo

CHINA (Shenhu, Sur)

Primer pozo: En Mayo 2017, China Geological Survey perforó un pozo de prueba costa afuera a una profundidad 1266 m.

Se obtuvo un caudal constante de gas del pozo de prueba de mayo a julio (60 d en total). El volumen total de gas acumulado durante este período alcanzó los 300.000 m³, con una media de 5.000 m³/d.

Área de Shenhu se convierte así en el primer objetivo de prueba de producción de hidratos de gas en el norte del Mar de China.



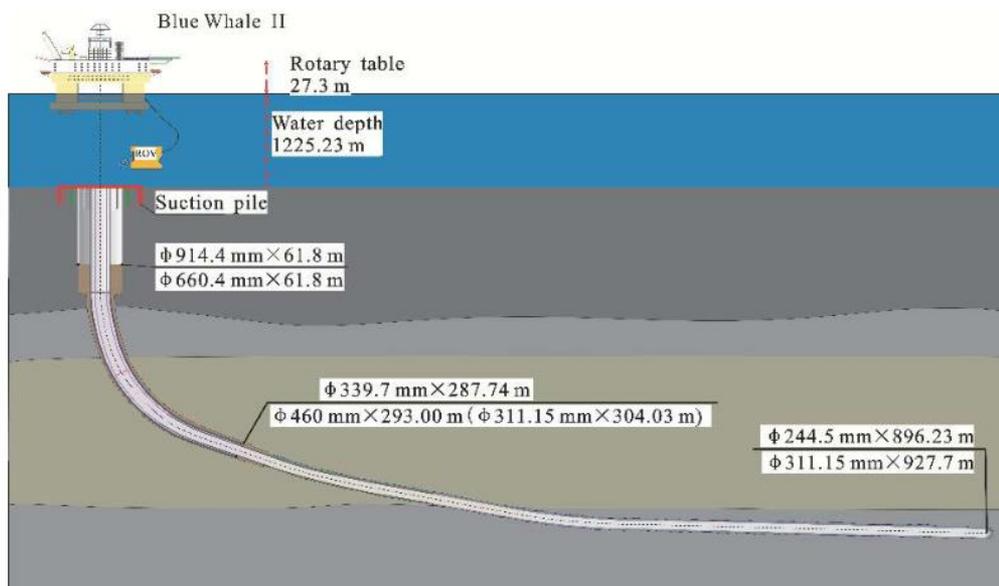
Proyectos De Hidratos De Gas En El Mundo

CHINA (Shehnu, Sur)

Segundo Pozo: Octubre 2019.

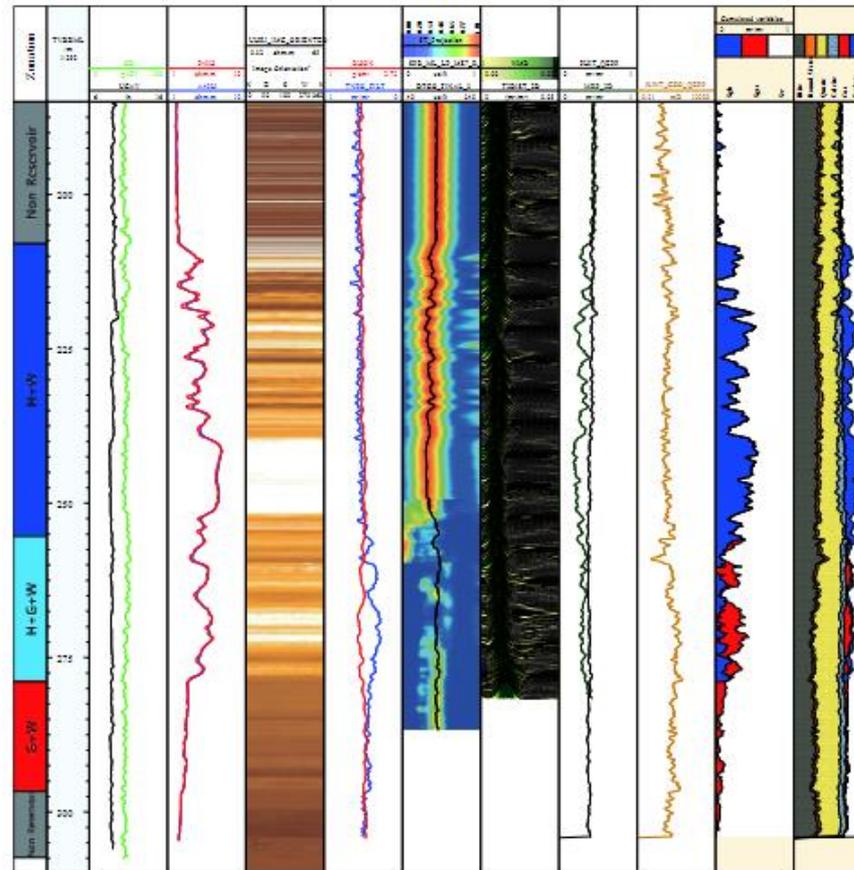
Profundidad total : 1225 m Horizontal.

Sand Control



Fuente: The second natural gas hydrate production test in the South China Sea (2020)

CHINA (Shenhu, Sur)



Layer	Depth/(m, bsf)	Thickness/m	Average effective porosity/%	Average saturation/%	Average permeability/mD
NGH layer	207.8–253.4	45.6	37.3	31	2.38
Mixing layer	253.4–278	24.6	34.6	11.7 (for NGH) and 13.2 (for free gas)	6.63
Free gas layer	278–297	19	34.7	7.3	6.8

Fuente: The second natural gas hydrate production test in the South China Sea (2020)

Pruebas de producción De Hidratos De Gas En El Mundo

Table 1

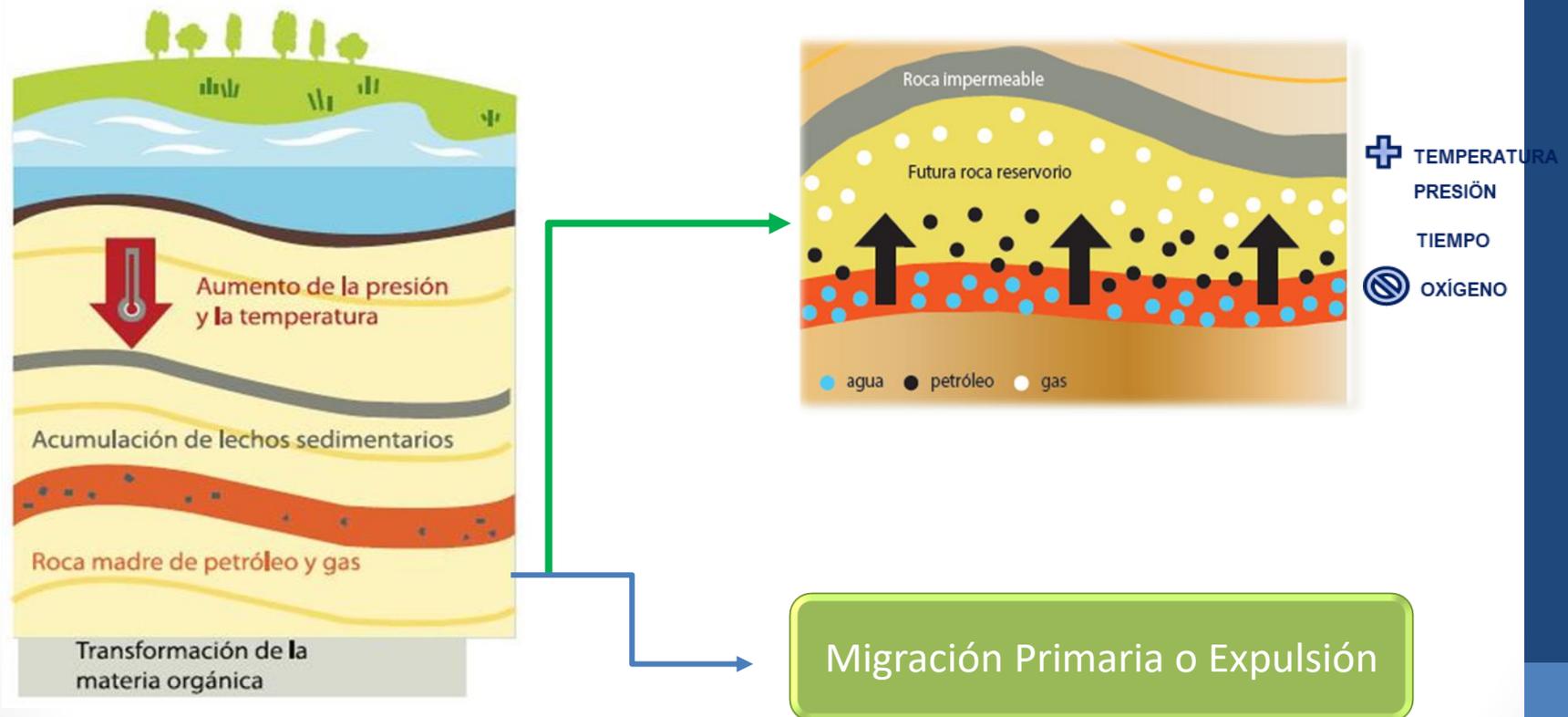
Review of NGH production tests all over the world.

Nation	Canada			United states	Japan		China			
Permafrost/ marine	Permafrost			Permafrost	Marine sediments		Permafrost		Marine sediments	
Year	2002	2007	2008	2012	2013	2017	2011	2016	2017	2020
Test site	Mallik site			Mount elbert	Eastern nankai trough		Qilian mountain		Shenhu area	
Reservoir depth (m)	~900	~1100	~1100	~700	~300	~350	146~305	340~350	203~277	203~277
Reservoir lithology	Sand-dominated			Sand- dominated	Sand-rich reservoirs		Fine-grained sandstone and siltstone		Clay silt layers	
Gas production methods	(2)	(1)+(2)		(1)+(3)	(1)		(1)+(2)	(1)	(1)	(3)
Production period	125 h	12.5 h	6 days	30 days	6 days	12/24 days	101 h	23 days	60 days	30
Total production (ST m ³)	516	830	1.3×10^4	2.4×10^4	11.9×10^4	4.1×10^4 / 22.3×10^4	95	1078.4	30.9×10^4	86.1×10^4

Note that (1) Depressurization, (2) Thermal stimulation, (3) CO₂-CH₄ gas replacement, and (4) Solid fluidization.

Yacimientos No Convencionales

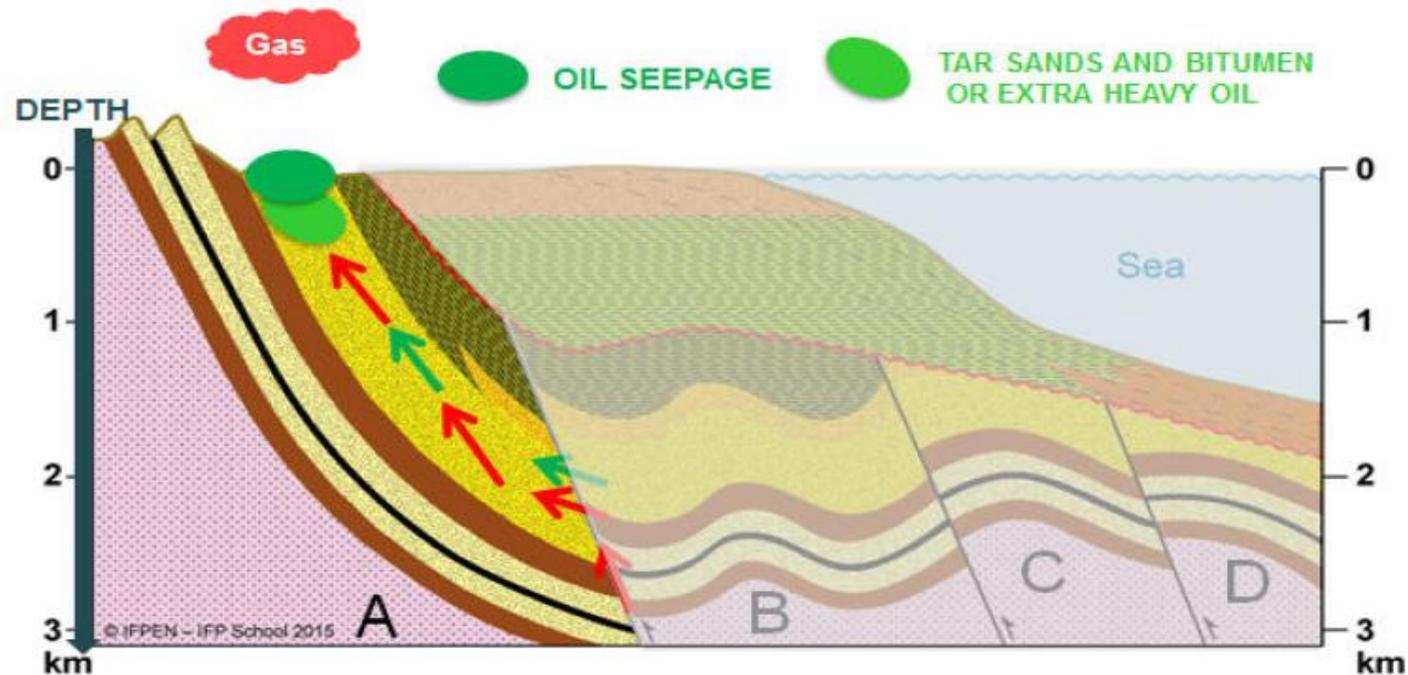
Crudos Pesados (Heavy Oil)



Fuente: ABC de los Yacimientos No Convencionales (IAPG)

Yacimientos No Convencionales

Crudos Pesados (Heavy Oil)



Yacimientos No Convencionales

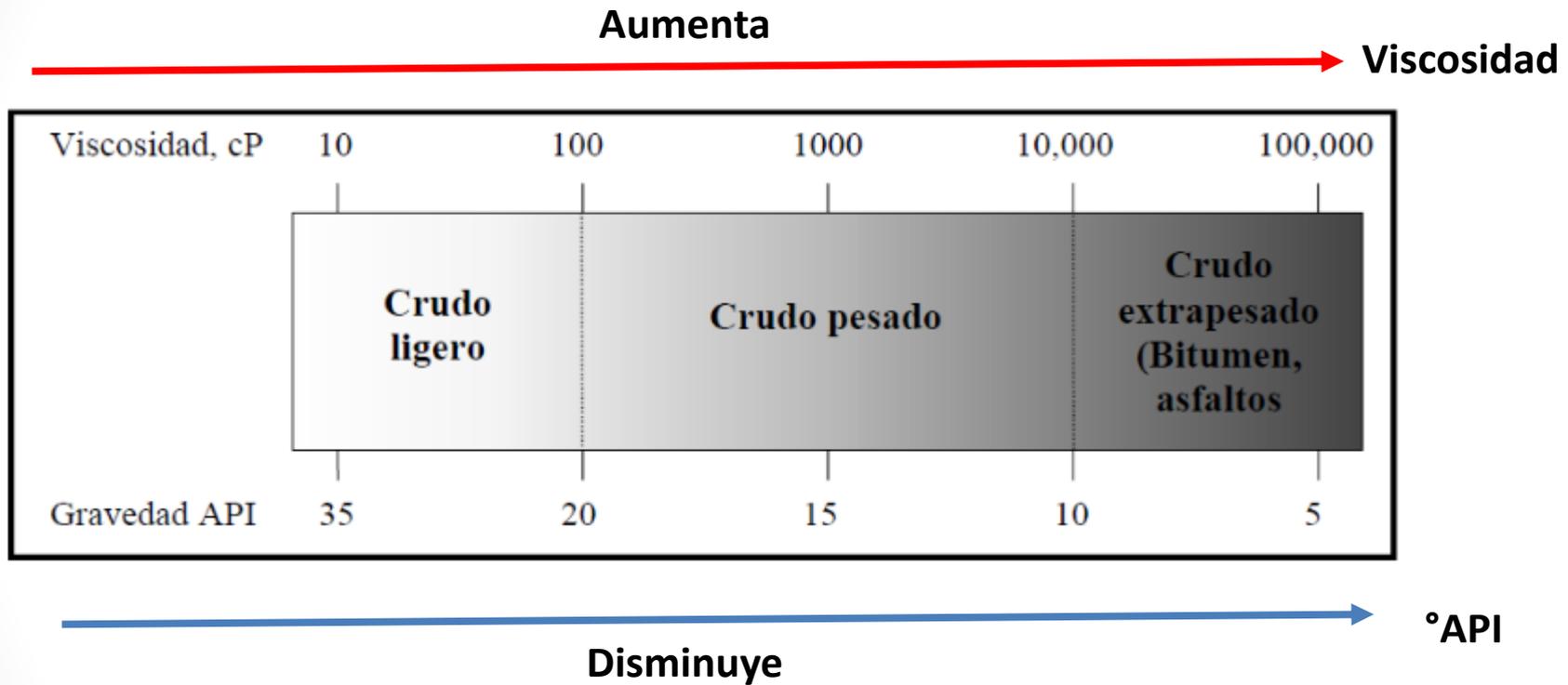
Crudos Pesados (Heavy Oil)

Las bacterias transportadas por el agua metabolizan los hidrocarburos parafínicos, nafténicos y aromáticos en moléculas más pesadas a través de procesos biológicos, físicos y químico.

Las aguas de formación también remueven hidrocarburos por solución eliminando los hidrocarburos de menor peso molecular, los cuales son más solubles en agua.

Por volatilización, cuando un sello de pobre calidad permite que las moléculas más livianas se separen y escapen, a través de los poros interconectados.

Petróleo No Convencionales



Yacimientos No Convencionales

Crudos Pesados (Heavy Oil)

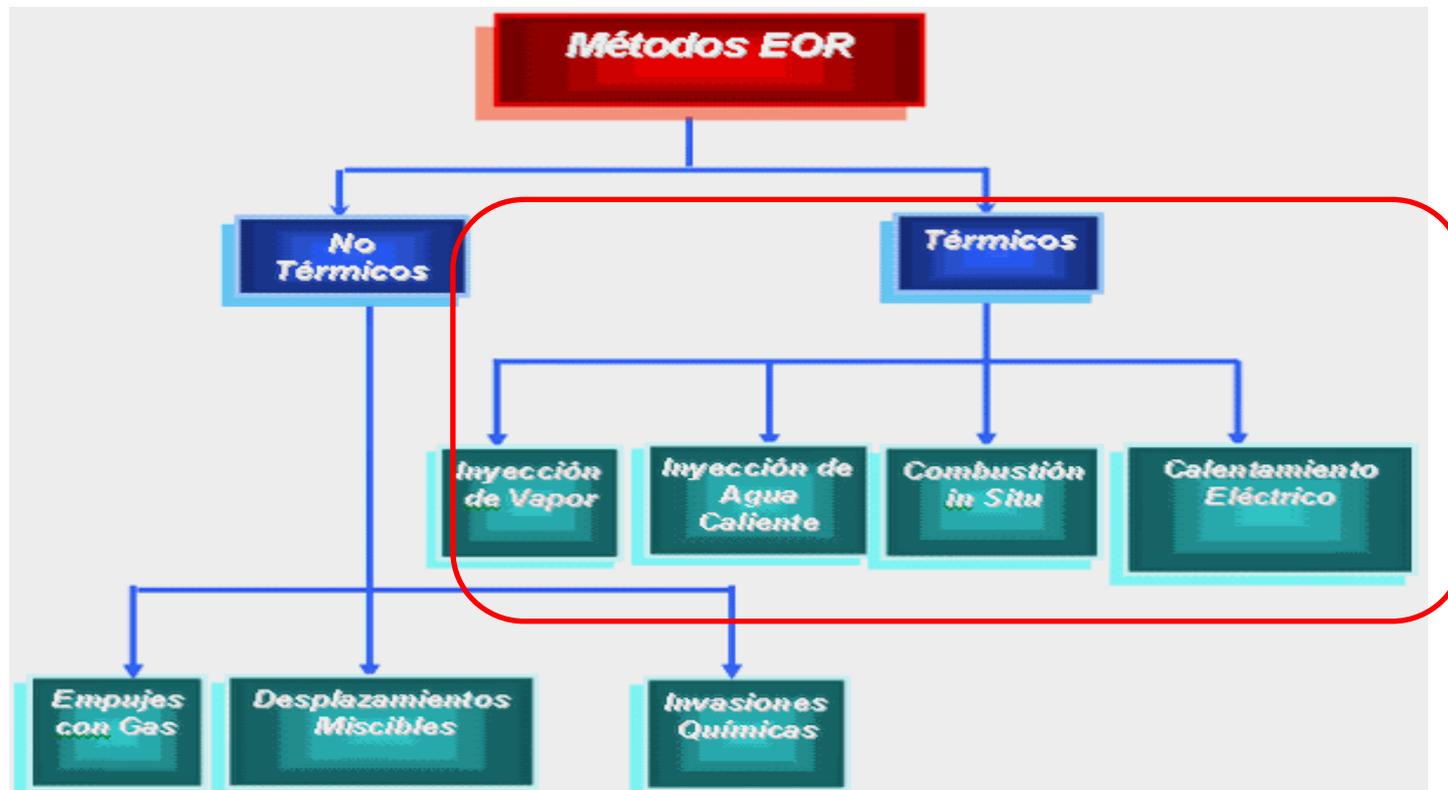
- Crudo liviano o ligero: tiene gravedades API mayores a 31,1 °API
- Crudo medio o mediano: tiene gravedades API entre 22,3 y 31,1 °API.
- Crudo pesado: tiene gravedades API entre 10 y 22,3 °API.
- Crudo extra pesado: gravedades API menores a 10 °API.

Crudo	Descripción
Ligero	Fácil transporte y extracción, ideal para refinar en combustibles y derivados.
Mediano	Fácil transporte y extracción, ideal para combustibles y derivados.
Pesado	Fácil transporte y difícil extracción, ideal para combustibles y derivados.
Extrapesados	Difícil transporte y difícil extracción, ideal para derivados.



Yacimientos No Convencionales

Crudos Pesados (Heavy Oil)

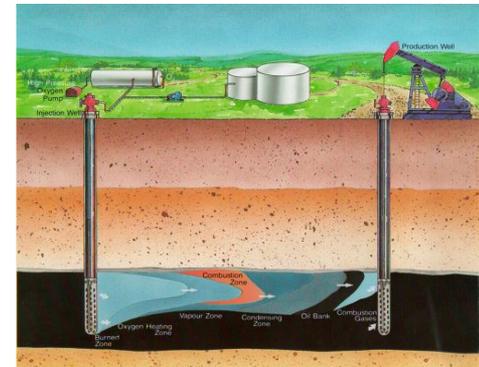


Yacimientos No Convencionales

Crudos Pesados (Heavy Oil)

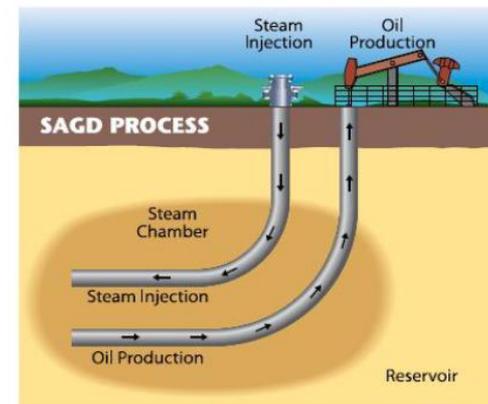
■ Métodos de Producción en Frío

- ✓ Minería.
- ✓ CHOPS (Cold Heavy Oil Production whit Sand).
- ✓ Vapex (Solventes miscibles gaseosos Etano, propano, CO2, etc).
- ✓ Inyección de Diluentes.
- ✓ Inyección de Agua.
- ✓ Bacterias.
- ✓ Entre otros.



■ Métodos Térmicos

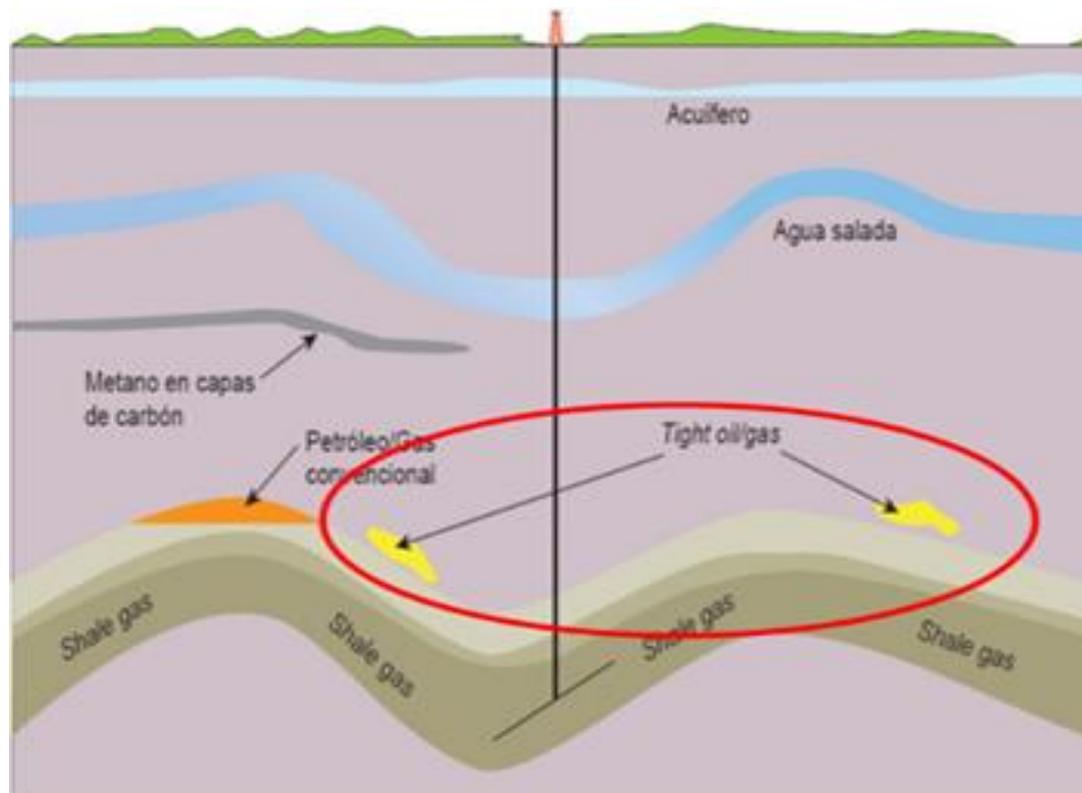
- ✓ El desplazamiento por vapor de agua ó Agua Caliente.
- ✓ Drenaje Gravitacional Asistido por Vapor (SAGD).
- ✓ Estimulación Cíclica y/o Continua por vapor de agua (CSS).
- ✓ Combustión in Situ.
- ✓ Entre otras.



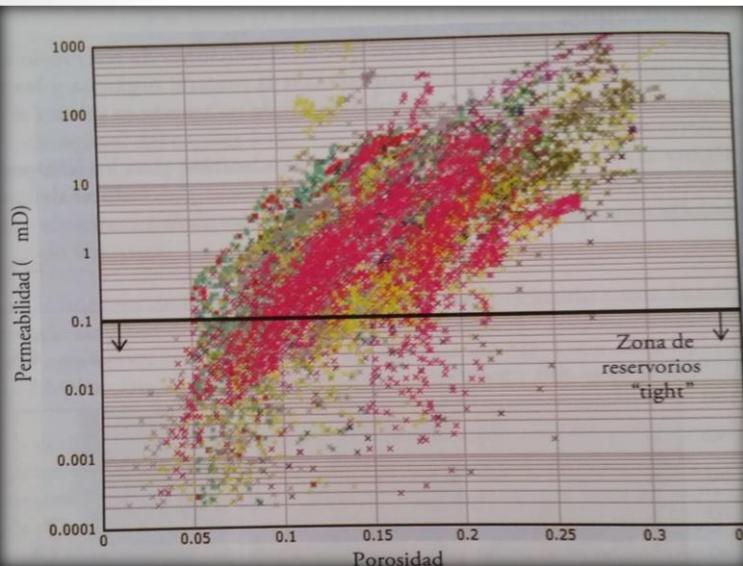
Yacimientos No Convencionales

Tight (compactados)

Son aquellos reservorios principalmente de areniscas, donde la roca tiene menos de 0,1 mD de permeabilidad y porosidades primarias menores al 10%.



Yacimientos No Convencionales: Tigth

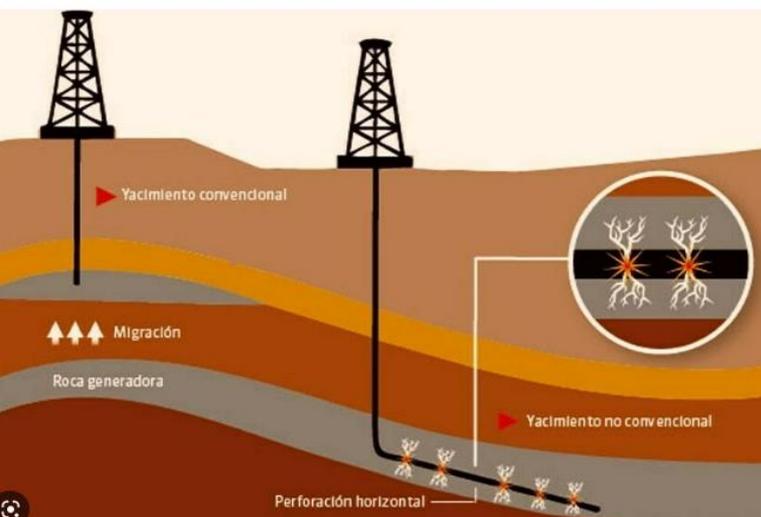


Reservorio Tight:

1) Todo aquel reservorio de gas o petróleo cuya permeabilidad promedio sea menor a 0.1 md

2) solamente se pueden producir a caudales comerciales a través de la estimulación hidráulica.

3) Por lo general no hay contactos Gas-Agua o Petróleo-Agua

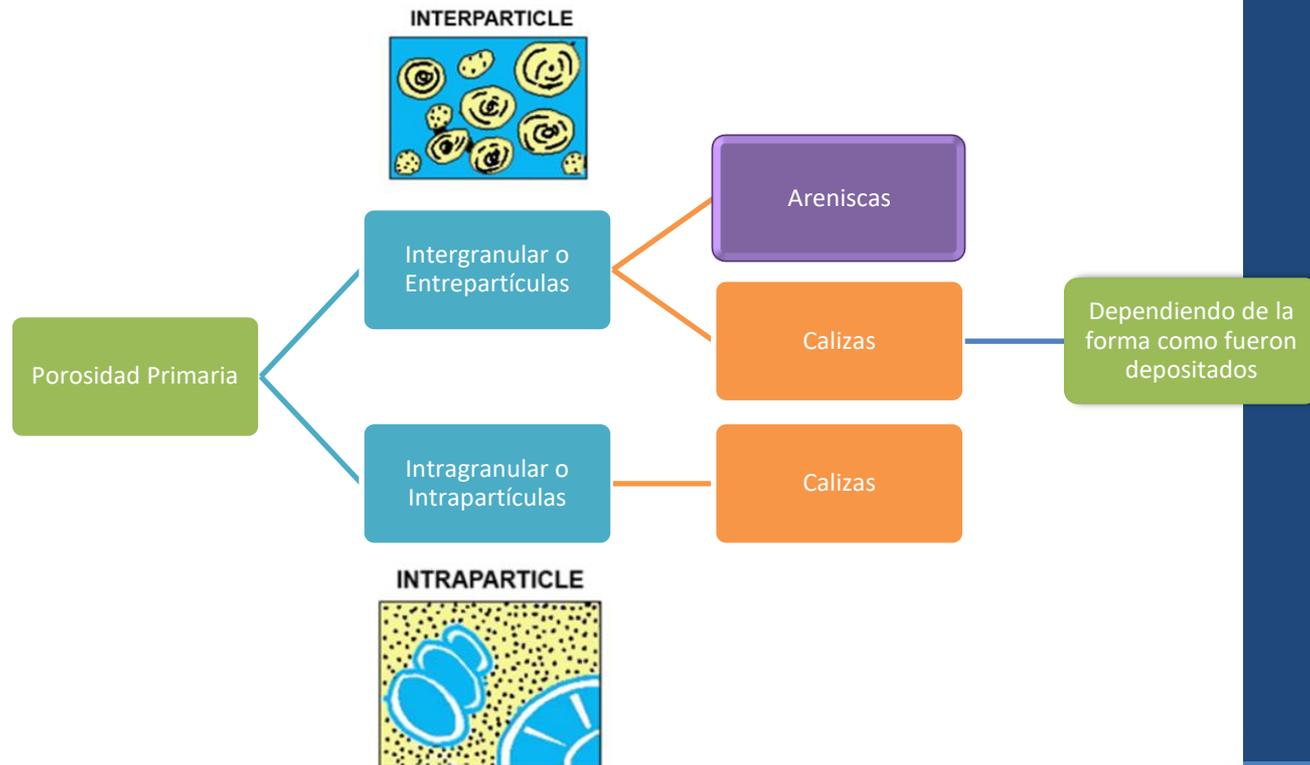


Tight: Porosidad y Permeabilidad

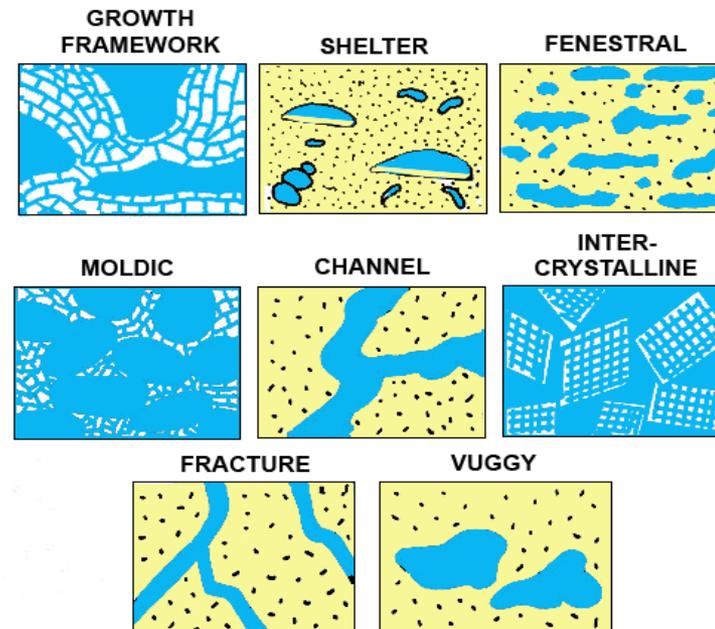
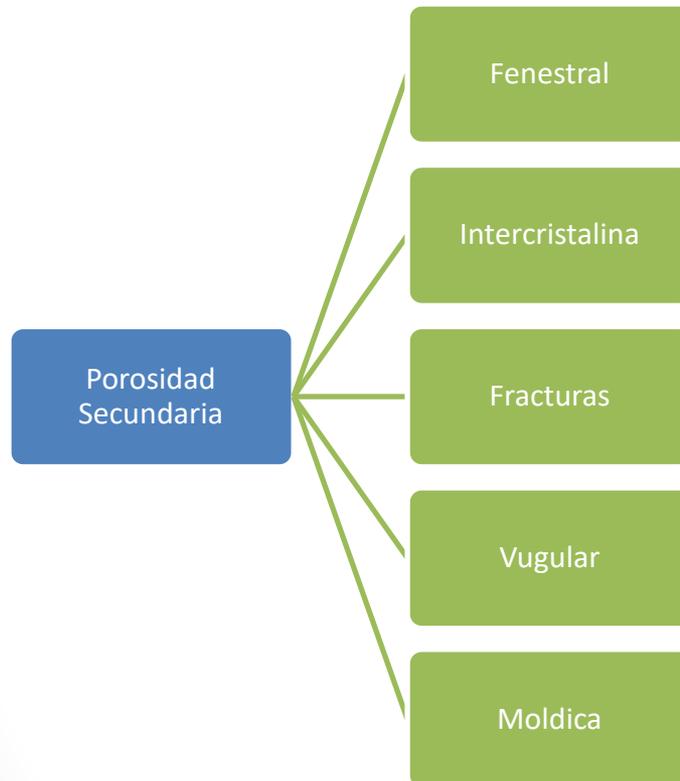
Tamaño
mm

PSEFITAS	Aglomerado	—	1024	
		—	512	
	Grava	Gruesa	—	256
			—	128
		Mediana	—	64
	Fina		—	32
			—	16
	Sábulo	Fina	—	8
			—	4
		Muy Gruesa	—	2
PSAMITAS	Arena	Gruesa	0,5	
		Mediana	0,25	
		Fina	0,125	
		Muy Fina	0,062	
		Grueso	0,031	
			0,015	
ELITAS	Limo	Fino	0,0078	
			0,0039	
	Arcilla	—	0,0020	

post.geoxnet.com



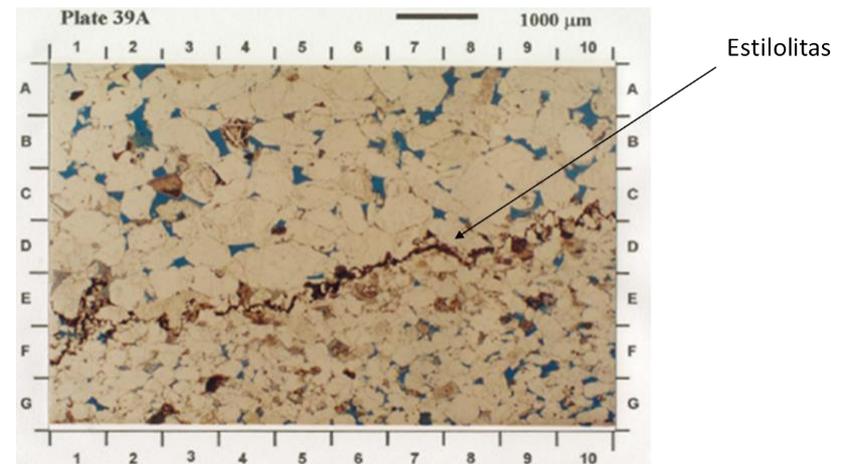
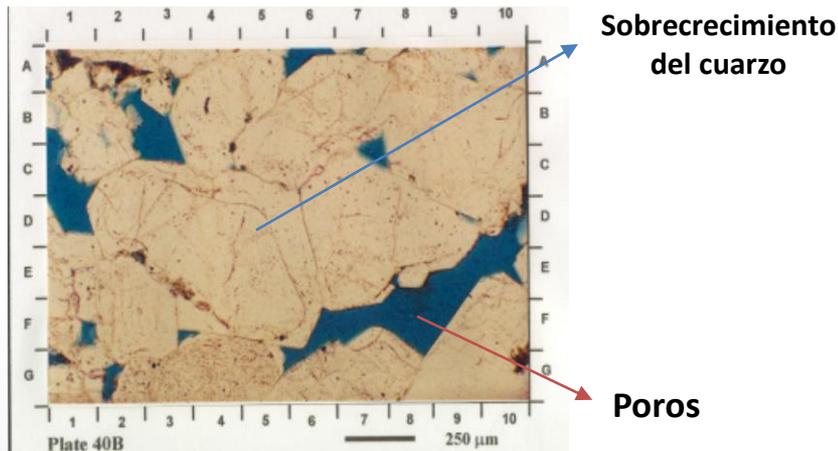
Tight: Porosidad y Permeabilidad



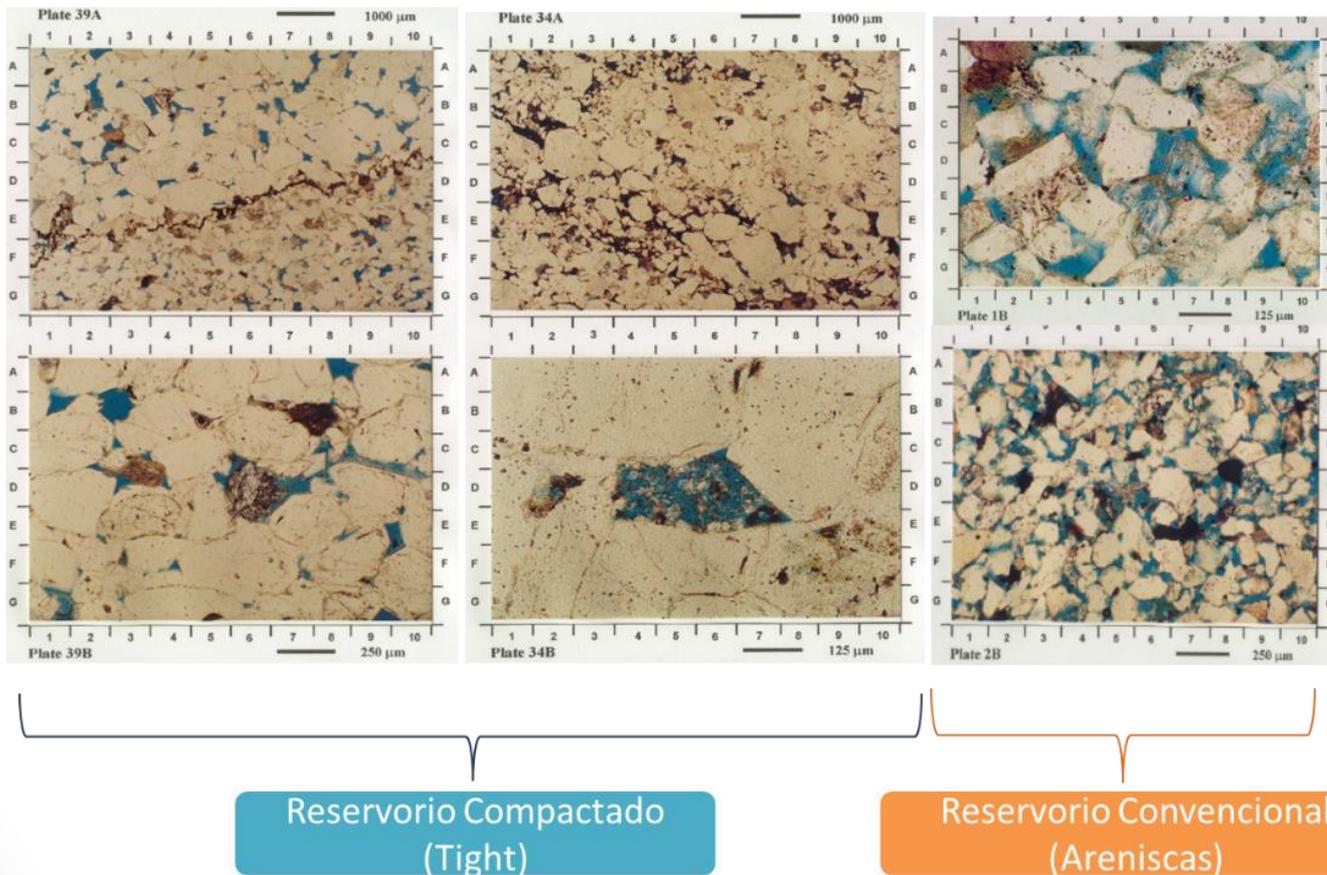
After Choquette & Pray, 1970

Tight: Porosidad y Permeabilidad

- Fábrica depositacional (margas, mudstones, wackestones, pelitas, areniscas limosas, dolomitas microcristalinas).
- Procesos diagenéticos (autigénesis, recristalización, cementación, compactación).



Comparación de Reservorios Tight Vs Convencional



Reservorios Tight

En Argentina se cuenta con distintas unidades que son objetivos como reservorio tipo tight, a saber:

Cuenca Cretácica (NOA)

- Formación Yacoraite.

Cuenca Cuyana

- Formación Protrerillos.
- Formación Río Blanco

Cuenca Neuquina

- Los Molles.
- Punta Rosada.
- Lajas.
- Mulichinco.
- Sierras Blancas
- Grupo Precuyo
- Basamento
- Lotena
- Tordillo

Cuenca Golfo San Jorge

- Formación Pozo D-129.

Cuenca Austral

- Serie Tobífera.

Las unidades correspondientes a la cuenca Neuquina se encuentran en producción desde hace más de 40 años.