



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



**FACULTAD
DE INGENIERÍA**

Operaciones en Yacimientos de Crudos Pesados y Extra pesados

TEMA I

Taxonomía de los Reservorios No Convencionales



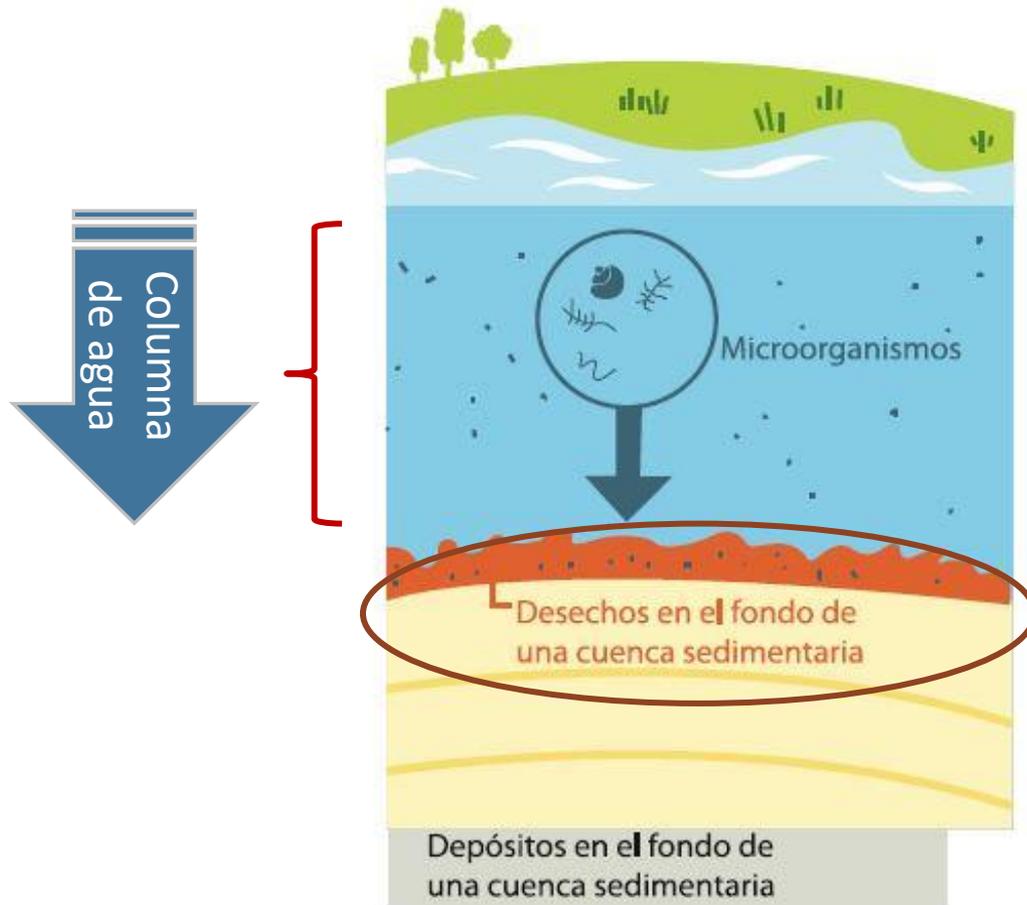
Fuente: Subsecretaría de Minería e Hidrocarburos de la Provincia de Neuquén



Reflexionemos sobre lo siguiente:

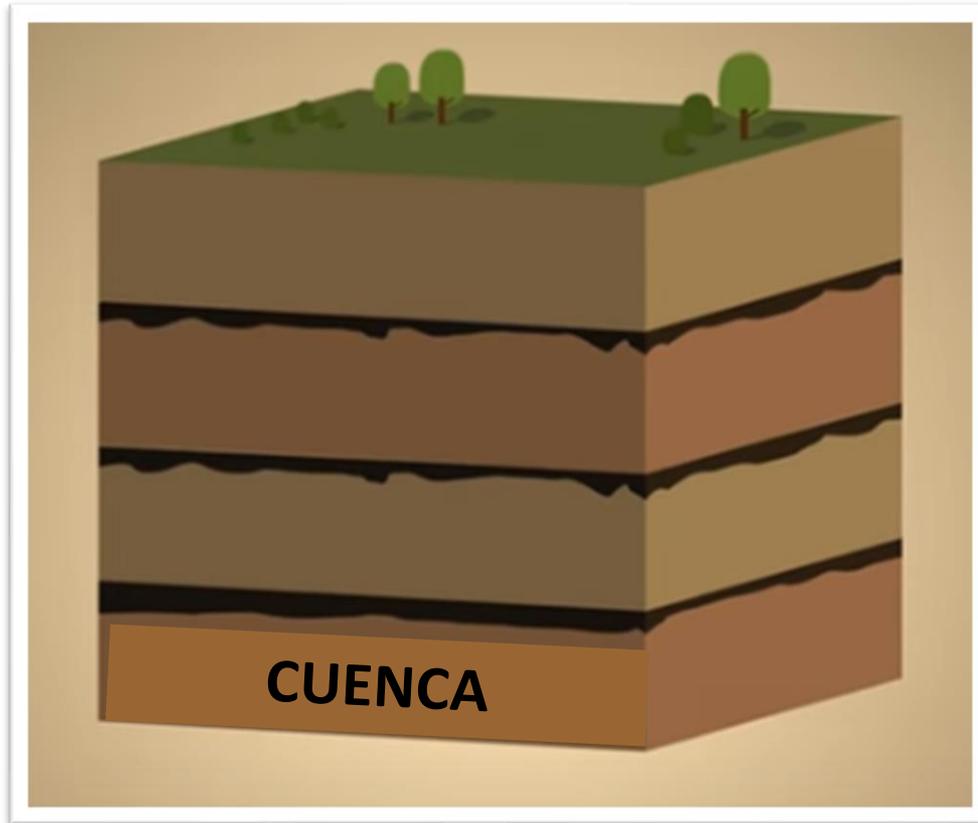
- Los crudos pesados ¿ Se forman a partir de la migración primaria o secundaria?
- Entonces los crudos pesados ¿ se forman bajo un sistema petrolero convencional o no convencional?

FORMACIÓN DE ESTOS RESERVORIOS: EL ORIGEN



Fuente: ABC de los Yacimientos No Convencionales (IAPG)

FORMACIÓN DE ESTOS RESERVORIOS: EL ORIGEN



Peso de los sedimentos

+ TEMPERATURA

+ PRESIÓN

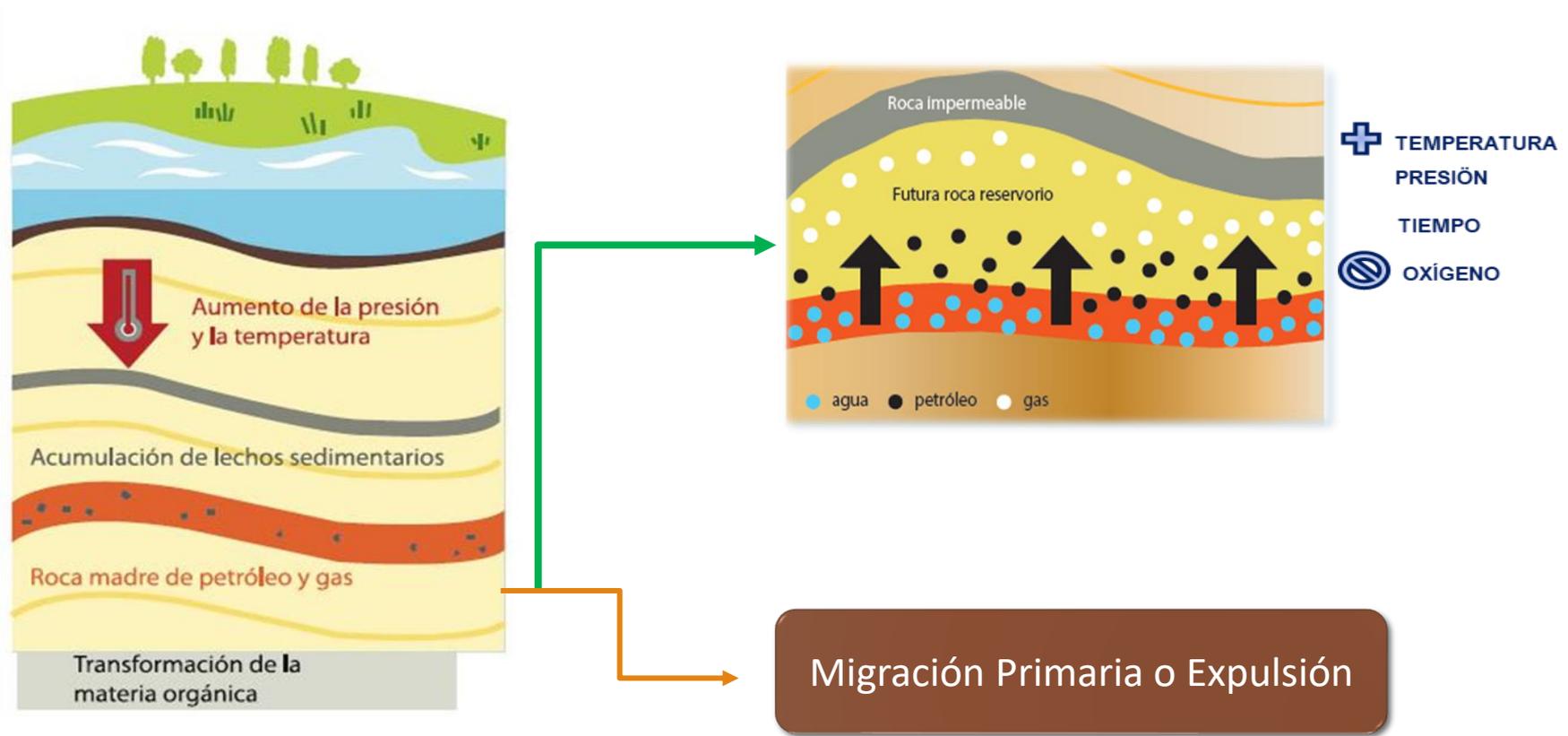
⊘ OXÍGENO

+ TIEMPO



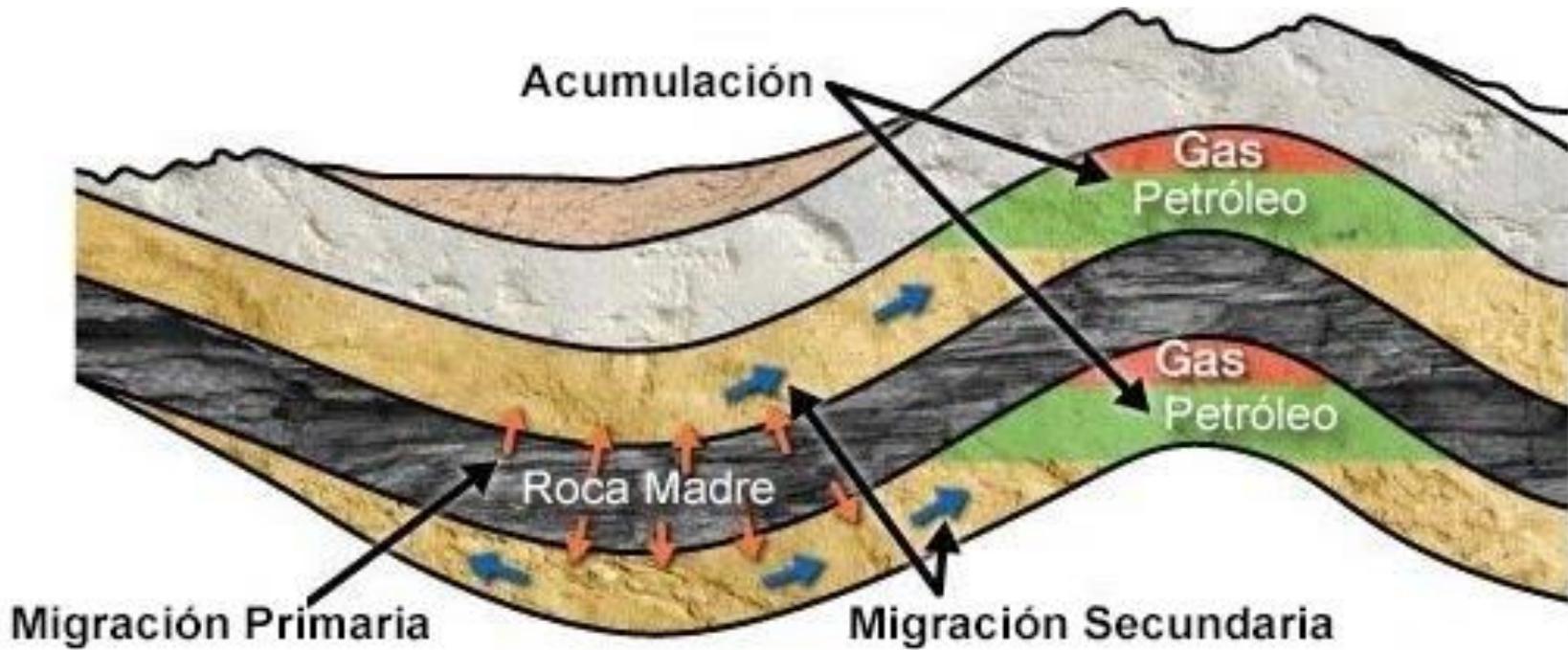
ROCA MADRE GENERADORA

ROCA MADRE O GENERADORA

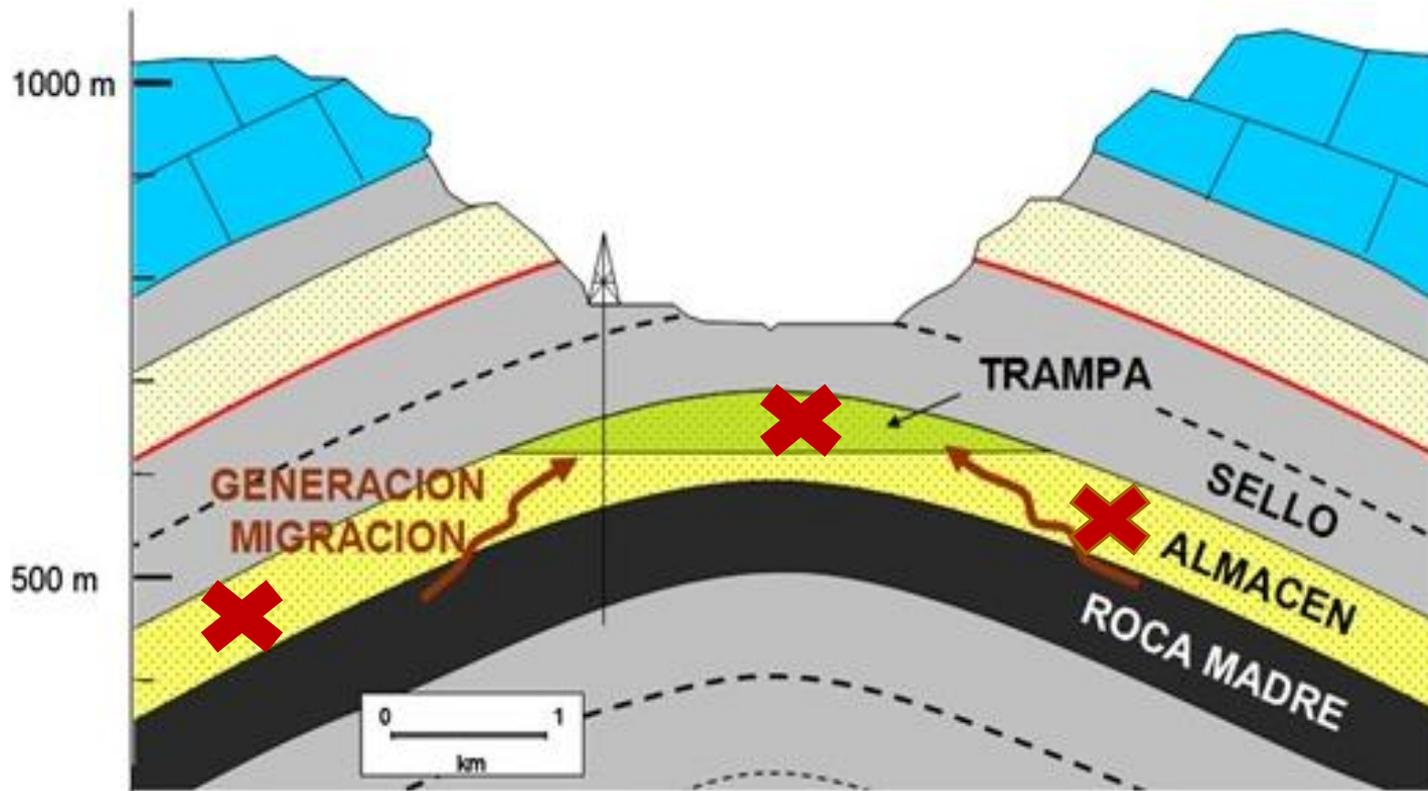


Fuente: ABC de los Yacimientos No Convencionales (IAPG)

MIGRACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA



MIGRACIÓN SECUNDARIA (Sistema Petrolero Convencional)

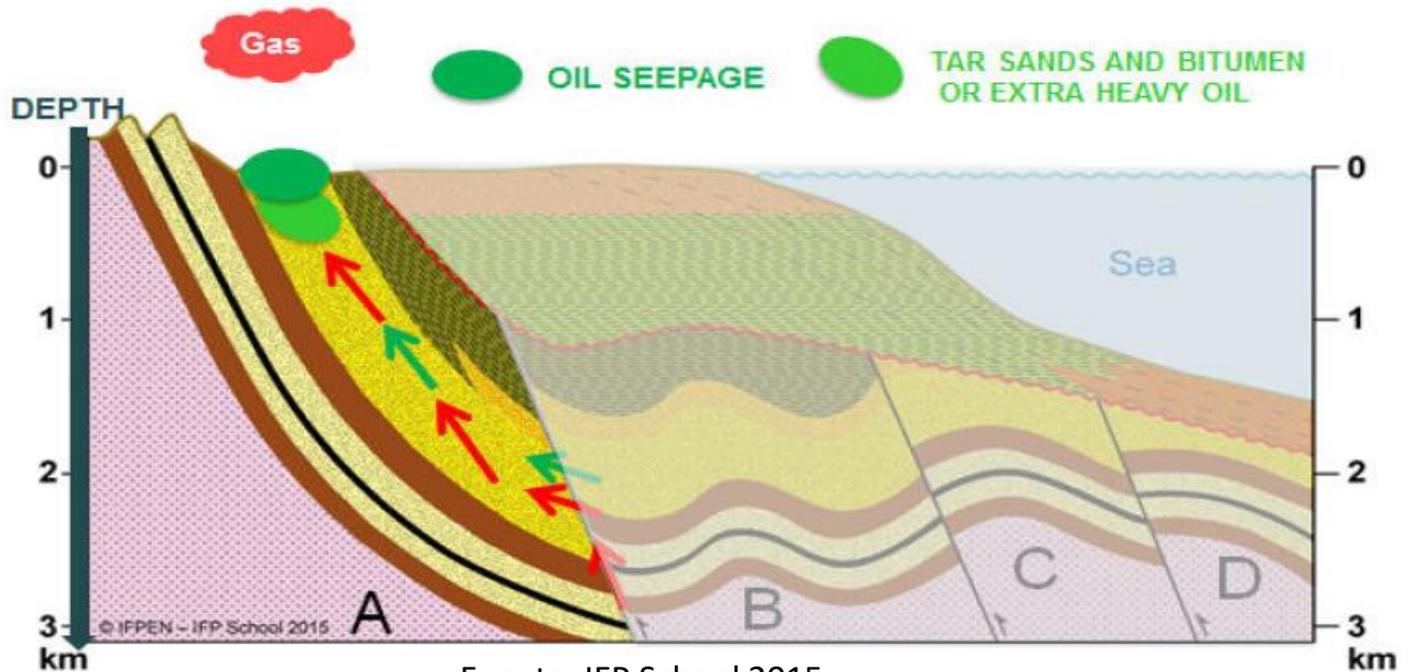


Sistema Petrolero No Convencional



¿CÓMO SE FORMAN ESTOS RESERVORIOS?

Cuando nada bloquea la migración de fluidos hidrocarbonados (**compartimento A**), estos se filtran y llegan a la superficie como petróleo y gas. A poca profundidad, el petróleo se **biodegrada** creando arenas bituminosas (Tar Sand) o petrolíferas (Oil Sand) o reservorios de petróleo pesado y extra pesado.



Fuente: IFP School 2015.

BIODEGRADACIÓN DEL PETRÓLEO

Descomposición del petróleo crudo a través de procesos biológicos, físicos y químicos

Las bacterias transportadas por el agua metabolizan los hidrocarburos en moléculas más pesadas.

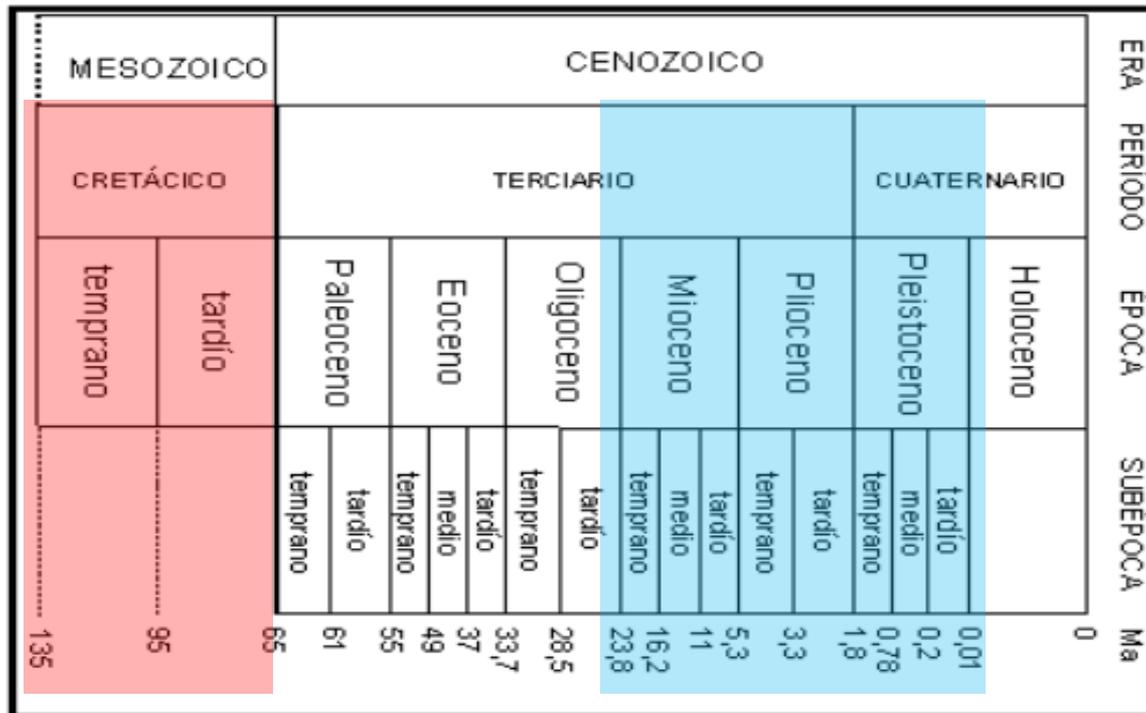
Las aguas de formación también remueven hidrocarburos por solución, eliminando los hidrocarburos de menor peso molecular, los cuales son más solubles en agua.

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

La biodegradación aumenta gradualmente la viscosidad del petróleo, reduce la gravedad API, aumenta el contenido de asfalto, la concentración de determinados metales, sales y azufre.

EDAD GEOLÓGICA

Los petróleos pesados, extra pesados y bituminosos se producen típicamente de formaciones geológicas jóvenes (Pleistoceno, Plioceno y Mioceno).



Petróleo No Convencionales



Pesados

°API
generalmente
menor a 20°.

Viscosidad entre
100 – 10.000 cP



Extra Pesados

API < 10°

viscosidad
Entre 10.000 - 100.000
cP

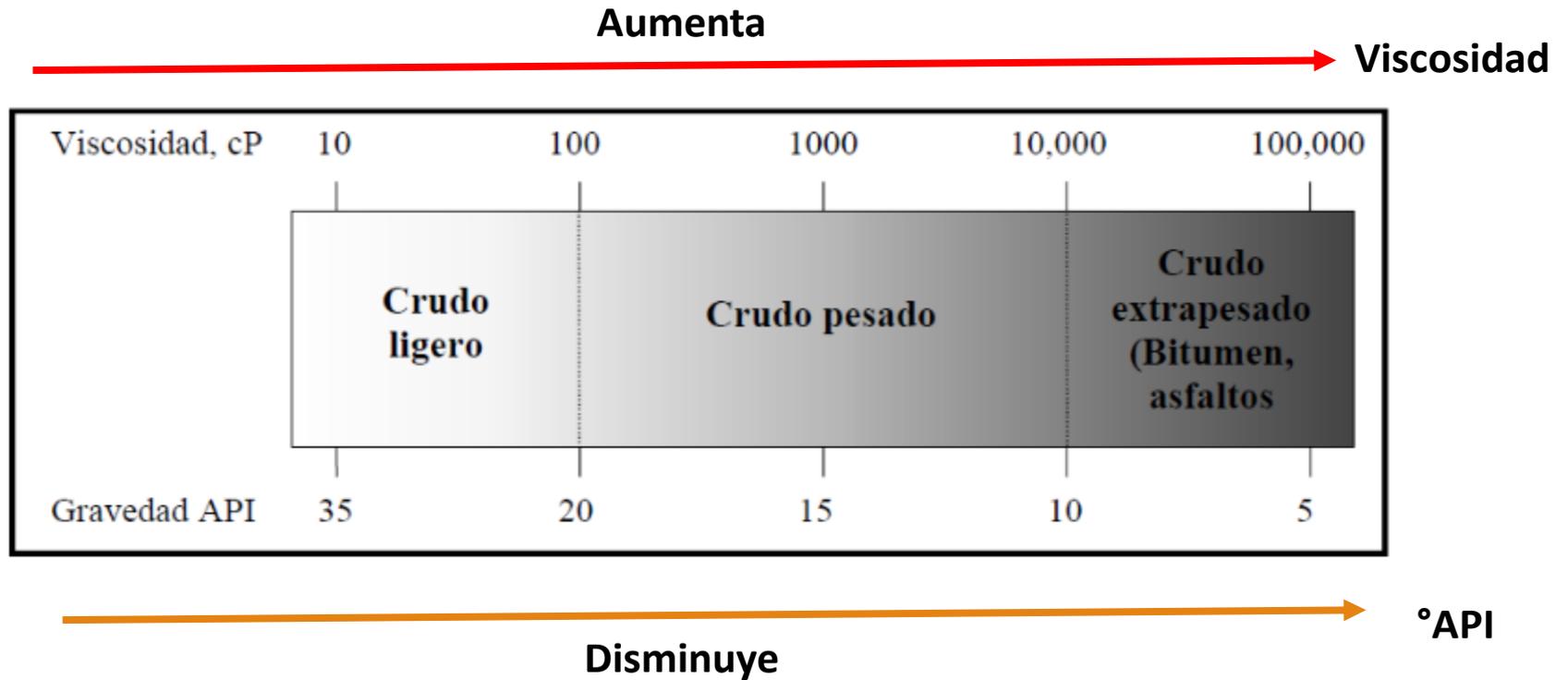


Arenas Petroíferas o bituminosas

API < 10°

Viscosidad es mayor de
los 10.000 cP

Petróleo No Convencionales



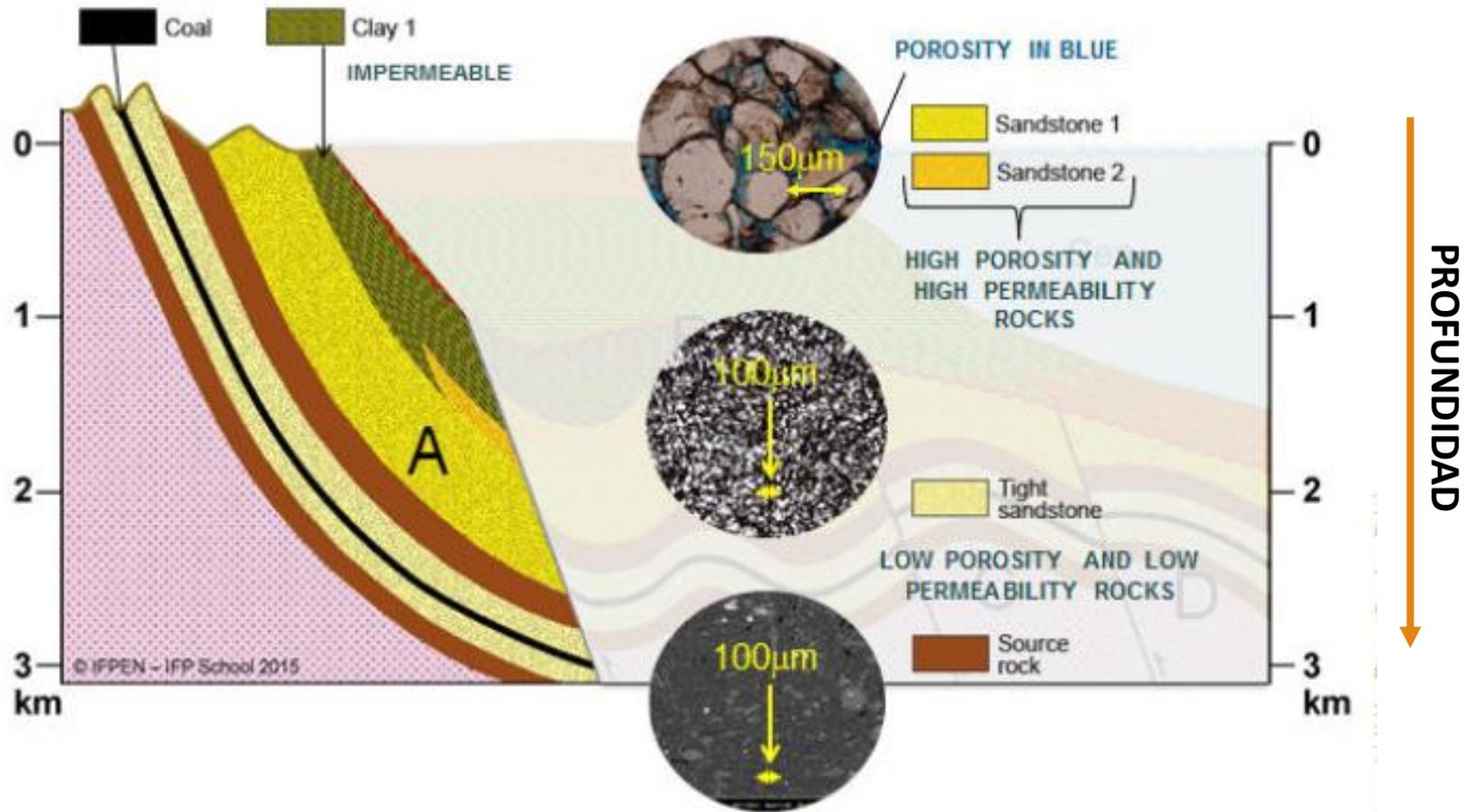


Reflexionemos sobre lo siguiente:

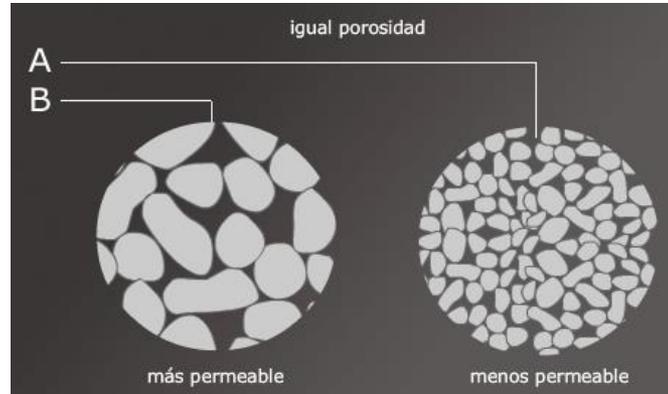
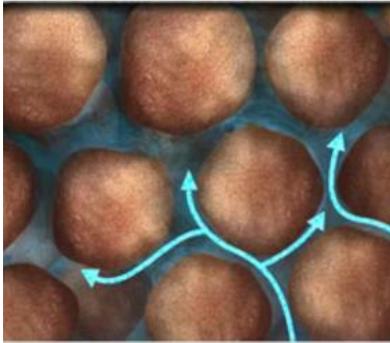
Partiendo de la premisa que la mayoría de las acumulaciones de crudos pesados son someras (pocas profundas) :

¿Cómo sería la capacidad de almacenamiento y de flujo en estos reservorios?

PROPIEDADES FÍSICAS (POROSIDAD Y PERMEABILIDAD)



PROPIEDADES FÍSICAS (POROSIDAD Y PERMEABILIDAD)

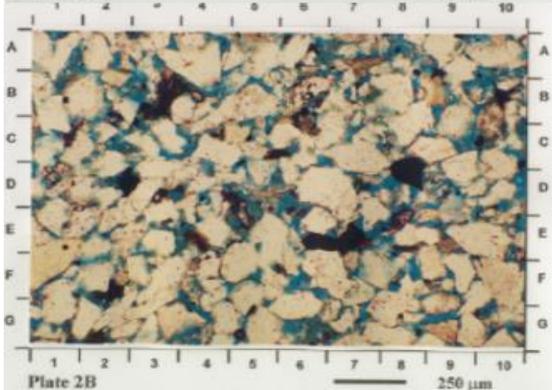
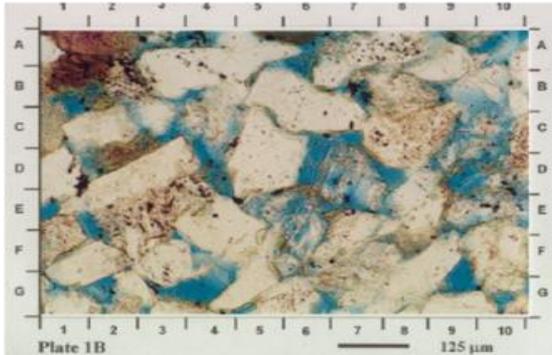


ARENISCA

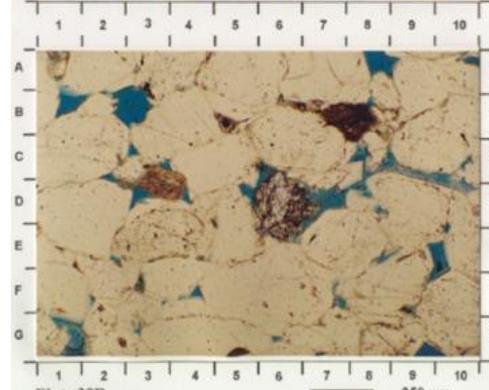
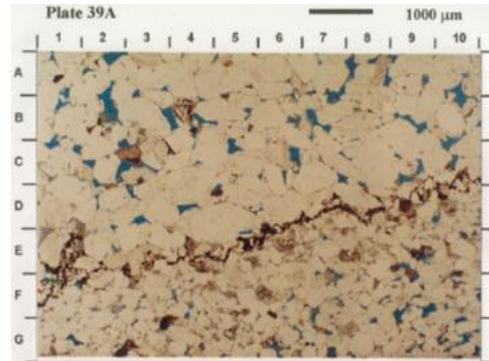
ARCILLAS

- Tamaño de los granos.
- Redondez y Esfericidad
- Grado de dispersión
- Empaquetamiento.
- Grado de cementación.
- La granulación (el proceso por el cual los granos se rompen por presión de sobre carga).
- Entre otros.

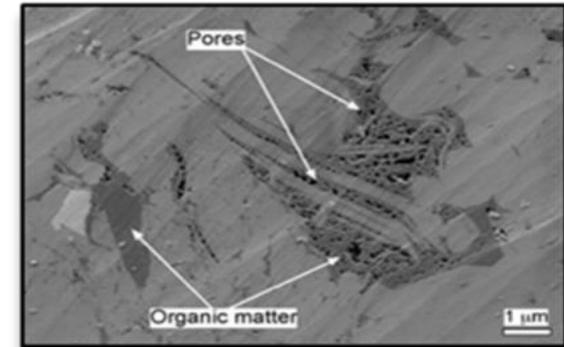
PROPIEDADES FÍSICAS (POROSIDAD Y PERMEABILIDAD)



Porosidad en Arenas



Porosidad en Arenas Compactadas



Porosidad en Arcillas

Petróleo No Convencionales



Pesados

°API
generalmente
menor a 20°.

Viscosidad entre
100 – 10.000 cP



Extra Pesados

API < 10°

viscosidad
Entre 10.000 - 100.000
cP

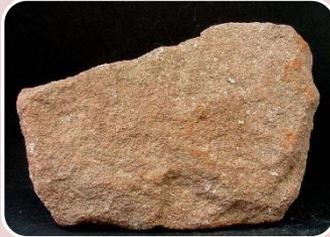


Arenas Petrolíferas o bituminosas

API < 10°

Viscosidad es mayor de
los 10.000 cP

TIPOS DE FORMACIONES



Arenas

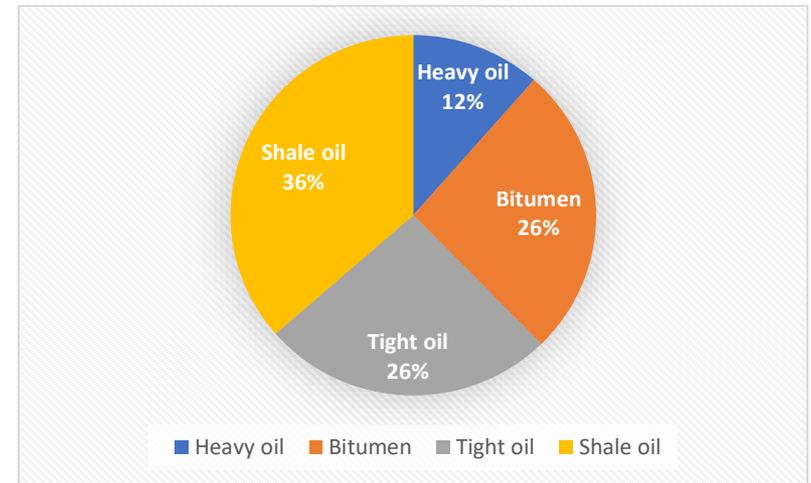
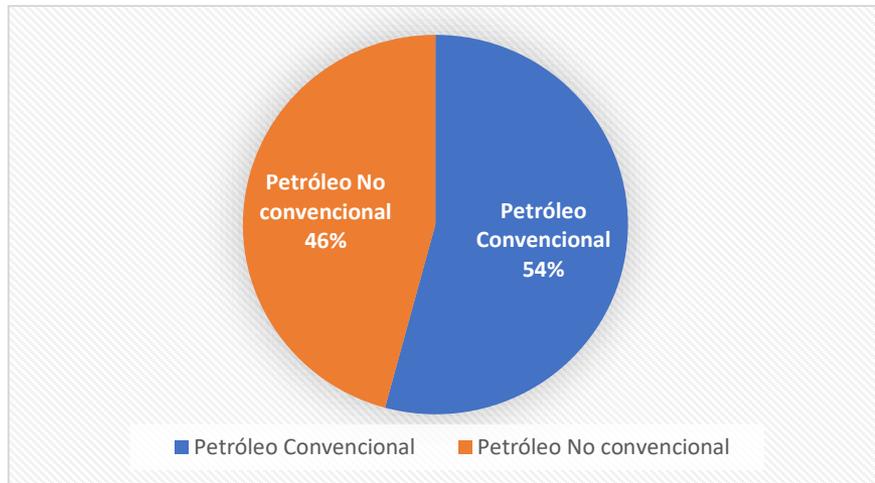


Carbonatos



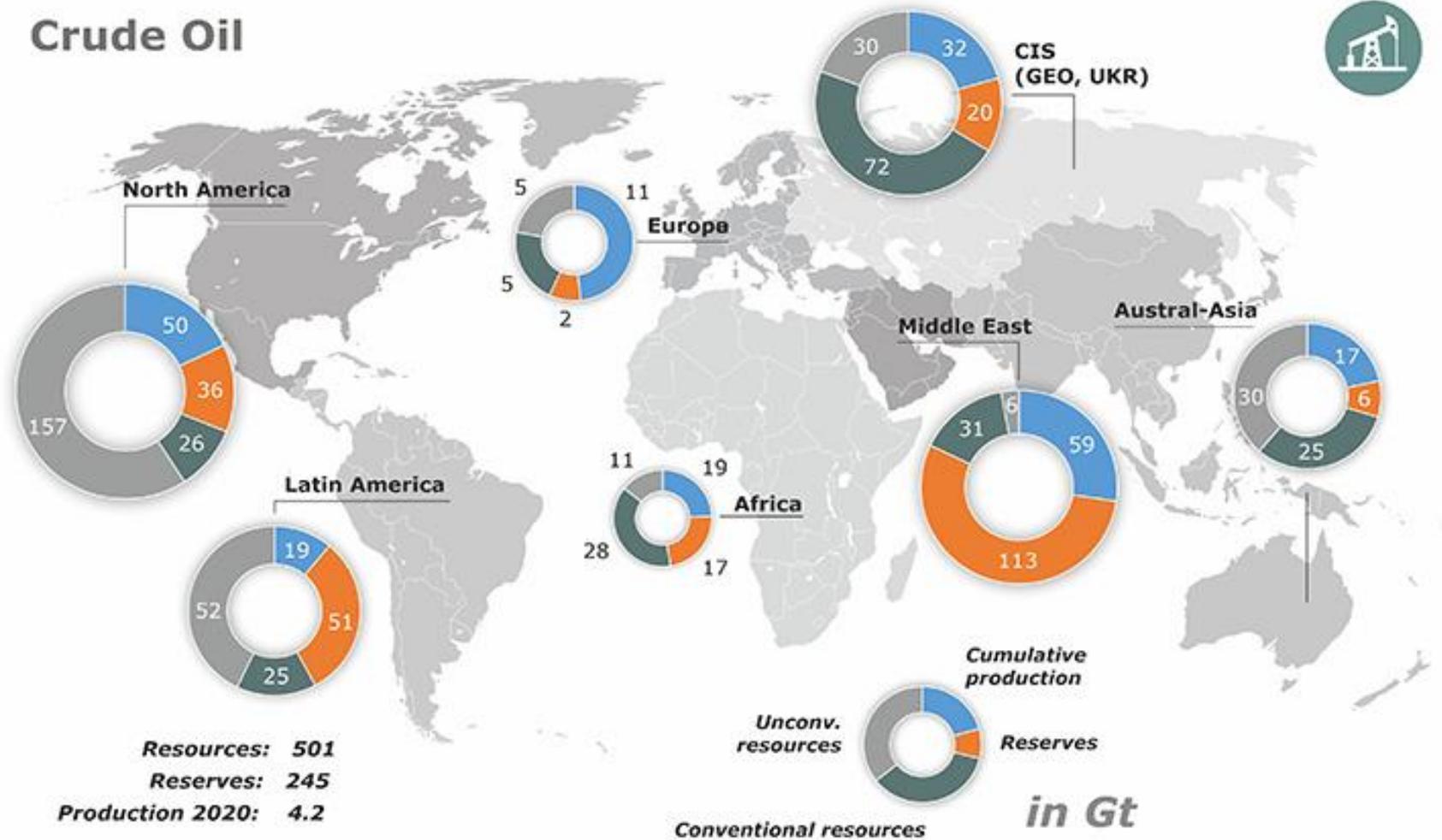
Onshore/
OffShore

RECURSOS RECUPERABLES DE PETRÓLEO



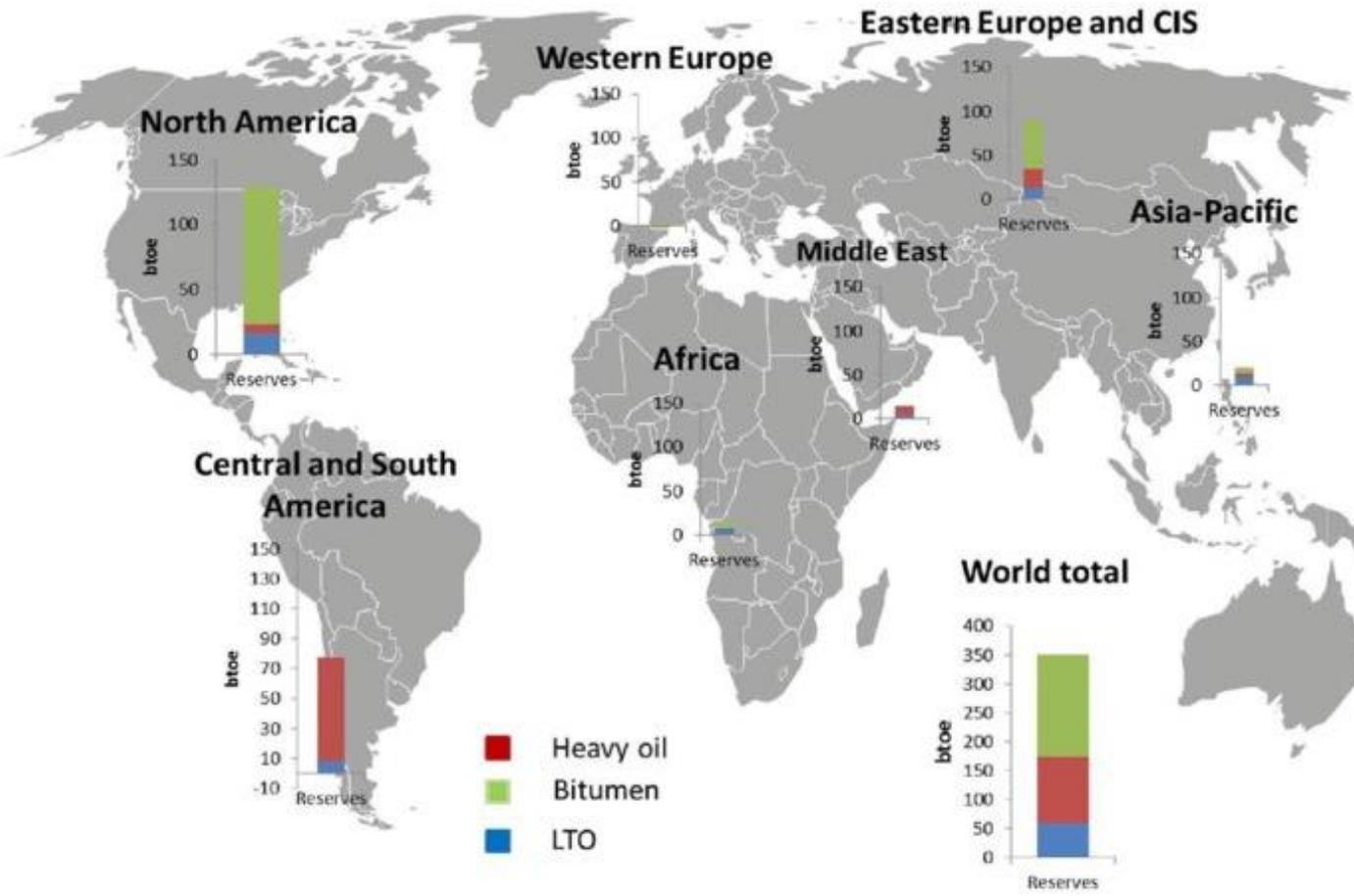
Data sources: USGS 2000, USGS 2007, IEA2008, IEA 2009, BP 2014 , DOE y BGE 2019.

Crude Oil



Regional distribution of total crude oil potential 2020

Fuente: BGR



Region	Tight oil/ 10 ⁹ t	Heavy oil/ 10 ⁹ t	Natural bitumen/ 10 ⁹ t	Oil shale oil/ 10 ⁹ t	Total recover- able resources/ 10 ⁹ t
North America	10.9	5.4	87	101.1	2 04.4
South America	8.1	82.4	0.02	3.9	94.4
Africa	5.9	11	7.1	7.8	21.8
Europe	2	0.7	0.03	5.6	8.4
Middle East	0.01	11.9	0.0	4.7	16.5
Asia	10.1	4.5	7	15.2	36.8
Russia	10.3	2	5.5	11.8	29.7
Total	47.3	1 07.9	1 06.7	1 50.1	4 12

Note: sorted as per relevant data of USGS and DOE.

Geography of unconventional oil technically recoverable reserves
(Source: IEA, 2017; Authors' research).

PAÍS LIDER EN RESERVAS Y ACTIVO EN LA PRODUCCIÓN DE CRUDOS PESADOS

VENEZUELA

La acumulación de petróleo individual más grande que se conoce es la faja de petróleo pesado del Orinoco, en Venezuela. Las reservas probadas de crudos pesados y extra pesados a Dic. 2016 era de **300.878** MMBls-

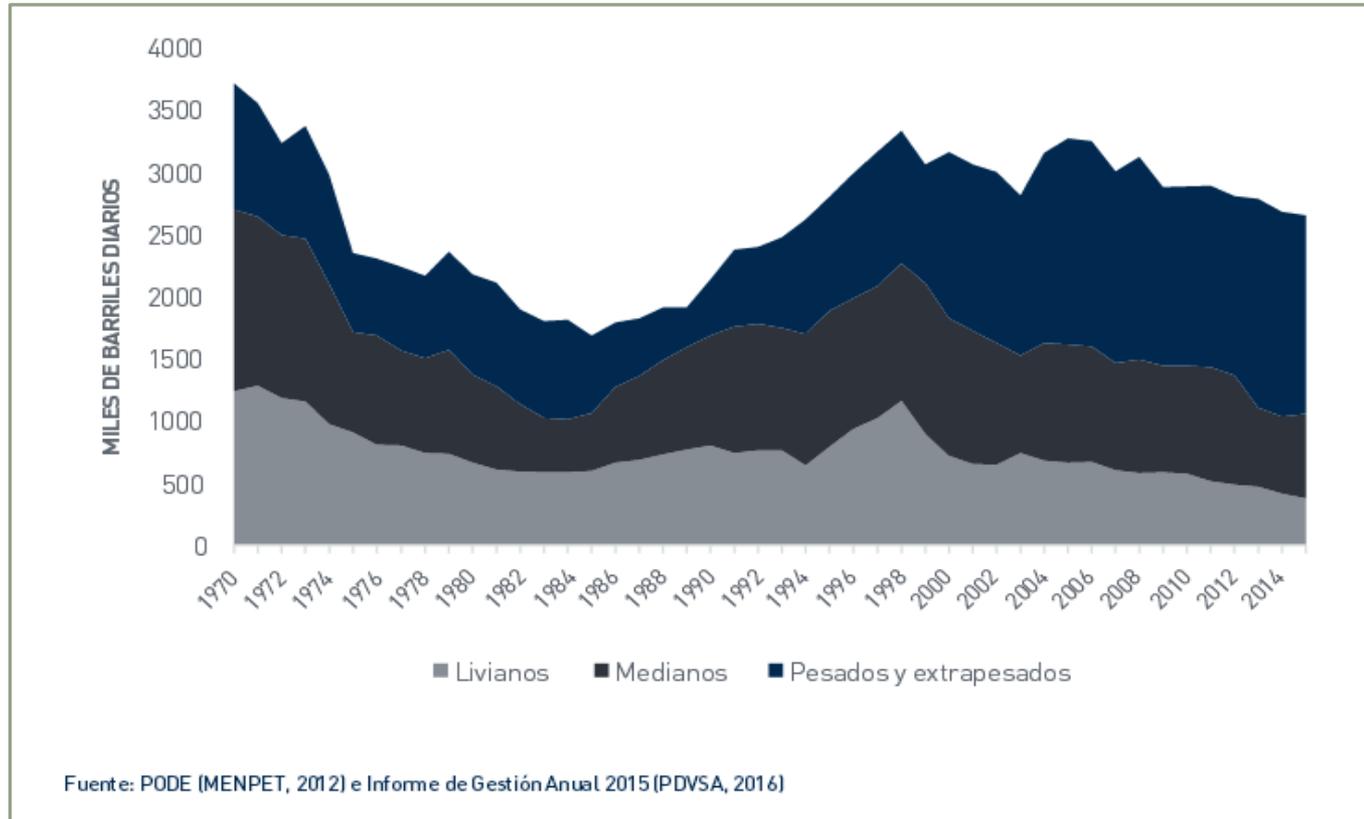
Reservas probadas de crudo MMBls	2016	2015	2014	2013	2012
Gas húmedo	2	2	0,2	0,2	0,2
Condensado	2.497	2.342	2.357	2.384	2.618
Liviano	10.743	10.609	10.493	10.331	10.390
Mediano	9.538	9.716	9.672	9.742	9.786
Pesado	18.217	18.688	18.692	17.597	17.805
Extrapesado	261.253	259.521	258.739	258.299	257.136
Total petróleo	302.250	300.878	299.953	298.353	297.735
Relación de reservas/producción (años)	335	301	296	282	280



Fuente:

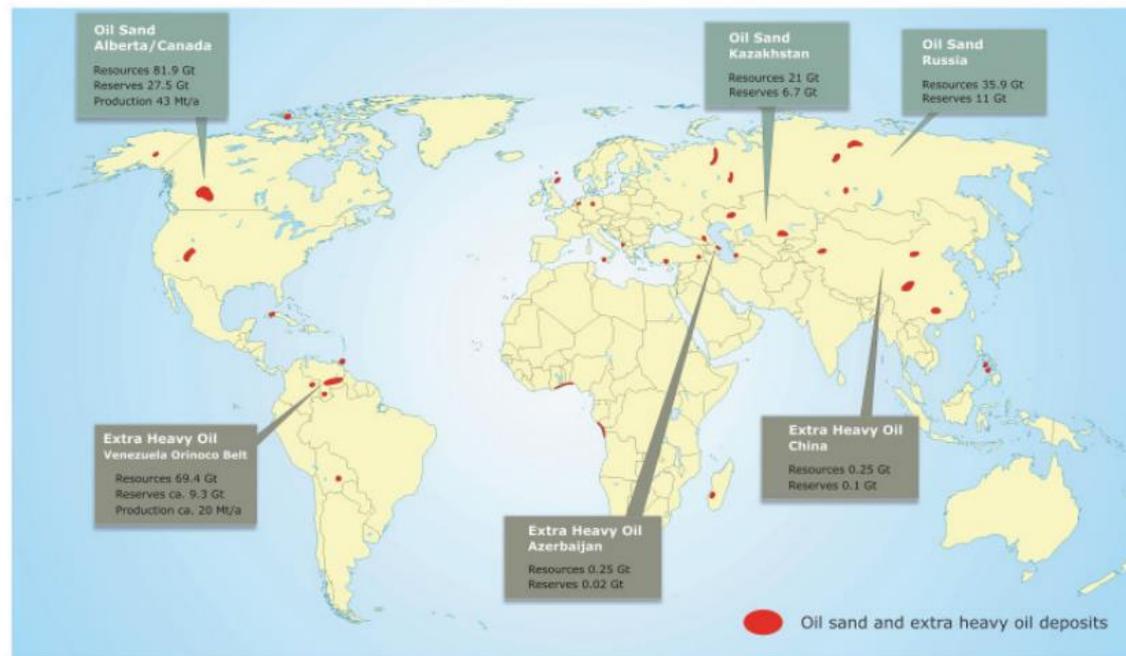
<http://www.pdvsa.com/images/pdf/Inversionistas/INFORMEDEGESTION2016.pdf>

PRODUCCIÓN POR TIPO DE CRUDO



RECURSOS Y RESERVAS : Oil sand y petróleo pesado

Entre los países fuera de Venezuela que poseen petróleos pesados y extra pesados se encuentran: Azerbaiyán, China (cuenca de Bohai, la cuenca de Huabei y la cuenca de Tarim), Chad, Angola Irán, Irak, Kuwait, Egipto, Arabia Saudita, México, Polonia, Italia, Europa (Mar del Norte británico), Estados Unidos (California), Rusia, Brasil, Indonesia, Colombia, Ecuador, entre otros.



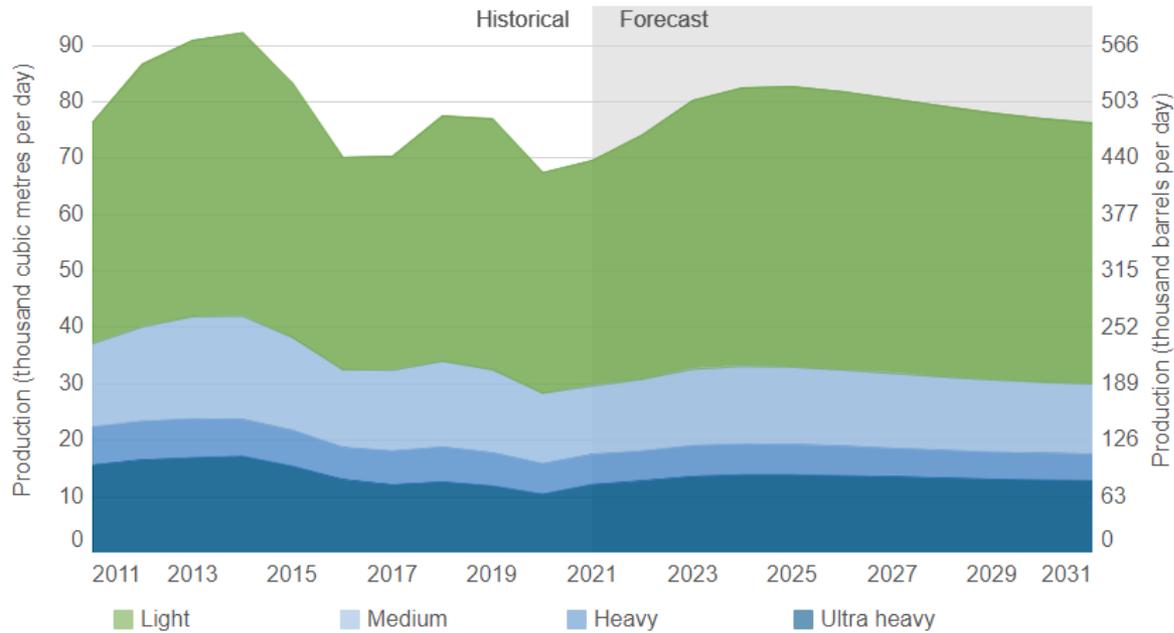
PAÍS LIDER EN RESERVAS Y ACTIVO EN LA PRODUCCIÓN DE BITUMEN Y PESADOS

CANADÁ

Según la ARE (Alberta Energy Regulator) al cierre del 2021 Canadá posee 65.952 MMm³ de reservas probadas en acumulaciones de petróleo pesado y extrapesado. En cuanto a crudo bituminoso al cierre de 2015 fue de 26.284 MMm³

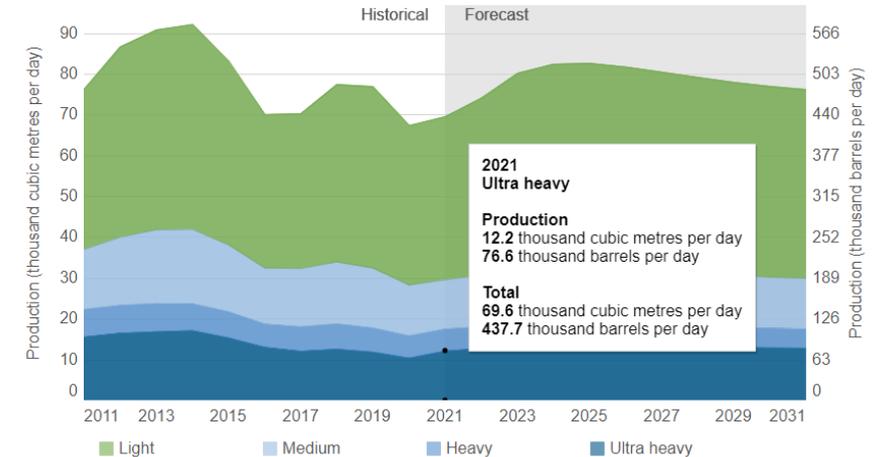
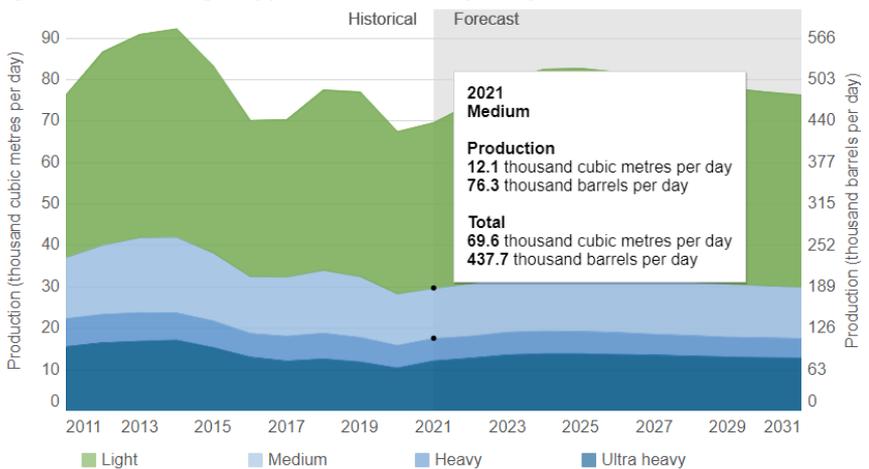
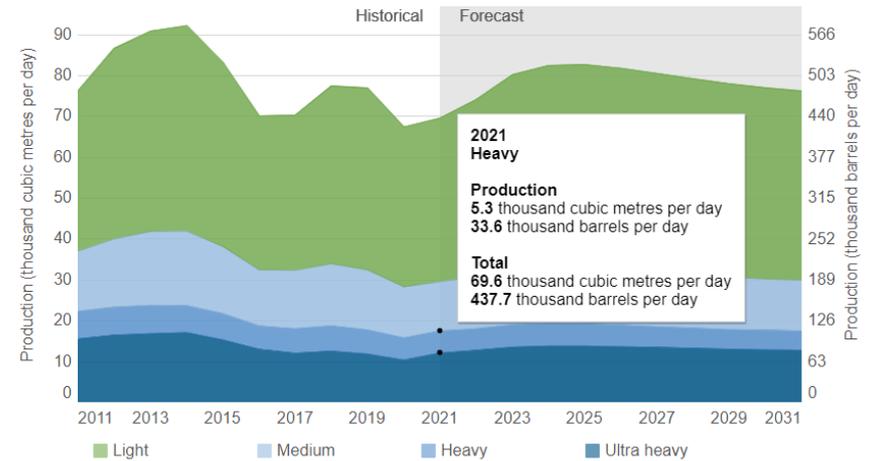
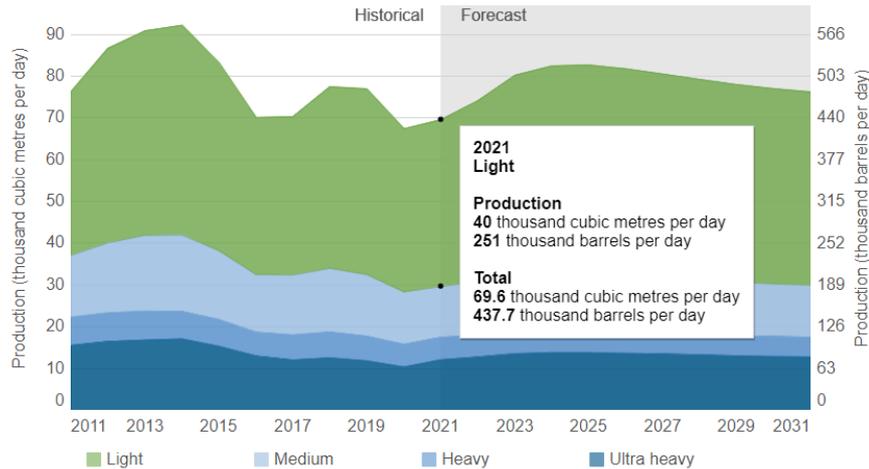


Producción de Petróleo Pesado y Extra pesado 2021

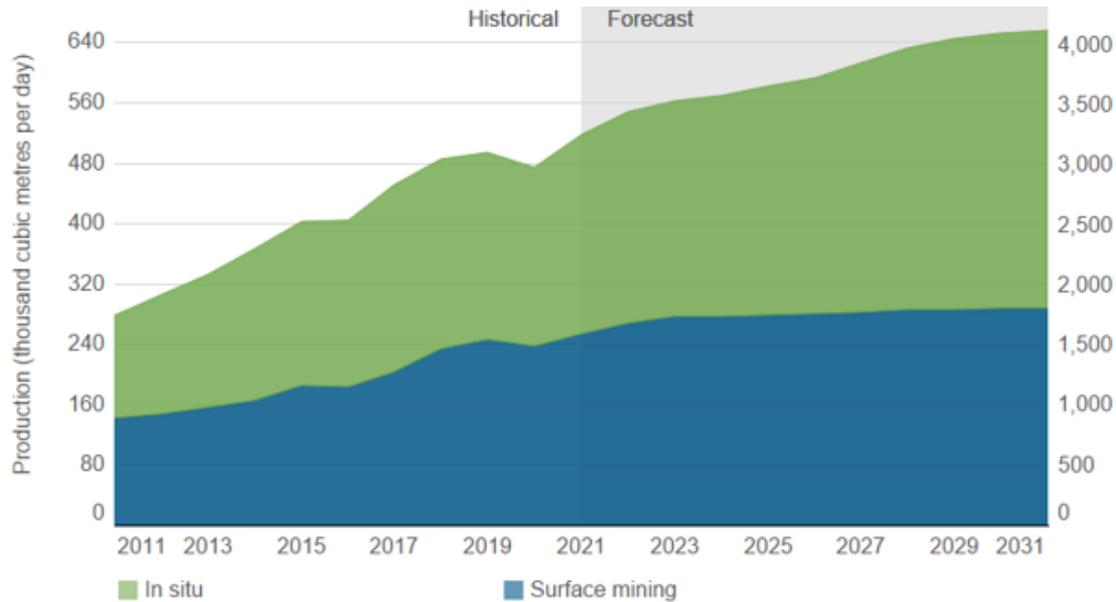


		2020	2021	2022	2023	2031
Crude oil production (10^3 m³/d)						
Light	58%	39.1	39.9	43.3	47.6	46.2
Medium	17%	12.5	12.1	12.7	13.5	12.4
Heavy	8%	5.4	5.3	5.4	5.5	4.7
Ultra-heavy	17%	10.5	12.2	12.8	13.6	12.9
Total		67.4	69.6	74.1	80.2	76.1
Number of wells placed on production						
Vertical		14	29	40	40	45
Horizontal		1047	1736	2110	2090	2065
Total		1061	1765	2150	2130	2110

Producción de Petróleo en Alberta 2021



Producción de Crudo Bituminoso (Oil Sand) 2021

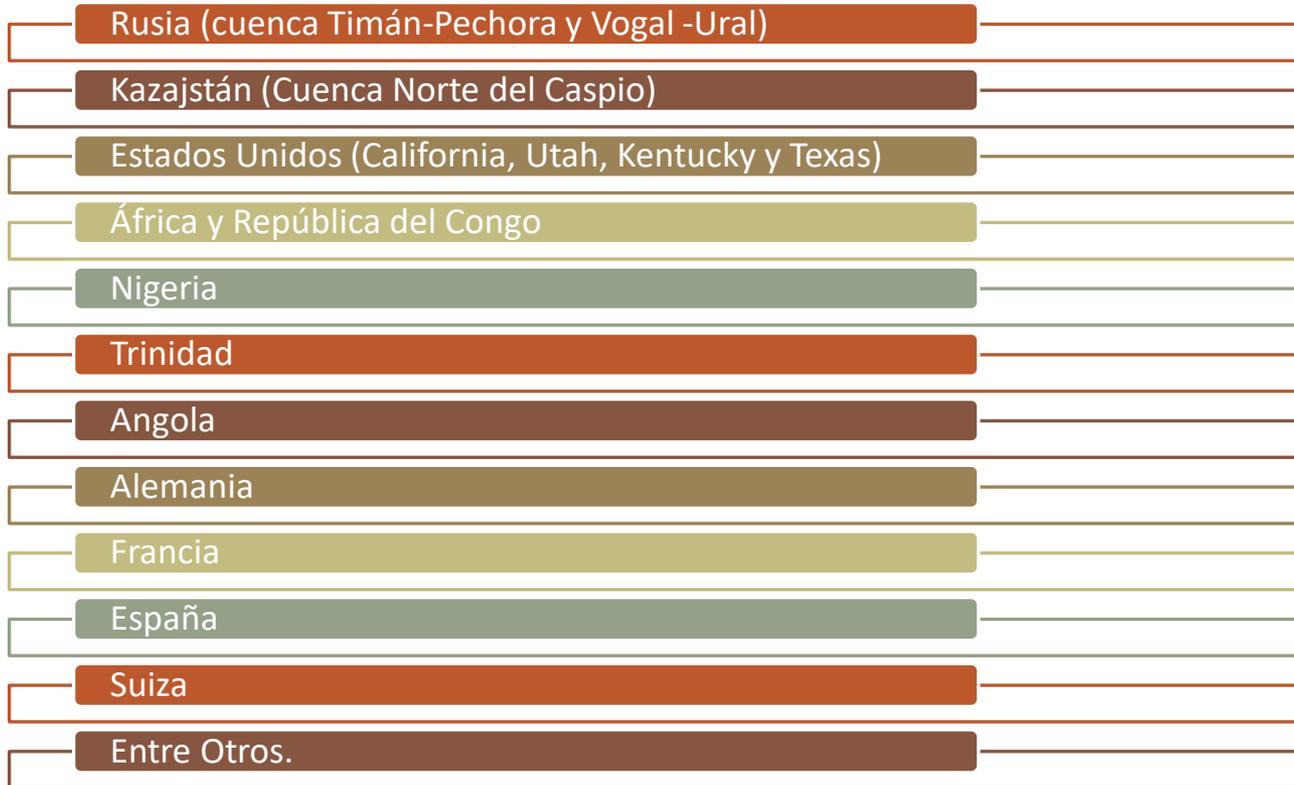


	2020	2021	2022	2023	2031
Raw production					
Mineable	236.5	253.0	267.3	275.9	287.0
In situ	237.2	264.6	280.4	286.2	367.7
Total	473.7	517.6	547.7	562.0	654.7

Fuente: <https://www.aer.ca/providing-information/data-and-reports/statistical-reports/st98/crude-bitumen/production>

RECURSOS Y RESERVAS OIL SAND Y PETRÓLEO PESADO

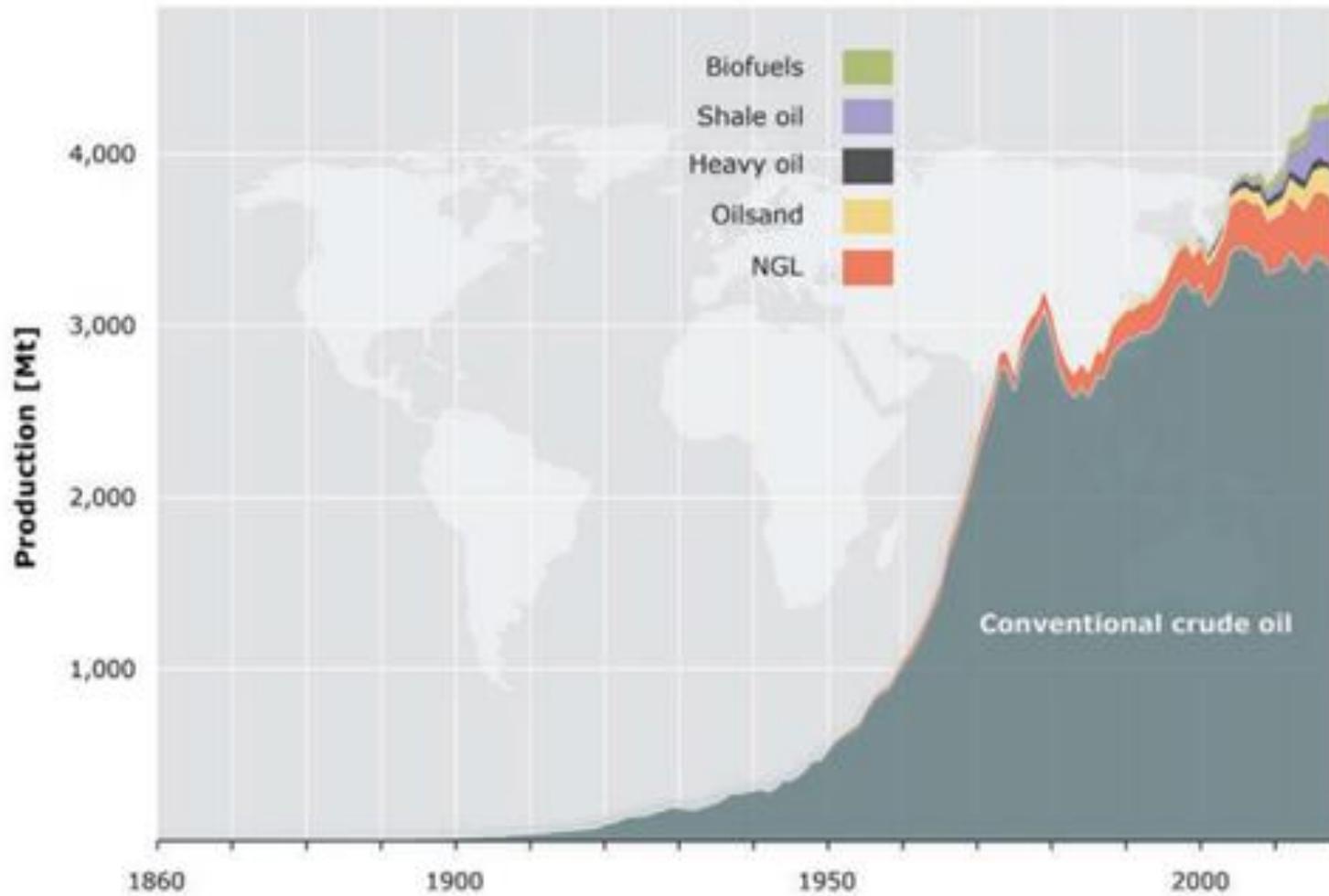
Existen más de 20 países que tienen recursos de este tipo, entre los cuales se encuentran:



Crudos Pesados: Argentina

El área con mayor participación en esa clase de crudo es *Cerro Fortunoso*, con un volumen de 215.000 m³, seguido por Llanquanelo (70.000 m³ por año) y Cajón de los Caballos (25.000 m³) por año aproximadamente.





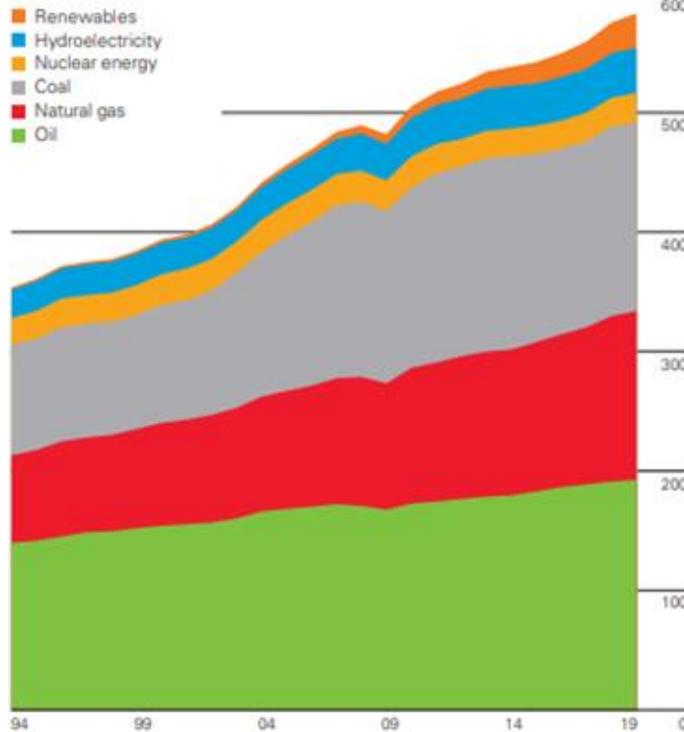
Desarrollo de la producción global de los hidrocarburos líquidos en el mundo.

Fuente: BGR Energy Study 2019.

CONSUMO ENERGÉTICO

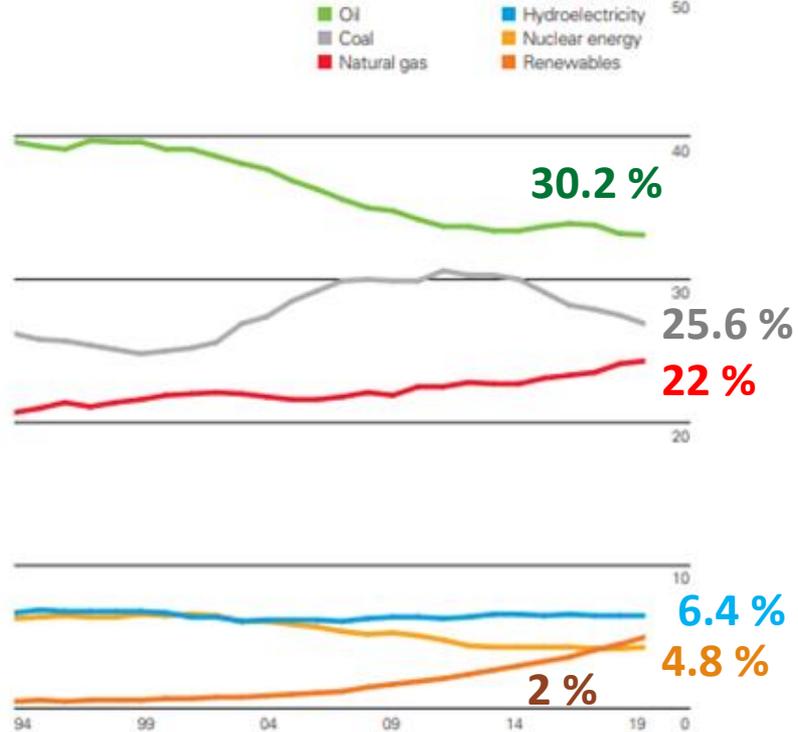
World consumption

Exajoules



Shares of global primary energy

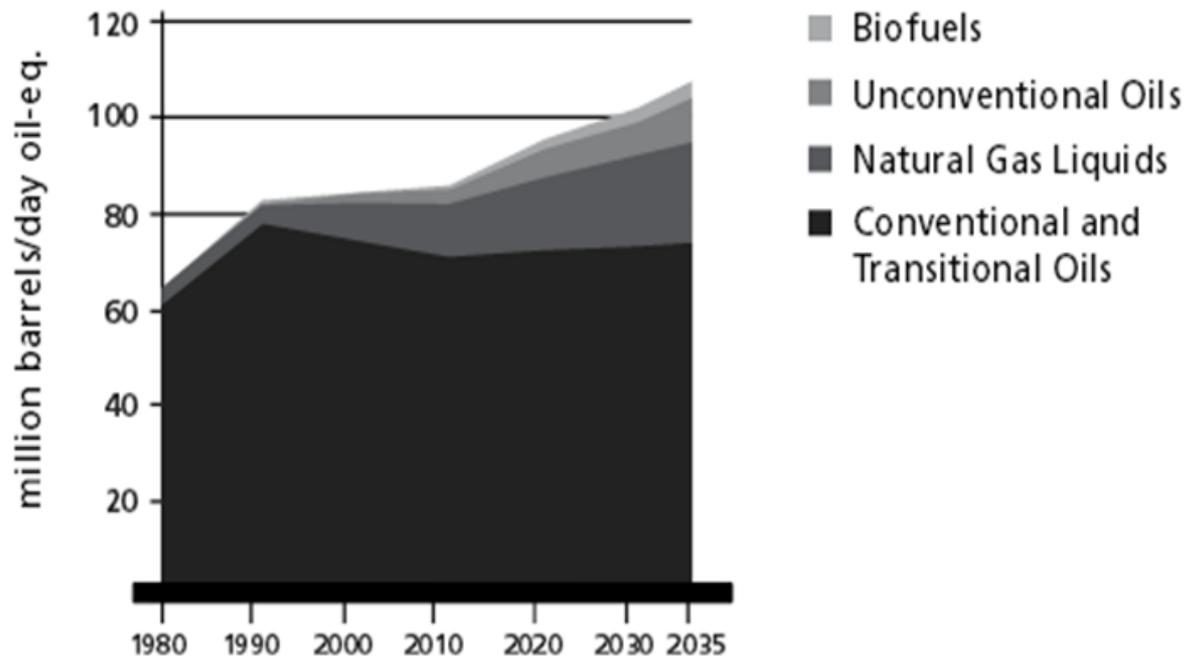
Percentage



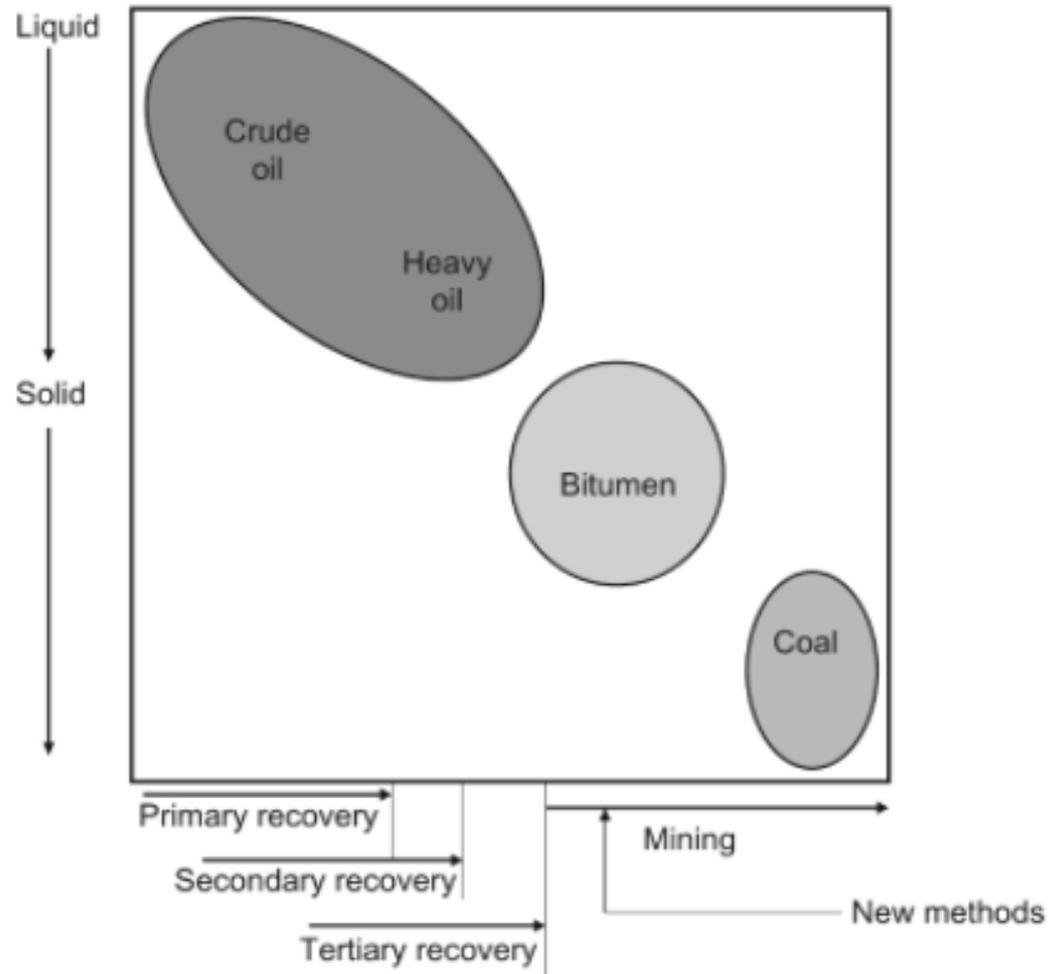
<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>

PROYECCIONES DE PRODUCCIÓN

La Agencia Internacional de Energía (IEA) 2011, proyectó que para 2035 varios tipos de petróleo reemplazarán la pérdida de casi la mitad de la producción global de petróleo convencional.



MÉTODOS DE RECUPERACIÓN



Diferencias entre Crudos Convencionales y los CP, XP y bituminosos

