



SIMPOSIO PETROLERO  
OCTUBRE DE 2016  
ING. GONZALO GUILLÉN CARAZAS  
FRATERNIDAD DIONISIO FOIANINI

# DESARROLLO DE UN CAMPO HIDROCARBURÍFERO

# DEFINICIONES

- El desarrollo de un campo Hidrocarburíferos tiene tres fases:
- **"Upstream"**: Exploración, Perforación y Producción.
- **"Midstream"**: Transporte, procesos y almacenamiento.
- **"Downstream"**: Refinación, Separación de Líquidos, Petroquímica, venta y distribución.

# Metodología

- Prospección
- Perforación
- Producción
- Separación de líquidos

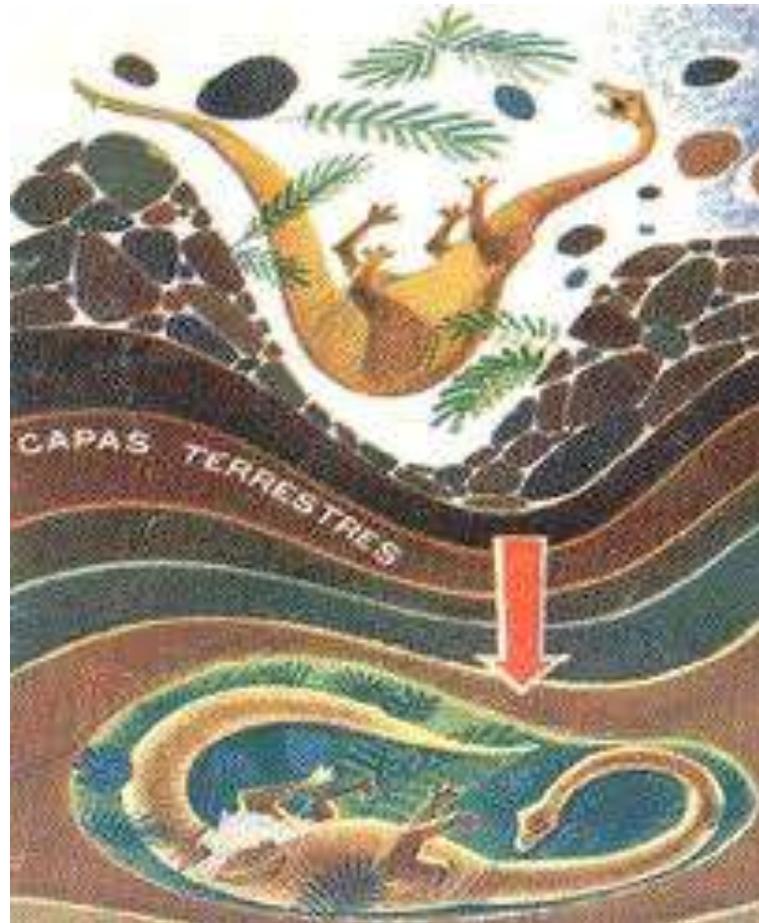
# ORIGEN DEL PETROLEO

- El petróleo se formó por descomposición lenta a presión elevada y al abrigo de grandes depósitos de algas marinas (hipótesis vegetal) o de restos de pequeños animales (hipótesis animal) ayudados por el calor que esa gran presión originó.
- La teoría se basa en que durante la era terciaria, en el fondo de los mares se acumularon restos de peces, invertebrados y de algas, quedando sepultados por la arena y las arcillas sedimentadas.
- Las descomposiciones, provocadas por microorganismos, acentuadas por altas presiones y elevadas temperaturas posteriores, dieron origen a hidrocarburos.

# ORIGEN DEL PETROLEO

- Al comenzar la era cuaternaria los **movimientos orogénicos** convulsionaron la corteza terrestre y configuraron nuevas montañas, la **cordillera de los Andes** entre ellas. Los estratos sedimentarios se **plegaron** y el **petróleo migró** a través de las rocas porosas, como las areniscas, fisuras y fallas hasta ser detenido por **anticlinales** (pliegues con forma cóncava) y por **fallas** que interrumpieron la continuidad de los estratos.

# Acumulación de elementos orgánicos en el fondo del mar



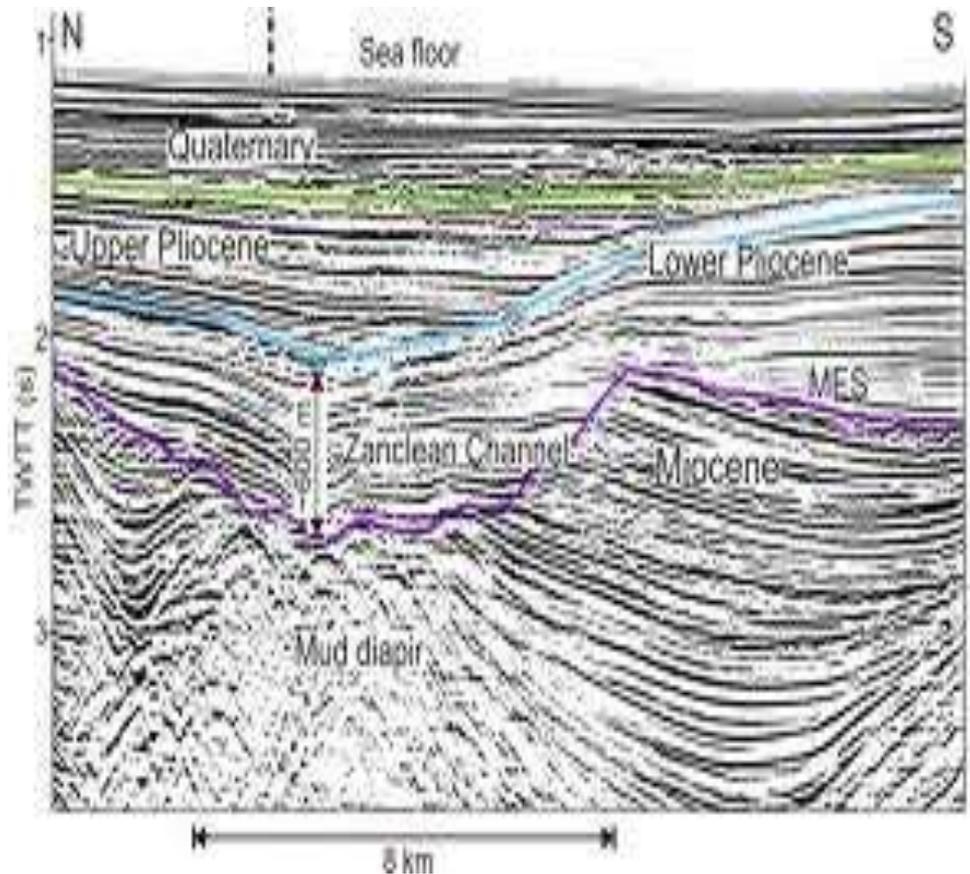
# Prospección Petrolera

- Para encontrar petróleo bajo tierra, los geólogos deben buscar una **cuenca sedimentaria** con esquistos ricos en materia orgánica, que lleven enterrados el suficiente tiempo para que se haya formado petróleo en las condiciones adecuadas de **Presión y Temperatura** (desde unas decenas de millones de años hasta 100 millones de años).

# Prospección Petrolera

- El objetivo de la Prospección Petrolera es el ubicar el subsuelo una **estructura que reúna todas** las condiciones geológicas básicas y que contenga hidrocarburos en una **cantidad comercial**.
- La prospección petrolera consiste en trabajos de geología de superficie, sísmica, geoquímica, magnetometría, estas técnicas solo establecen la posibilidad de la existencia de una trampa conteniendo hidrocarburos.

# Prospección Petrolera

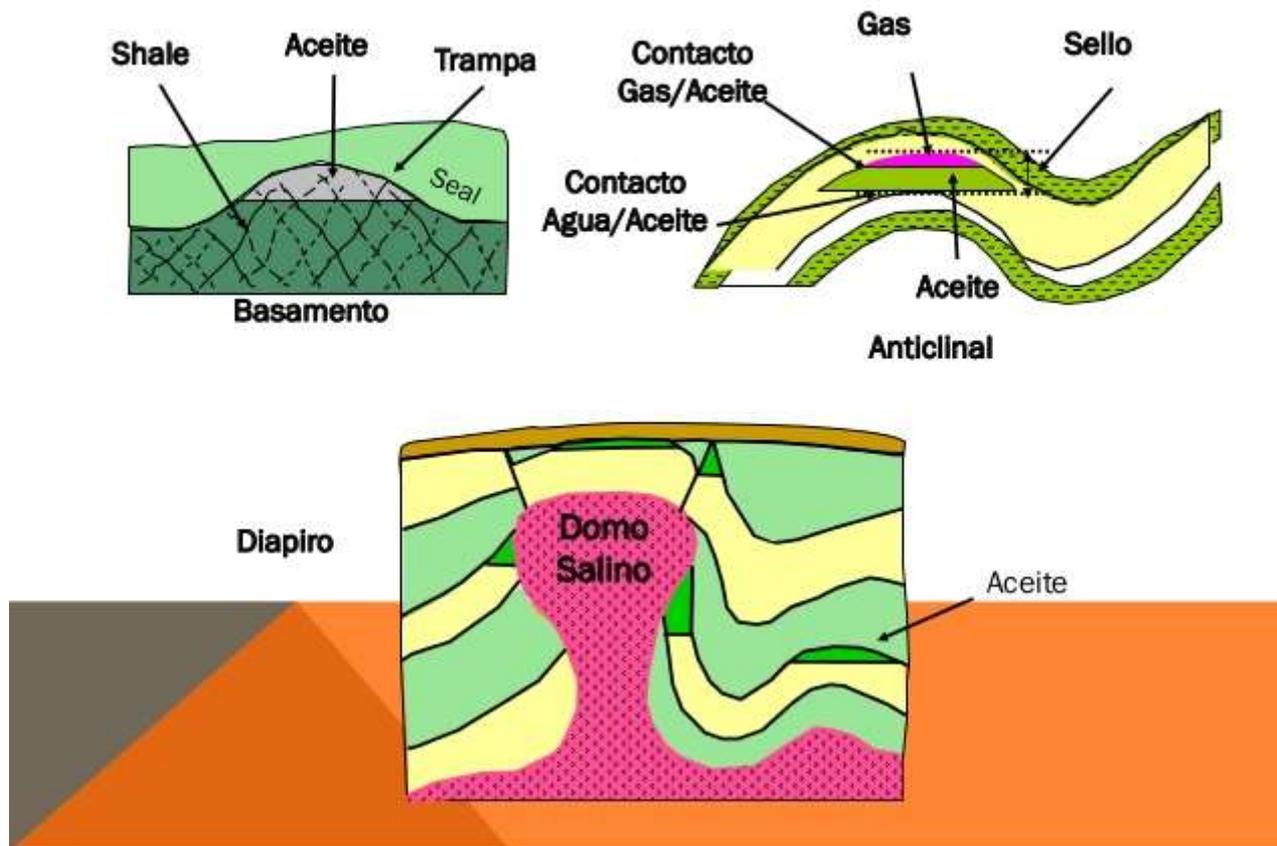


# Trampa Estructural



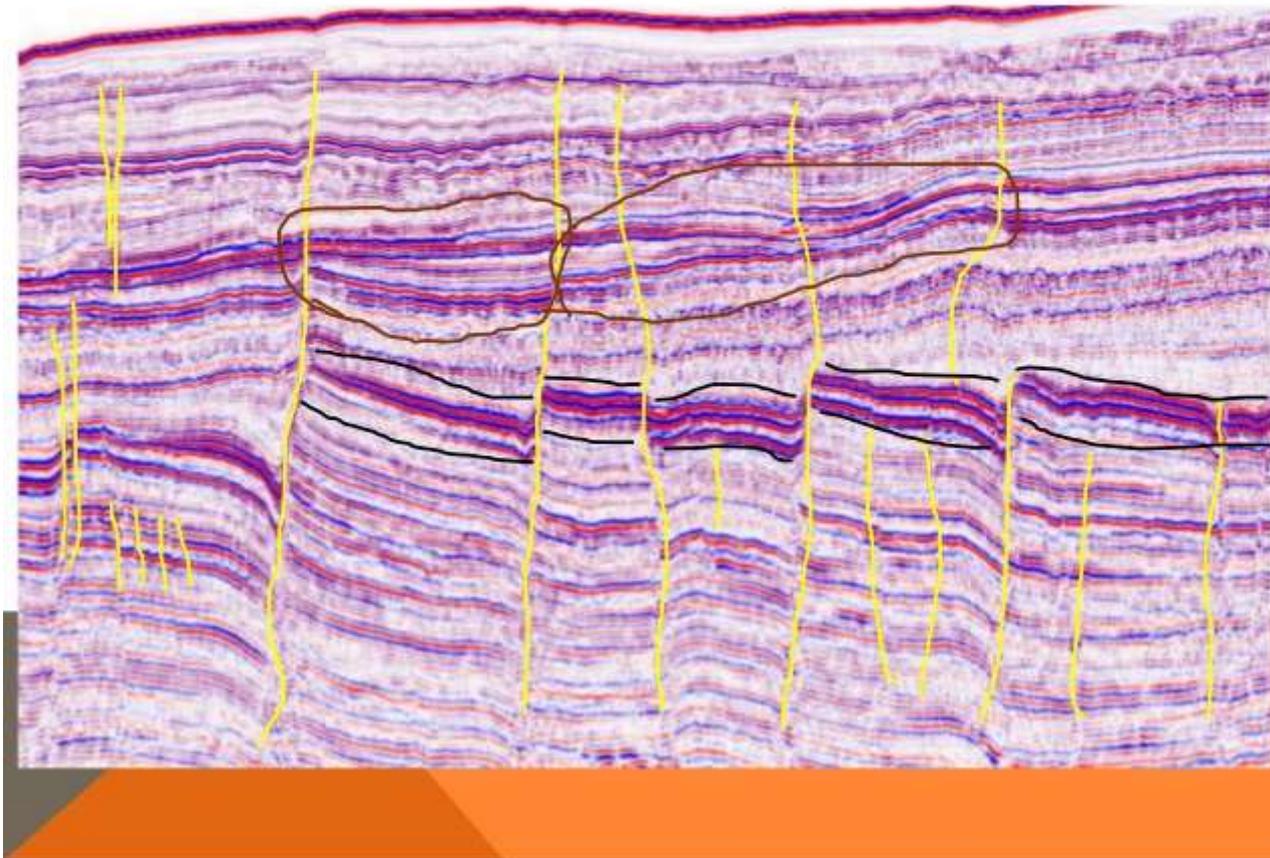
# TRAMPAS ESTRUCTURALES

## Trampas estructurales



# PROSPECCION SÍSMICA

## SECCIÓN DE SÍSMICA



# Prospección Petrolera

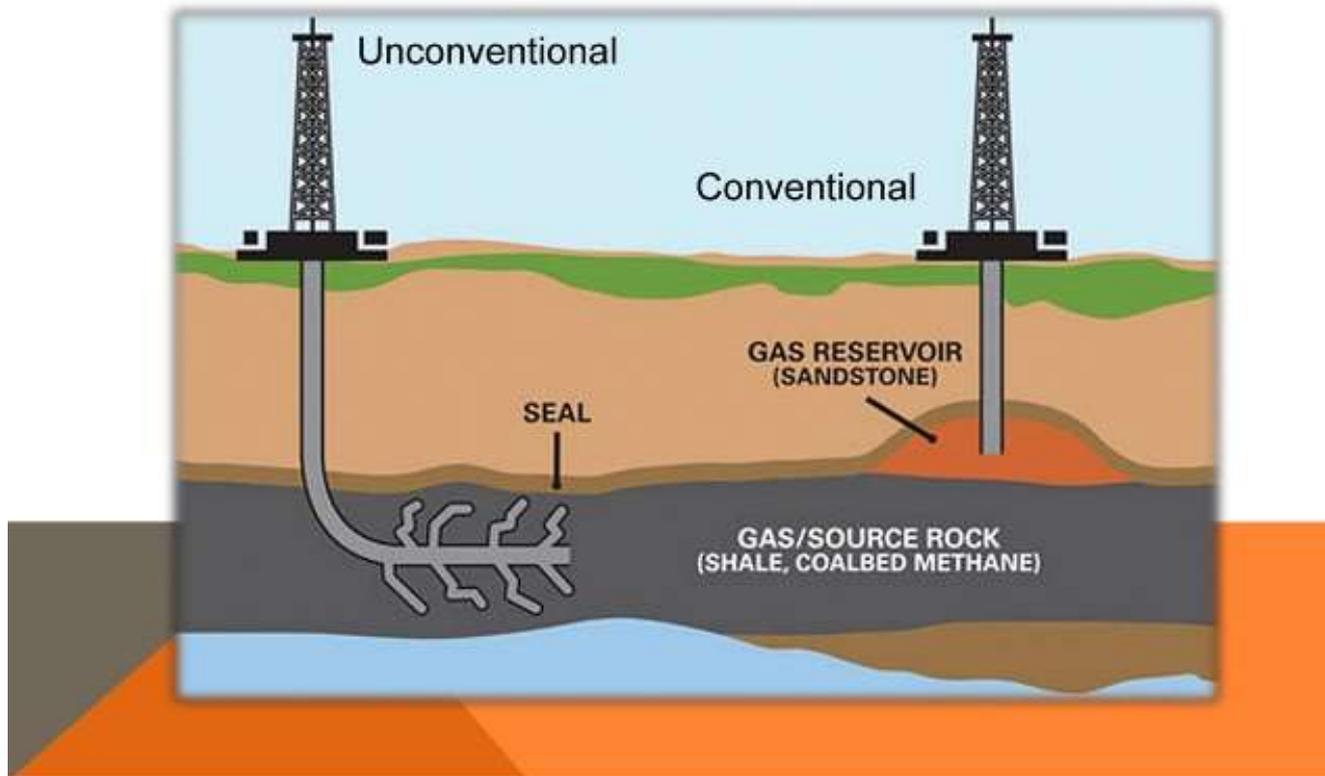
- La **única** forma de estar seguros de que se ha obtenido estos requisitos es mediante la **perforación** de un pozo que confirme la teoría.
- Se eleva una propuesta geológica para un pozo de exploración ubicado en la mejor posición estructural.

# Prospección Petrolera

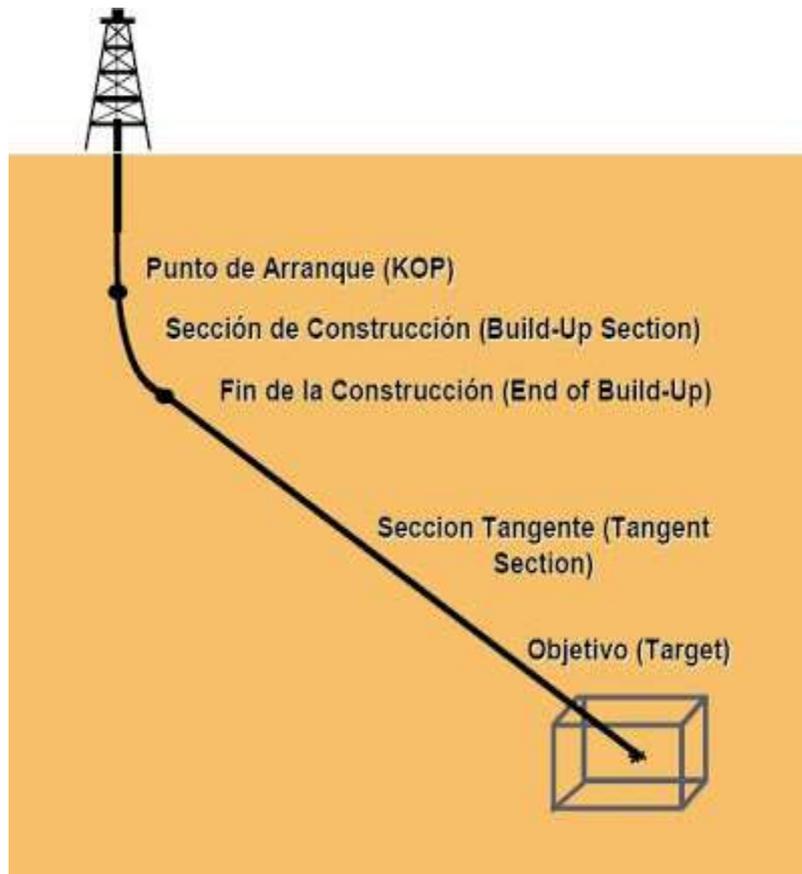
- Una vez determinada la existencia de una trampa petrolera, estructural o estratigráfica, hay que proceder a la perforación del primer pozo exploratorio.
- Normalmente se proyecta la perforación de tres pozos exploratorios en un campo con el fin de delimitar el mismo.
- Si estos pozos son positivos en función del tamaño del campo se proyectan los pozos de desarrollo definiendo la cantidad de los mismos.

# TIPOS DE POZOS

## SISTEMA CONVENCIONAL Y NO CONVENCIONAL



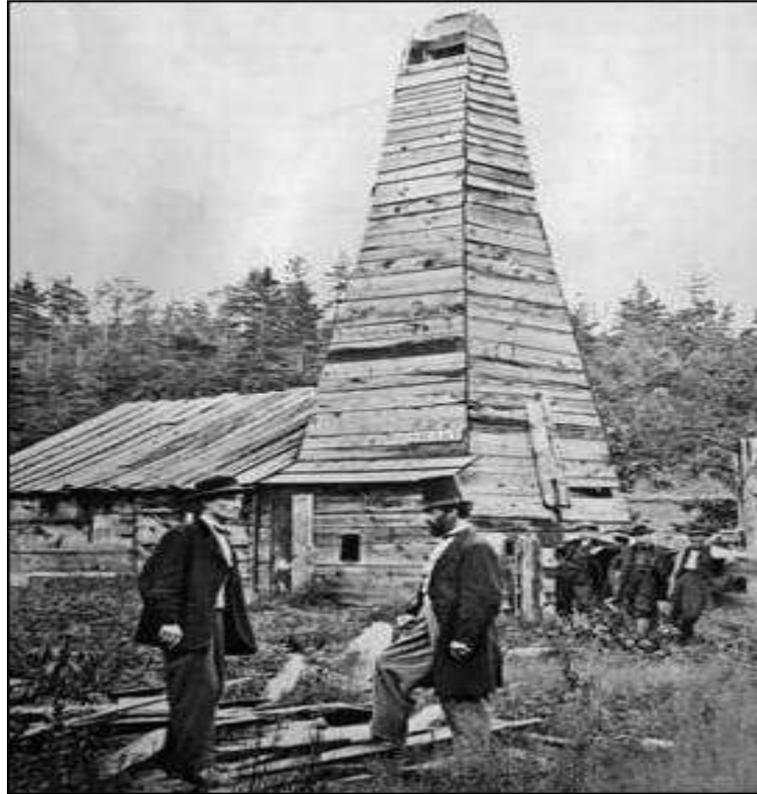
# TIPOS DE POZOS



# Perforación

- Los reservorios de Gas y Petróleo se encuentran en el subsuelo a diferentes profundidades que varían entre unos pocos metros hasta miles de metros.
- El primer pozo petrolero perforado por el Cnel. Edwin Drake en Pennsylvania en 1859 tenía solo 30 mts. de profundidad y produjo 30 bpd de petróleo.

# Perforación



Equipo perforador del primer pozo petrolífero (30 mts.) por Edwin Drake

# Perforación

- En la actualidad se tienen pozos que llegan a los 8,000 mts. y más de profundidad. **(10,865 mts.)**
- La perforación de pozos petroleros se expande en casi **todo el mundo**, desde Alaska y Siberia los mas septentrionales hasta la Tierra del Fuego en Argentina y Australia los mas al Sur del globo terráqueo.
- Asimismo se perforan pozos en toda clase de ubicaciones, desde lo alto de las montañas hasta los llanos e inclusive costa afuera en laminas marinas que alcanzan miles de metros.

# Perforación



# Perforación

- La capacidad de los equipos se ha incrementado en la medida que los descubrimientos se hacían cada vez mas profundos.
- Toda la corteza terrestre, de una u otra manera esta saturada con agua principalmente o sea que existe una presión hidrostática que afecta a las formaciones y aumenta con la profundidad, esta presión es mayor si el agua de saturación es salada.

# Perforación

- Al perforar un pozo se esta alterando la naturaleza del subsuelo, las formaciones permeables que están presurizadas tienden a desplazarse a zonas de menor presión.
- Si en el pozo que se perfora no se ejerce una presión igual o mayor que la de la formación se tendrá una invasión de fluido en el pozo.
- Para evitar este fenómeno el pozo debe utilizar un fluido cuya presión hidrostática sea mayor que la de la formación, o mejor dicho, que su gradiente hidrostático sea mayor que el de la región donde se perfora.

# Perforación

- Si el fluido que invade el pozo es gas, este al subir hacia la superficie y encontrarse con menor presión se expande y acelera su velocidad de salida, si el problema no es detectado a tiempo se produce un “reventón” o “**Blow Out**” que puede tener consecuencias catastróficas.
- Existen las herramientas apropiadas que nos permiten cerrar el pozo para evitar un flujo descontrolado llamados **Preventores**. BOP.

# Perforación



**PREVENTOR**



**BLOW OUT con incendio**



# Perforación

- Resumiendo, una vez determinado un posible reservorio se procede a la perforación del primer **pozo exploratorio**.
- El índice mundial de pozos exploratorios exitosos es de **1 de cada 10**.
- Si el pozo es exitoso, es decir encontró gas y/o petróleo, se perforan entre dos o tres pozos adicionales para determinar el tamaño del campo, si estos confirman el tamaño del campo como **comercial** se procede a su desarrollo.

# Desarrollo del Campo

- Se deben implementar las condiciones apropiadas para desarrollar el nuevo campo.
- Se requiere tratar los hidrocarburos encontrados para poder ofrecerlos al mercado en forma utilizable, es decir el petróleo debe enviarse a las Refinerías y el gas a Plantas de Extracción de Líquidos.
- Los estudios del reservorio determinaran la reserva de hidrocarburos existentes y el número de pozos de desarrollo a perforarse, y también los tratamientos que deberán hacerse en el reservorio para maximizar la recuperación de hidrocarburos.

# PRODUCCIÓN DE PETROLEO

- Dependiendo del tamaño se requiere una serie de equipos para su producción.
- La producción de hidrocarburos es una **mezcla de gases y líquidos** por lo cual se debe proceder a su separación.
- Se comienza con la construcción de una red de tuberías que lleven el petróleo hasta unos separadores y a **tanques de almacenamiento de líquidos** (Baterías).
- Luego de estas baterías locales se bombea el petróleo a una **estación de bombeo** mayor de donde sale un **oleoducto** que lleve el petróleo hasta la **refinería** mas cercana.

# PRODUCCIÓN DE PETROLEO

- Como también se produce gas asociado al petróleo, se efectúa una separación cerca del punto de producción y según la cantidad de gas que se produzca se procede a quemar el mismo o se construye un gasoducto para su transporte.
- La Relación Gas Petróleo (RGP) normalmente define el tratamiento que se le dará al gas asociado, la decisión es enteramente económica.

# PRODUCCIÓN DE PETROLEO

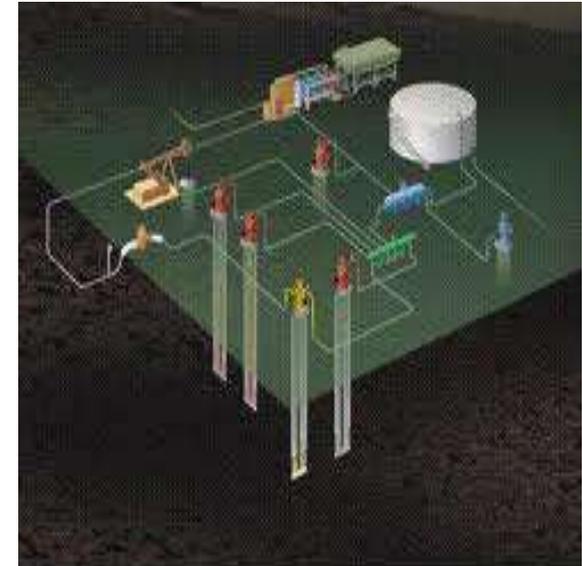
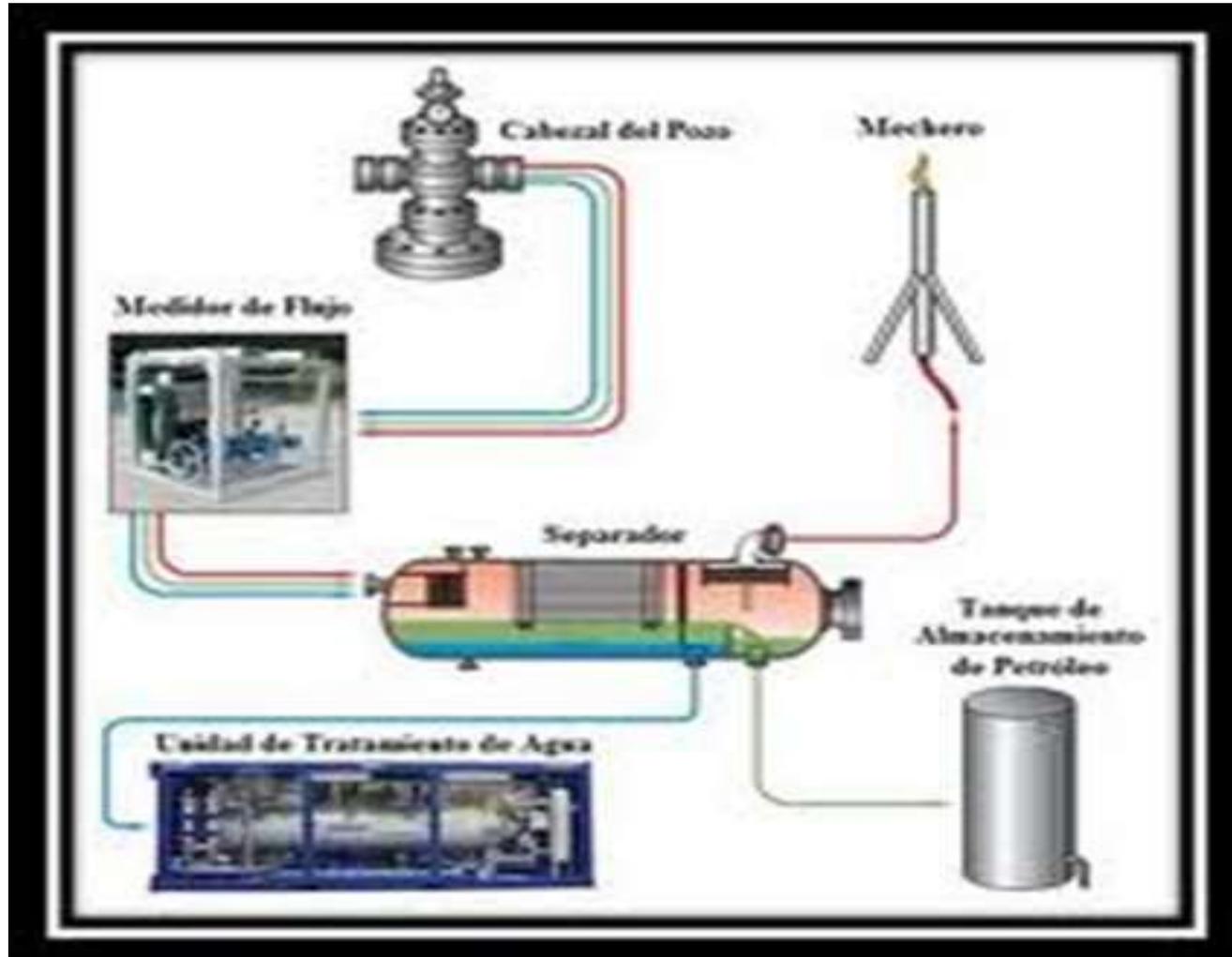


Fig. 1.1 Proceso de Recolección de Crudo en un Campo Petrolero

# FACILIDADES DE PRODUCCIÓN



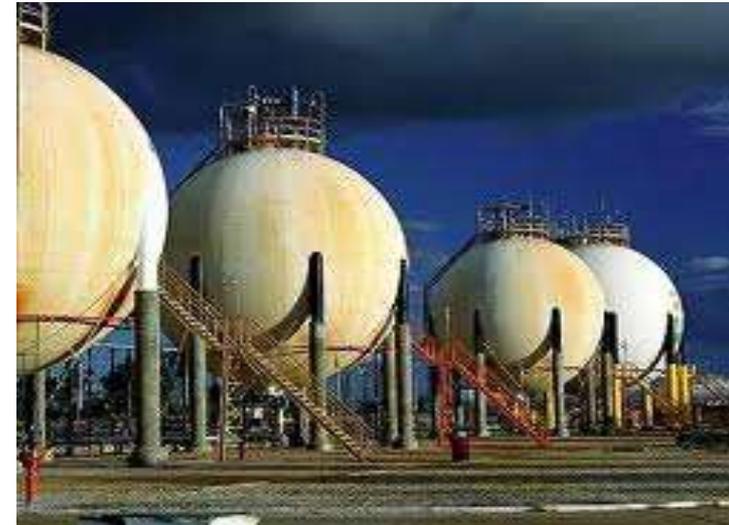
# PRODUCCIÓN DE GAS

- En condiciones normales atmosféricas los hidrocarburos:
- C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub> son gases
- C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub>, C<sub>8</sub>  $\Longrightarrow$  C<sub>15</sub> son líquidos
- C<sub>16</sub>  $\Longrightarrow$  adelante son sólidos
  
- Un pozo es llamado **petrolero** si un 90% del volumen de su producción son líquidos.
- Y es llamado **gasífero** si un 80% del volumen de su producción es gas.
- Existen producciones intermedias en que pueden llamarse uno u otro según las facilidades de producción que se tengan.

# SEPARACION DE LÍQUIDOS

- El gas necesita que se le **extraigan los hidrocarburos líquidos** para ser utilizado comercialmente.
- Para ello se requieren **Plantas especializadas** que extraen los líquidos por diversos métodos, ya sea bajando la temperatura y provocando la **condensación** de los líquidos, ya sea mediante **tamices moleculares** que filtran las moléculas grandes de líquidos, etc.
- Una ventaja de la utilización del gas es que no requiere de mayores tratamientos para su consumo popular, una vez realizada la instalación domiciliaria el funcionamiento de la misma es como la energía eléctrica, está ahí permanentemente lista para su uso.

# SEPARACION DE LÍQUIDOS



# PRODUCCIÓN DE GAS

- Una función importante en la producción de petróleo y gas es la **medición** de los volúmenes producidos.
- La medición del crudo es diferente de la medición del gas, actualmente se utilizan **sistemas automatizados** que deben ser recalibrados frecuentemente para garantizar su exactitud pues de esto depende la economía de la industria.

# TRANSPORTE DE GAS

- El gas, una vez extraídos los líquidos, es bombeado hacia los **Gasoductos Comerciales** que llevan el mismo a los puntos de consumo o a la exportación.
- Un factor importante en el gas es su **contenido energético**, el mayor porcentaje de gas es el metano (> 90%), la presencia de los otros componentes gaseosos más pesados determinará su contenido energético que es finalmente el producto que se vende.
- El hecho de contener cierto porcentaje de C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub> aumenta su poder energético sin embargo, a veces es más económico el **extraer estos componentes** que se los conoce como GLP o Gas Licuado de Petróleo.

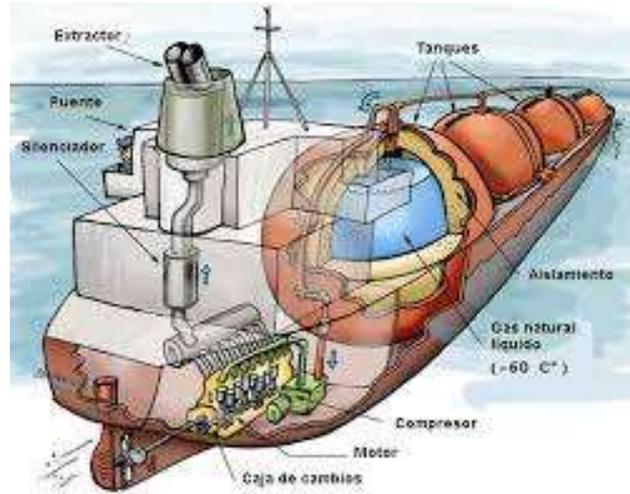
# TRANSPORTE DE GAS

- Para zonas muy aisladas donde no es económicamente **factible** el construir un Gasoducto, ya sea por la distancia o por el volumen de consumo se tiene la posibilidad de hacerlo mediante lo que se llama un **Gasoducto Virtual**, que consiste en licuar el gas natural en el punto de origen, transportarlo mediante camiones cisternas especializados y **gasificarlo** en el punto de consumo. Esta tecnología ya se aplica en Bolivia.
- La misma tecnología actualmente es aplicada en gran escala internacionalmente donde el transporte se lo hace en **grandes barcos** y se construyen **Plantas Desgasificadoras** en los lugares de consumo. Esta tecnología se llama **LNG** (Liquid Natural Gas).

# TRANSPORTE DE GAS



GASODUCTOS



CAMIONES



BARCOS

# Gasoductos en Bolivia



# TRANSPORTE DE PETRÓLEO

- El petróleo crudo se lo transporta mediante **oleoductos** de bastante extensión hacia una **refinería** donde se obtendrán productos comerciales.
- Este transporte se lo hace mediante **bombas reciprocantes** cuya ubicación depende de la longitud del oleoducto y de su diámetro que son las fuentes de fricción que se deben vencer para poder mover el líquido.
- Cada cierta distancia, función de la fricción y de la cota geográfica se ubican **estaciones de bombeo** donde se vuelve a subir la presión para llegar a destino.

# TRANSPORTE DE PETRÓLEO



OLEOSUCTOS



BARCOS



CAMIONES

# Oleoductos en Bolivia



# COMERCIALIZACION

- Los derivados del petróleo, principalmente la **gasolina, el diesel oil, gasolina de aviación, etc.** Deben ser transportados a los puntos de consumo mediante ductos especiales que se denominan **poliductos** por su capacidad de conducir diferentes productos en forma programada.
- En los puntos de consumo, llámense ciudades u otros puestos, se tienen los puntos de venta al público, es decir, **estaciones de servicio** que deben ser provistas de productos mediante cisternas.
- Cuando se tienen lugares muy alejados se deberá recurrir a otros **medios de transporte** mediante barcos que lleven turriles u otros recipientes para su venta.
- Todo este sistema de comercialización requiere de una **logística muy sofisticada** pues el consumidor necesita de los derivados del petróleo para su vida cotidiana, ya que el petróleo se ha convertido en un elemento de uso cotidiano.

# USO DE LOS HIDROCARBUROS



# INFLUENCIA EN BOLIVIA

EXPORTACIONES BOLIVIANAS				
	2011		2012	
	\$US.	%	\$US.	%
No Tradicionales	1.418.080.270,00	17,00	1.920.064.556,00	18,34
Petroleo y Gas	3.782.861.183,00	<b>45,36</b>	5.221.589.275,00	<b>49,89</b>
Minerales	3.138.747.900,00	37,64	3.324.957.256,00	31,77
<b>TOTAL</b>	<b>8.339.689.353,00</b>	<b>100,00</b>	<b>10.466.611.087,00</b>	<b>100,00</b>

# INFLUENCIA EN BOLIVIA

## Evolución de utilidades de YPFB Corporación 1998-2016\*

- Las utilidades de YPFB Corporación cayeron de 1.299,5 millones de dólares, registrados en 2014, a 430 millones en 2016. Para este año, la estatal petrolera prevé obtener 450 millones de dólares, según YPFB.

● Ganancias de YPFB Corporación (comprende cara matriz, filiales y subsidiarias)

(Expresado en millones de dólares)



# APLICACIONES DEL PETRÓLEO

## INDUSTRIALIZACIÓN

- El petróleo es utilizado principalmente como **combustible** para mover vehículos, maquinarias, plantas generadoras de electricidad, etc.
- Sin embargo es también utilizado como **materia prima** para la industria petroquímica, farmacéutica, etc. a esta etapa se le llama **Industrialización**.
- Los **plásticos** que se obtienen de la industria petroquímica son utilizados en forma masiva por la humanidad, podemos asegurar que todos nosotros llevamos derivados de esta industria con nosotros en todo momento, p. ej. bolígrafos, celulares, ropa, etc.

# APLICACIONES DEL PETRÓLEO



¿Qué trámites deben realizar las Estaciones de Servicio en cuanto a impuestos?

# P&G COMO MATERIAS PRIMAS

- Una lista sintética de los **subproductos del Petróleo y Gas** sería:
- Pesticidas, Herbicidas, Fertilizantes y otros artículos como los plásticos, el asfalto y las fibras sintéticas, pinturas, gomas, plásticos, detergentes y lubricantes), los poliuretanos y los acetaldehídos (que derivan en perfumes), saborizantes, etc., etc.
- Industrias que utilizan productos derivados del Petróleo y/o Gas: Automotriz, Aérea, Eléctrica, Informática, Textil, Agricultura, Siderúrgica, etc.

# PRODUCCION POR PAÍS

Anexo: Países por producción de petróleo			
Esta lista de países por producción de petróleo esta basada en la base de datos de The World Factbook. <sup>1</sup>			
Puesto	País	Producción (barriles/día)	Año
1	 <a href="#">Rusia</a>	10.120.000	2010 est.
2	 <a href="#">Arabia Saudita</a>	9.764.000	2009 est.
3	 <a href="#">Estados Unidos</a>	9.056.000	2009 est.
4	 <a href="#">Irán</a>	4.172.000	2009 est.
5	 <a href="#">China</a>	3.991.000	2009 est.
6	 <a href="#">Venezuela</a>	3.524.000	2009 est.
7	 <a href="#">Canadá</a>	3.289.000	2009 est.
8	 <a href="#">México</a>	3.001.000	2009 est.
9	 <a href="#">Emiratos Árabes Unidos</a>	2.798.000	2009 est.
10	 <a href="#">Brasil</a>	2.572.000	2009 est.
13	 <a href="#">Unión Europea</a>	2.383.000	2009 est.
24	 <a href="#">Colombia</a>	900.000	2011 est.
27	 <a href="#">Argentina</a>	763.600	2009 est.
46	 <a href="#">Perú</a>	148.000	2009 est.
55	 <a href="#">Cuba</a>	72.000	2005 est.
60	 <a href="#">Bolivia</a>	42.000	2005 est.
73	 <a href="#">Chile</a>	15.100	2006 est.
100	 <a href="#">Uruguay</a>	514	2004 est.
101	 <a href="#">República Dominicana</a>	392	2010 est.
110	 <a href="#">Sierra Leona</a>	4	2004 est.

# RESUMEN

- El Petróleo y el Gas son materiales de consumo diario y han definido el **progreso científico y material** de la humanidad.
- Cada cierto tiempo se augura que estos productos se van a terminar, sin embargo el **ingenio humano** continua hallando nuevas fuentes de P&G.
- Hay que aceptar que son productos no renovables pero que aun queda mucho por descubrir especialmente si se utiliza la **investigación científica** para hallar nuevos métodos de aumentar la eficiencia de su consumo y puedan servirnos por mas tiempo.
- El llamado **Gas de Lutitas** ha cambiado el panorama mundial del mercado del gas. Aquí en Bolivia hay campo para la investigación de procedimientos para producir este gas no convencional.
- En todo el mundo se trabaja tratando de hallar **substitutos energéticos** para reemplazar al P&G con relativo éxito en algunos sectores, pero creemos que estos productos continuaran vigentes por un siglo más por lo menos.

# RESUMEN

- El **poder económico y estratégico** que da el petróleo a los países productores ha sido en muchas ocasiones el principal origen de guerras y conflictos armados.
- En muchos países las compañías petroleras tienen que pagar **tributos muy altos** para poder operar, tanto a los gobiernos estatales como a las comunidades originales, Petróleo es sinónimo de mucho dinero.
- Es muy importante **efectuar investigaciones científicas** tanto para mejorar la **eficiencia** de las actuales máquinas de combustión interna así como para hallar sustitutos energéticos para los hidrocarburos.
- En opinión de muchos científicos el CO<sub>2</sub> es el factor principal para el efecto invernadero que estamos sufriendo en el mundo en estos momentos y que parece va a agravarse con el pasar del tiempo.
- Sin embargo el uso de la energía ha sido y sigue siendo un índice del grado de desarrollo de un país, por eso es tan apreciado y buscado.

# El poder del Petróleo

## DUBAI



# También se tienen problemas!!

Le plus grand embouteillage du monde, à Pékin.

100 km de long, durée 11 jours !



20

# RESUMEN



MUCHAS GRACIAS

