

The background of the slide is a faded, grayscale image of an oil field. It features several pumpjacks (oil pumps) in the foreground and middle ground, and a tall drilling rig in the center. The sky is bright and hazy, suggesting a sunrise or sunset. The overall tone is industrial and professional.

# ***Equipos y Herramientas de Perforación de Pozos***

## ***Introducción***

***Ing. Juan Carlos Sabido Alcántara***

***Ingeniero Petrolero***

***Facultad de Ingeniería UNAM***



- Primero que nada ***petróleo significa aceite de piedra***, y se trata de un compuesto de hidrocarburos, básicamente carbono e hidrógeno. Las teorías de su formación son muchas, pero está demostrado científicamente que su origen es orgánico (y no porque Godzilla se echó a perder y se volvió gasolina). En palabras sencillas, la materia orgánica fue enterrada a través de miles de millones de años, a diferentes profundidades por grandes cantidades de sedimentos que aplicaron presión y temperatura convirtiéndola en petróleo.

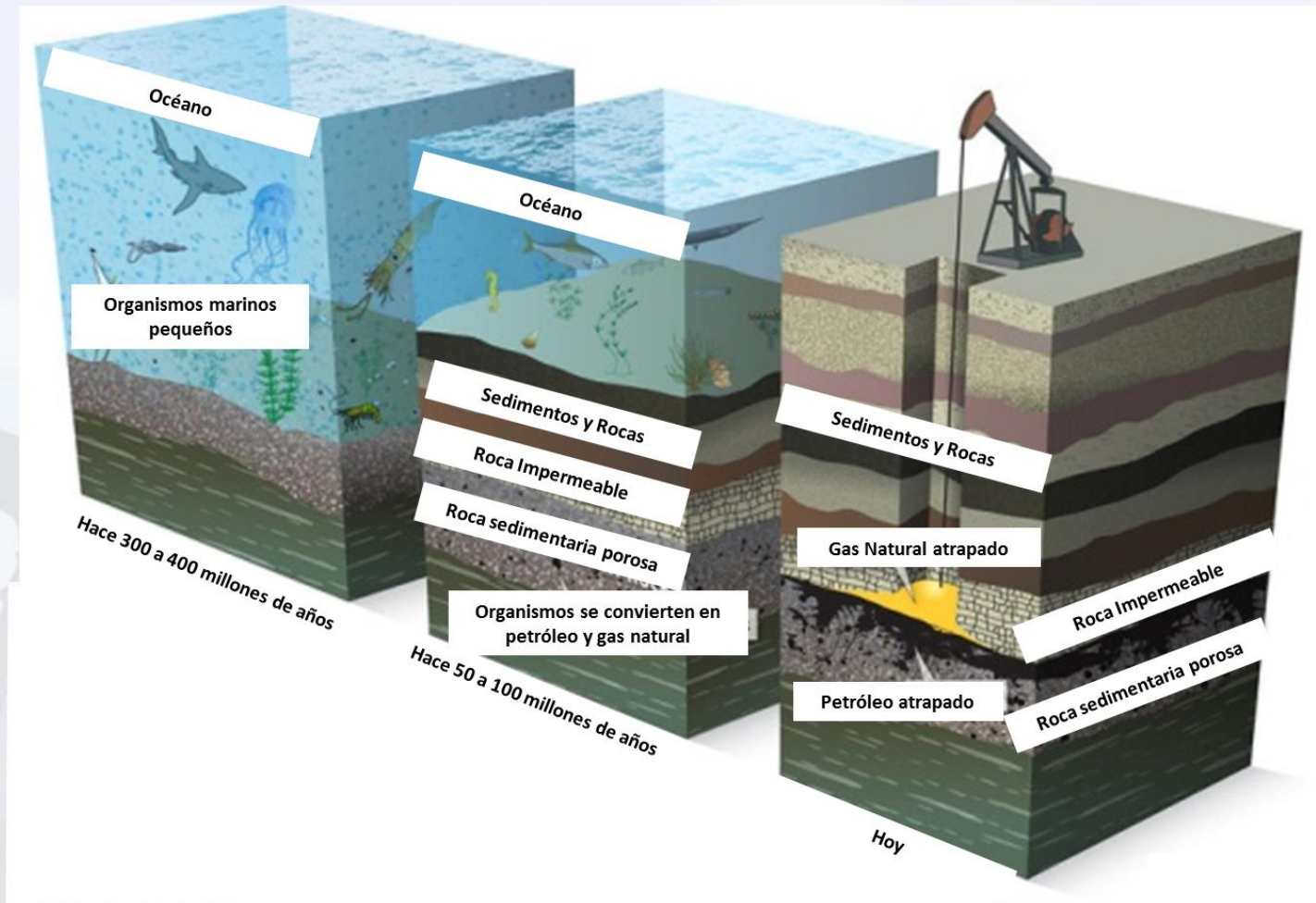
# Introducción

- El petróleo se encuentra en el subsuelo, eso ya quedó claro, ¿Pero de qué forma?, bueno, piensa en un ladrillo, es poroso y permeable ¿verdad?, si lo sumerges en una cubeta llena de petróleo durante el tiempo suficiente, cuando lo retires de la misma se encontrará totalmente impregnado de aceite en su interior, eso es un yacimiento de petróleo, roca porosa y permeable saturada de hidrocarburo (seguro no faltará el que pensaba que estaba en grandes cavernas o albercas, podríamos preguntarle al Peje).



- Ahora piensa en una coca cola, cuando la destapas ¿Qué es lo primero que escuchas?, ppssssss, gas, y la puedes ver burbujear, eso significa que el líquido tiene gas libre y disuelto a una cierta presión, si esa presión disminuye, lo que ocurre cuando destapas la coca, entonces una parte del gas se libera instantáneamente y el resto lo hace con el paso del tiempo si no mantienes esa presión volviendo a tapar la botella. Esa es otra característica importante de los yacimientos de petróleo, tienen gas libre y disuelto.

- Entonces, si el petróleo está en el subsuelo, a miles de metros de profundidad, ¿Cómo lo obtenemos?, pues bueno, se deben perforar pozos para conectar los yacimientos con la superficie y así poder producir el petróleo. Para esto se requiere de mucho equipo y personal para penetrar miles de metros de tierra, y si es en mar, atravesar tirantes de agua que van desde unos cuantos hasta varios miles de metros, antes de perforar la tierra.

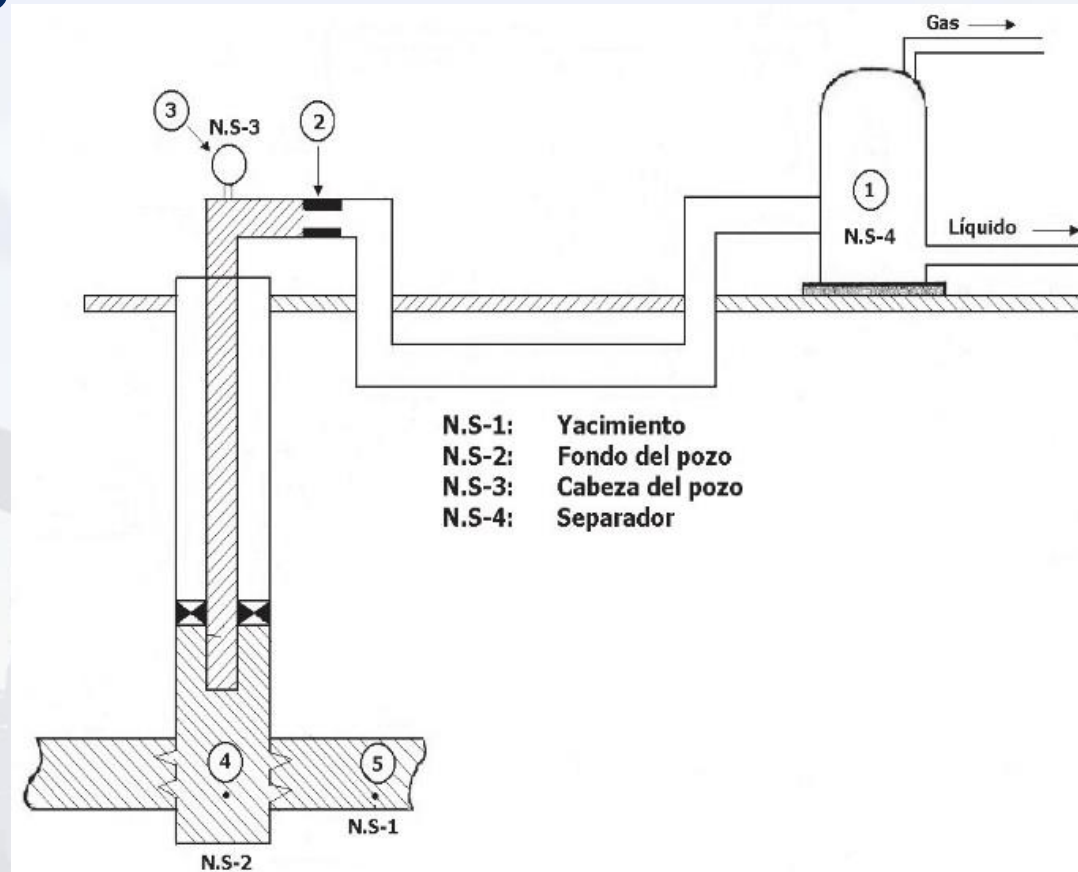


- Una vez que se tiene perforado un pozo ya tenemos el medio para comunicar el yacimiento con la superficie y así obtener hidrocarburos. Pero para esto es necesario contar con instalaciones superficiales que nos permitan manejar la producción obtenida del yacimiento a través de el pozo y también realizar los procesos de separación, compresión y bombeo hasta los puntos de almacenaje y venta.



- A muy grandes rasgos acabamos de resumir el proceso de la Ingeniería Petrolera, misma que se divide en tres ramas principales, Ingeniería de Yacimientos, Ingeniería de Perforación e Ingeniería de Producción, y lo hicimos describiendo de manera muy sencilla lo que es el Sistema Integral de Producción (yacimiento, pozo e instalaciones de producción).

- Sistema Integral de Producción.



# Introducción

- El objetivo de esta materia es: **“El alumno comprenderá el funcionamiento, operación y componentes que integran el equipo de perforación”**.
- Para poder avanzar con un buen entendimiento de los sistemas que conforman un equipo de perforación es necesario conocer la clasificación de pozos por objetivo y trayectoria, y por supuesto, el proceso general de perforación y terminación del pozo. Además de entender conceptos básicos como presión de poro, goteo y fractura, presión hidrostática, descontrol de pozo, fluidos (lodo) de perforación y sus funciones, entre muchas otras cosas.

# Introducción

- Vamos a entender el proceso de perforación, terminación y reparación de un pozo.
- Los equipos de perforación se clasifican en tres tipos, Terrestres, Lacustres y Marinos, los terrestres pueden ser convencionales o autotransportables, mientras que los marinos se refiere a las plataformas, estas pueden ser fijas, autoelevables o flotantes.



- Pero, ¿de qué se compone cada equipo?, todo equipo de perforación incluye cinco sistemas, estos son:
- **Sistema de izaje:** incluye la famosa torre que siempre has visto en películas, televisión o fotografías, un malacate, cable de operación, sistema de poleas, un block equipado con gancho.
- **Sistema de circulación:** cuenta con bomba de lodos, presas, mangueras y válvulas.

- **Sistema rotatorio:** permite rotar a la sarta de perforación como si se tratara de la broca de un taladro, en muchos países de Latinoamérica así se le conoce a estos componentes, la barrena es la broca y el equipo es el taladro.
- **Sistema de energía:** es el sistema que provee de energía, se trata de motores que dan movimiento al equipo, pueden ser de combustión interna, eléctricos o una combinación de ambos.

- Sistema de control de pozo: son una serie de dispositivos que permiten mantener el control de forma segura del pozo.
- Todos estos componentes permiten perforar los pozos con el equipo instalado en la posición previamente definida mediante diferentes estudios que permiten determinar en donde perforar.

# Introducción

- Todo comienza conectando una barrena de cierto diámetro a un extremo de tubería de diámetro mucho menor, generalmente cada tubo mide 9 metros en promedio, este ensamble, por decirlo de algún modo, se sostiene con el sistema de izaje, con el de rotación se comienza a dar vueltas como si se tratara de un taladro, se baja hasta tocar el suelo y entonces comienza a perforarse un agujero.



# Introducción

- Recuerda que el tubo conectado mide 9 m, cuando se penetra esa profundidad, es necesario conectar arriba de dicho tubo otro tramo, es decir otros 9 metros, se repite el proceso, entonces ya se tienen 18 m perforados, se conecta un tercer tubo, se repite el proceso, llegando así a 27 m perforados (una lingada), este proceso se repite n cantidad de veces hasta alcanzar la profundidad requerida.

# Introducción

- Todo esto ocurre mientras que con el sistema de circulación se bombea por dentro de la tubería hasta expulsarlo a través de orificios ubicados en la barrena lo que se conoce como lodo de perforación, este fluido tiene muchas funciones vitales durante la operación.

- Cuando tú taladras para colgar los posters enmarcados de tus chicas(os) preferidas(os), perforas no más de 5 [cm] tu pared, soplas y listo, puedes meter tu taquete, en el caso de un pozo vas a perforar cientos, a veces miles de metros, para esto se requiere un fluido que levante los pedazos (se les llama recortes) del fondo del pozo hacia la superficie, que lubrique y enfrié la barrena, por mencionarte solo algunas funciones.

# Introducción

- Con el agujero perforado se levanta toda la tubería introducida junto con la barrena, obviamente son cientos de metros de roca perforados, sostenidos solamente por el lodo de perforación que bombeaste y dejas dentro del pozo, es momento de introducir la tubería de revestimiento o TR, piensa en ella como el taquete que metes cuando taladraste para el poster de Sacarlett Johanson.



# Introducción

- Esa tubería va a sostener las paredes del pozo, evitando derrumbes, contaminación de posibles mantos acuíferos atravesados durante la perforación, así como control de los fluidos del yacimiento al aislarlos del interior del pozo. Se introduce con tramos que en promedio miden 12 m, enroscando uno encima de otro hasta cubrir toda la profundidad perforada.

# Introducción

- Ya que se introdujo la tubería requerida, se bombea cemento por dentro de la tubería hasta que ese cemento sale por el fondo y comienza a subir por el espacio entre la tubería y el agujero descubierto (se le llama espacio anular), dejando el interior libre y limpio de cemento.

# Introducción

- Se espera que el cemento seque y entonces se comienza a bajar una nueva barrena de menor diámetro y que pueda pasar por dentro de la TR sin dañarla, hasta llegar al fondo del pozo, en donde se comienza a perforar de nuevo, todo este proceso se repite n cantidad de veces, y cada una se conoce como etapas.

# Introducción

- En resumen, imagina un telescopio, cuando hace acercamientos, comienzan a salir de un cuerpo inicial varios cuerpos más pequeños alojados dentro de este que es evidentemente mas grande, lo mismo ocurre con el pozo, si lo pudieras ver de frente tendrías el efecto de estar viendo un telescopio que se expandió toda su capacidad.



- Cuando por fin se llega al yacimiento después de varios miles de metros y no menos de tres etapas de perforación, se enfrenta un problema que requiere de mucha atención y control, el yacimiento como ya vimos es roca impregnada de hidrocarburos a una cierta presión y temperatura, que puede o no contener gas libre, pero sin duda lo tendrá disuelto en el aceite.

- Volvamos a la coca cola, si la agitamos, liberamos el gas que tiene y eso aumenta la presión dentro de la botella, si la destapamos se derrama de manera “violenta” manchando todo a su paso, bueno pues lo mismo pasa con un yacimiento, esta a una cierta presión, si lo perforas y esa presión es mayor que la encontrada dentro del pozo, el hidrocarburo entrará al pozo y se manifestará hasta la superficie de manera “violenta”.

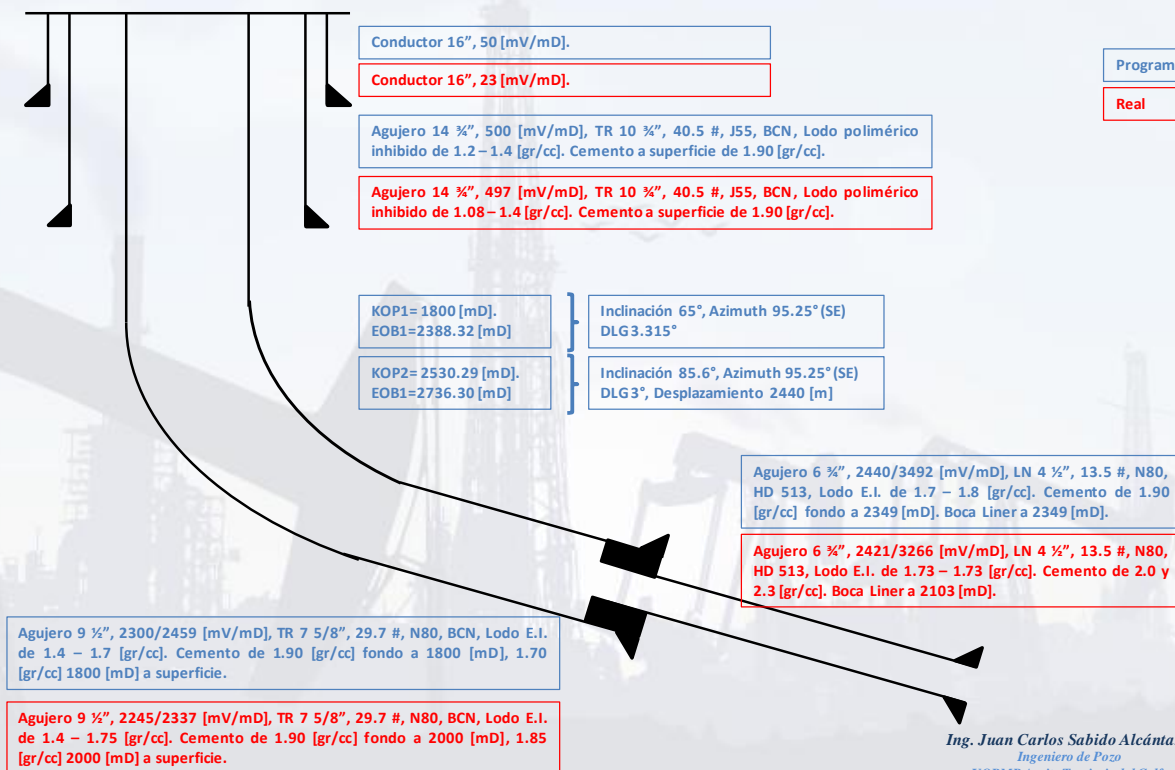
# Introducción

- Esto puede destruir por completo el equipo e incluso matar al personal involucrado, cuando veas en una película que la gente está feliz bañándose en aceite porque sale el petróleo a chorros, te están mintiendo, es un momento en extremo peligroso, puedes estar seguro que no vas a querer bañarte en un aceite que puede alcanzar más de 100 °C de temperatura.

- Aquí entra en función el sistema de control de pozo, que permite realizar los pasos necesarios para evitar que este problema se salga de control. Aclaremos que no siempre se presenta esta situación, si se tiene un buen programa de perforación, y el personal a cargo de la operación realiza una buena supervisión y toma las decisiones adecuadas, se puede evitar llegar a ese punto tan dramático.



- Cuando se logró perforar hasta el objetivo programado, es momento de terminar el pozo.



- Ya tenemos todo el pozo perforado, pensemos en él como si fuera un departamento, ya está construido, lo que no implica que sea habitable, debemos terminarlo, agregar puertas, closets, muebles de cocina, cristales, apagadores y contactos eléctricos, en fin, dejarlo como un lugar funcional que cumpla su objetivo de servir como vivienda, lo mismo ocurre con un pozo petrolero, se debe terminar agregando los requerimientos necesarios para que este cumpla con su función de producir hidrocarburos.

# Introducción

- El pozo ya está perforado hasta la profundidad objetivo, pero aislado del contacto con el yacimiento por la tubería de revestimiento que se introduce y cementa, no hay manera de que el petróleo o gas entren al pozo; aquí se realiza una operación que se conoce como disparar.

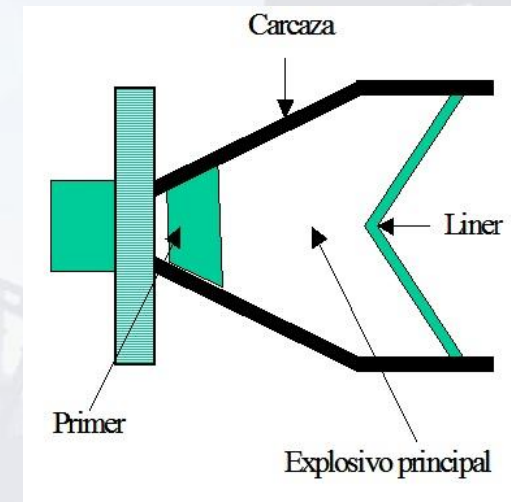
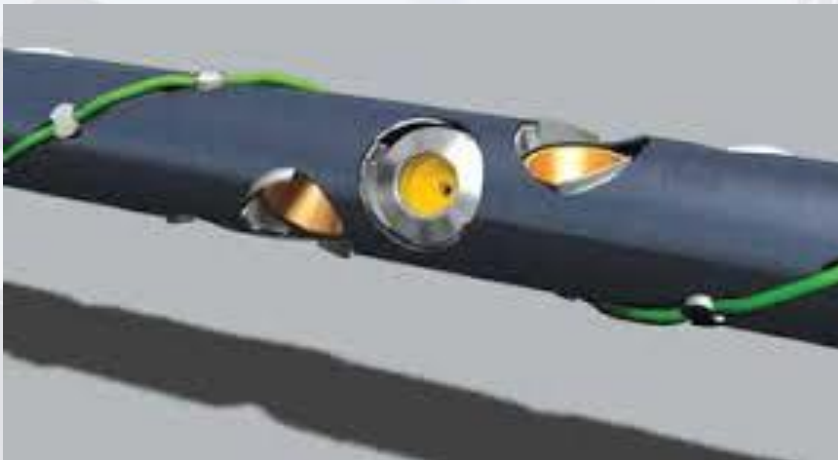
# Introducción

- Consiste en bajar una herramienta conocida como pistola, no pienses en las que usan los delincuentes o tu personaje de Grand Theft Auto, se trata de una herramienta que lleva cargas explosivas a lo largo de un tubo (por así decirlo, de manera sencilla), estas se bajan hasta la profundidad deseada dentro del pozo y se detonan, estas cargas son capaces de perforar agujeros a través de la tubería de revestimiento, atravesar el cemento y penetrar la roca del yacimiento.



# Introducción

- Esto establece la comunicación entre pozo y yacimiento permitiendo que los fluidos entren al pozo. Esto se hace a lo largo del pozo en diferentes intervalos de interés.



# Introducción

- Con el pozo disparado se introduce un aparejo de producción, se trata de tubería de diámetro pequeño por donde se producirá el hidrocarburo, el procedimiento es similar al de la tubería de revestimiento, sin embargo esta no se cementa, se agrega uno o varios dispositivos conocidos como empacadores, se anclan a la tubería de revestimiento aislando el pozo, dejando como única vía de comunicación con la superficie el interior del aparejo de producción.

# Introducción

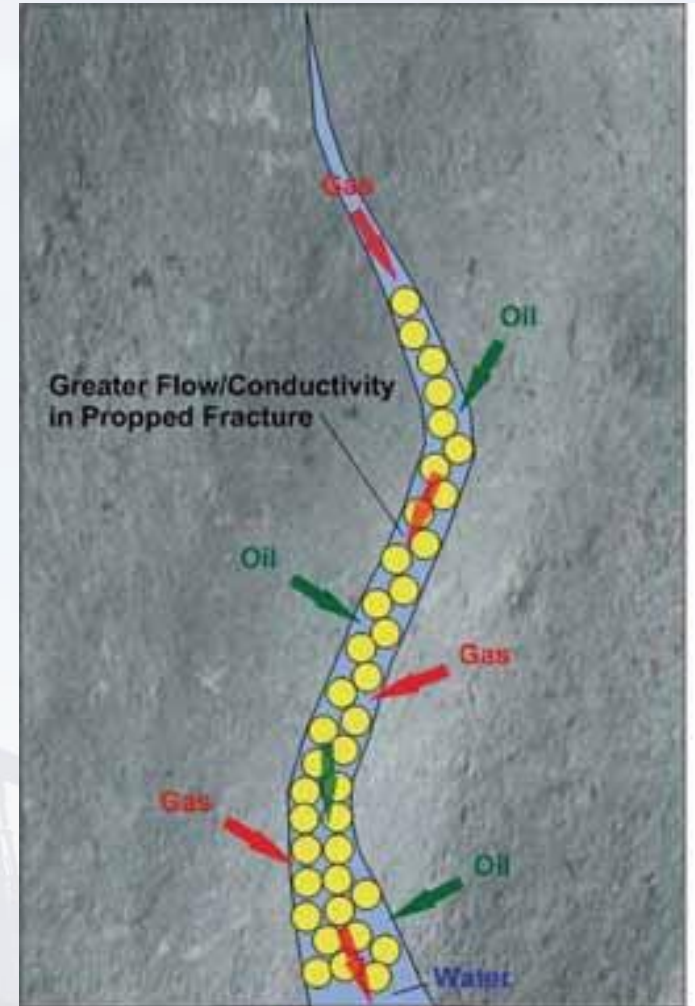
- El yacimiento es roca porosa y permeable impregnada de hidrocarburo, puede ocurrir que dichas propiedades no sean las mejores para la explotación del yacimiento, es necesario hacer algo al respecto, si la permeabilidad no es buena, se recurre a una técnica conocida como fracturamiento.

# Introducción

- Esta consiste en bombear arena, se le da el nombre de apuntalante, obviamente no hay bomba en el mundo que te permita bombear arena, ¿Entonces cómo se hace?, bueno, la arena se mezcla en un fluido, se trata de un gel que sirve como medio de transporte, este se bombea a través de los disparos forzándolo a entrar en la roca, que como todo en la vida, tiene una cierta resistencia.



- Cuando se logra vencer, la roca se rompe, se fractura, creando grandes canales que permiten un mejor flujo de hidrocarburos hacia el pozo, la función de la arena es impedir que la roca sane, evitando que se vuelva a cerrar.



# Introducción

- Vayamos a la superficie, aquí se coloca un dispositivo llamado árbol de válvulas.



- Este cuenta con varias ramas que permiten conectar líneas de producción, para dirigir el fluido a donde se desee o requiera, también sirve como medio de control del pozo para realizar diferentes operaciones que se requieran buscando mejorar la producción, mediante la apertura y cierre de las válvulas correctas.

- Estas son solo algunas técnicas utilizadas en la terminación de pozos. Regresando al departamento, después de algunos años puede que la pintura ya esté muy gastada o sucia, que las puertas rechinen, que las llaves de agua goteen, provocando que el departamento ya no brinde la comodidad requerida, haciendo que no cumpla con su objetivo, hay que repararlo, lo mismo ocurre con el pozo.



- En el caso del pozo, puede ser necesario redisparar los intervalos que estaban produciendo, o aislar esos intervalos para producir otros más profundos o más someros, para esto se inyecta cemento a través de los disparos originales, se conoce como cementación forzada, pues se fuerza al cemento a meterse en esos agujeros creados en la TR, el cemento y el yacimiento, de tal manera que queden obstruidos y no pueda entrar fluido al interior del pozo.



# Introducción

- Ya que se volvió a aislar el pozo con la cementación forzada, una vez más se bajan las pistolas de las que hablamos anteriormente, y se disparan nuevos intervalos.

- A veces es necesario cambiar el aparejo de producción del cual hablamos anteriormente, esto porque al momento de producir esta tubería se ve sometida a diferentes condiciones, alta temperatura, alta presión, corrosión por ácido sulfhídrico, lo que provoca daño en el mismo, y se hace necesario cambiarlo, además puede introducirse un sistema artificial de producción, esto consiste en agregar accesorios especiales al aparejo con la finalidad de mejorar la producción.

# Introducción

- Hasta este punto hemos visto el proceso de perforación, terminación y reparación de pozos a un nivel muy básico, a partir de aquí comenzaremos a utilizar conceptos de ingeniería para entender el mismo proceso.

The background of the slide is a faded, light-colored image of an oil field. It features several pumpjacks (oil pumps) in the foreground and middle ground, and a tall drilling rig in the center. The sky is bright with some clouds, and there are a few birds flying in the distance. The overall tone is light and professional.

# **GRACIAS**

*Ing. Juan Carlos Sabido Alcántara*

*Ingeniero Petrolero*

*Facultad de Ingeniería UNAM*