Fac. Ingeniería –Ingeniería en Petróleo–UNCUYO

PROPIEDADES DEL PETRÓLEO CRUDO

Unidad 10

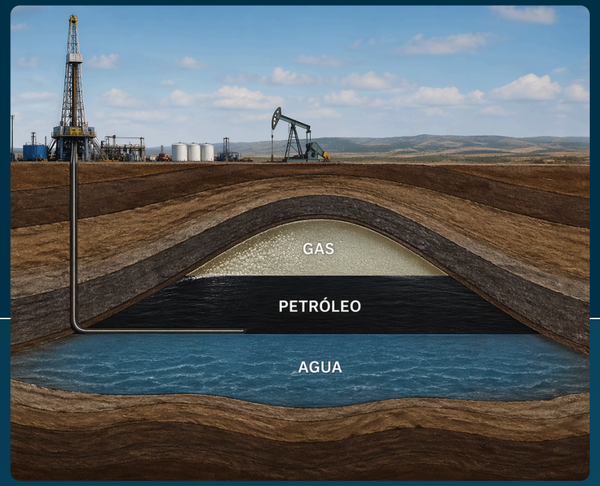


Que entendemos por propiedad



El término propiedad define las particularidades, rasgos o atributos propios de algo.
Cuando hablamos de sustancias puras estas características son especifícas o propias de la misma para una cierta temperatura o presión. Por ej p.e., color, estado físico.
En el caso del petróleo no es tan sencillo ya que podemos considerarlo como un sistema multicomponente. Un término más apropiado sería parámetro.
Un parámetro es un dato o factor medible que sirve como norma, guía o referencia para evaluar, clasificar o definir un sistema, proceso, situación u objeto.
Es decir que, como veremos a continuación, lo que comúnmente usamos como propiedad en realidad se refiere a un parámetro.

Las propiedades del crudo están íntimamente relacionadas con:



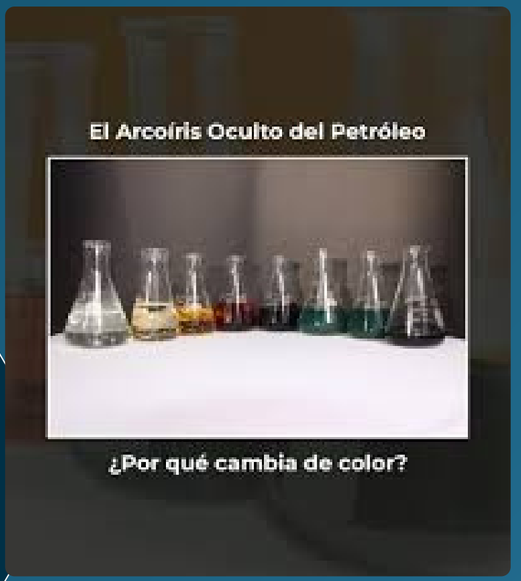
ORIGEN

El petróleo crudo se encuentra almacenado en el subsuelo, dentro de rocas porosas o fracturadas denominadas yacimientos, casi siempre acompañado de agua (generalmente salada) y gas natural.
Los crudos de cada región poseen características únicas que dependen de la composición geológica de su yacimiento de origen.



COMPOSICIÓN

El petróleo está compuesto por hidrocarburos es decir sustancias que contienen hidrógeno y carbono. Principalmente encontramos hidrocarburos paranínficos, hidrocarburos nafténicos, e hidrocarburos aromáticos. Además se hallan presentes como impurezas azufre, nitrógeno, metales, sales de sodio, calcio y magnesio, entre otras.



Para poder realizar un mejor análisis separaremos estas propiedades o parámetros en 2 partes

Parte 1

- Densidad
- Agua
- Sales
- Sedimentos

Parte 2

- Viscosidad
- Solubilidad
- Punto de enturbiamiento
- Punto de escurrimiento
- Punto de congelamiento

Unas propiedades están íntimamente relacionadas con las condiciones al inicio del proceso (upstream - midstream) y los requisitos para la entrega del crudo; las otras con la composición química del petróleo para ese pozo e inciden directamente en el movimiento del fluido o transporte del mismo a través de cañerías.
La densidad se relaciona con la composición, con el volumen de crudo y como veremos tiene gran importancia comercial.

PARTE 1

Para poder comprender mejor mirá un video haciendo clic en la imagen.

Seminario– Upstream Convencional: Instalaciones de Superficie en Recuperación Secundaria y Terciaria

Fundación YPF



Agua y sales



El agua que se extrae junto con el crudo puede encontrase libre, es decir que se separa en otra fase fácilmente o emulsionada lo que implica un proceso de separación más intenso. Las sales se encuentran en el agua disueltas.
Te invitamos a investigar y compartir en clase:

- ¿cuál es el origen de ese agua?
- ¿qué es agua de formación y agua de inyección?

Sedimentos

Los sedimentos pueden provenir de la misma formación o yacimiento, de partículas contenidas dentro del crudo y también de sólidos que contienen las aguas de inyección
Te invitamos a investigar y compartir

- ¿qué métodos de ensayos existen para medir agua y sedimentos?



DENSIDAD

En la industria del petróleo se habla en forma indistinta de densidad o peso especifico.
Siendo la densidad absoluta el peso de la unidad de volumen de un producto.
La densidad relativa es relación entre el peso de la unidad de volumen del producto y el peso de un volumen igual de agua medidos a la misma temperatura.
La temperatura de referencia es 15.56 °C (60°F). De no ser así debe indicarse la temperatura de medición.



La Refinación del Petróleo Tomo I - Alberto Ángel Cerutti

IMPORTANCIA DE LA DENSIDAD

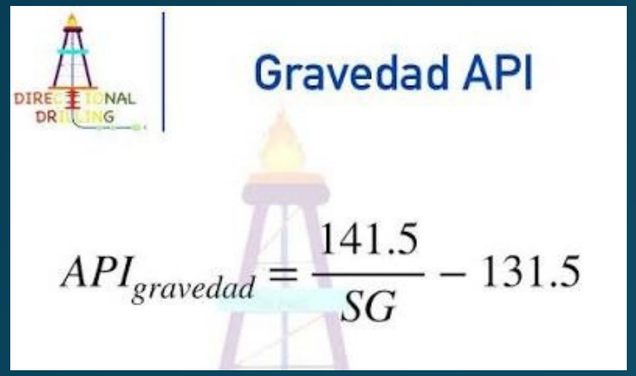


- La determinación de densidad es tan simple que muchos refinadores la utilizan para controlar etapas de sus procesos.
- Su principal valor, desde el punto de vista operativo, tiene que ver con la comercialización de los productos del petróleo. Los productos líquidos del petróleo, salvo los muy viscosos, son comercializados volumétricamente, siendo necesario corregir esos volúmenes medidos a temperatura ambiente a la temperatura de referencia, 15,56 °C (60 °F). Esa corrección se hace por medio de tablas o similares.
- Se puede determinar técnicamente el peso molecular conociendo la densidad y el punto de ebullición de un hidrocarburo real o hipotético desconocido.
- A partir de la densidad calculamos los grado API

La Refinación del Petróleo Tomo I - Alberto Ángel Cerutti

GRADOS API

En los primeros años de la industria petrolera, el Instituto Americano del Petróleo (API) adoptó la gravedad API (°API) como medida de la densidad o gravedad específica (GE) del petróleo crudo. La gravedad API se calcula mediante la siguiente ecuación:





Aceite crudo	Densidad (g/cm^3)	Densidad (grados API)
Extrapesado	>1.0	10.0
Pesado	1.0 – 0.92	10.0 – 22.3
Mediano	0.92 – 0.87	22.3 – 31.1
Ligero	0.87 – 0.83	31.1 – 39
Superligero	<0.83	>39

Importancia comercial del Crudo según su grado API

Medición de densidad - Métodos

AERÓMETRO

Mide la densidad relativa de un líquido basándose en el principio de Arquímedes. Se introduce el instrumento en una probeta con la muestra, se deja flotar verticalmente, y se lee la escala en la superficie del líquido



PICNÓMETRO



Se determina la densidad de una muestra midiendo con precisión la masa de un volumen conocido, obtenido al llenarlo hasta el capilar de su tapón. El procedimiento implica pesar el picnómetro limpio y seco, llenarlo con la muestra (o agua para calibrar), enrasar y pesar nuevamente.

DENSIMETRO AUTOMÁTICO

Se basa en la tecnología del tubo de oscilación en U, que mide la frecuencia de vibración de una muestra para calcular su densidad con alta precisión. A diferencia de los densímetros analógicos, los automáticos requieren menos muestra, son más rápidos y compensan la temperatura automáticamente.



CONDICIONES DE ENTREGA DEL CRUDO

En Argentina están reguladas principalmente por normativas de la Secretaría de Energía de la Nación

El petróleo crudo entregado para transporte debe cumplir con estándares específicos para ser aceptado:

- Agua e impurezas: No más del 1% del volumen total.
- Contenido de sales: Máximo de 100 gramos por metro cúbico (100 gr/m3) expresado en Cloruro de Sodio (NaCl).
- Tensión de vapor Reid: Máximo de 103,42 kilopascales (103,42 kPa) a 37,8°C (100°F).
- Densidad y Temperatura de entrega: Generalmente se realiza la medición a 15°C para el cálculo de volumen seco.



CONCLUSIONES



- El petróleo tal como sale del pozo debe ser tratado para su entrega, transporte, venta y/o uso.
- Los valores de agua, sales y sedimentos deben ajustarse a las reglamentaciones vigentes de organismos de control.
- La densidad es un parámetro muy útil que nos permite estimar el volumen de venta y la composición del crudos.
- Los grados API nos permiten clasificar nuestro crudo según su composición e importancia comercial.

Parte 2

El petróleo crudo es una mezcla compleja de hidrocarburos que presenta diferentes propiedades físicas y químicas. Algunas de estas propiedades son importantes para determinar su calidad, facilitar su transporte y almacenamiento, y establecer las condiciones adecuadas para su procesamiento industrial.

Entre las propiedades físicas de interés en la industria petrolera se encuentran la viscosidad, la solubilidad, el punto de enturbiamiento, el punto de escurrimiento y el punto de congelamiento.

Viscosidad

- La viscosidad es la propiedad de un fluido que expresa su resistencia a fluir. Está relacionada con el rozamiento interno entre las moléculas que lo componen.
- Un líquido muy viscoso presenta mayor resistencia al movimiento, mientras que uno poco viscoso fluye con mayor facilidad

- La viscosidad es una propiedad fundamental para la producción y el transporte del petróleo crudo. Influye en la facilidad con la que el petróleo puede desplazarse desde el yacimiento hasta la superficie y circular por las cañerías.
- Los petróleos de alta viscosidad requieren mayores esfuerzos de bombeo y, en algunos casos, calentamiento o tratamientos especiales para facilitar su transporte.

Medición de viscosidad



La medición de la viscosidad del petróleo crudo a diferentes temperaturas es de importancia para el cálculo de las caídas de presión en los oleoductos y en el sistema de tuberías de la refinería, así como para la especificación de las bombas e intercambiadores.

El cambio de la viscosidad con la temperatura no es la misma para todos los crudos, por ejemplo, la viscosidad de un crudo parafínico incrementa rápidamente con el descenso de la temperatura, por el contrario, en los crudos naftenícos, el incremento de la viscosidad es gradual.

La viscosidad se determina mediante la medición del tiempo que le toma a un crudo fluir a través de un tubo capilar de cierta longitud a una temperatura determinada. A esto se le llama viscosidad cinemática, expresada en mm2/s y definida por las normas NF T 60-100 o ASTM D445.



Diferencia entre densidad y viscosidad

La densidad mide cuánta masa ocupa un volumen determinado, mientras que la viscosidad mide la resistencia de un fluido a fluir.

Por ejemplo:
·El mercurio es muy denso, pero fluye rápido. La miel es poco densa respecto al mercurio, pero muy viscosa.
·Aceite vs. Agua:
El aceite es menos denso que el agua por eso flota cuando están juntos.
El aceite es más viscoso que el agua. Se mueve y cae más despacio porque sus moléculas generan mayor resistencia al deslizarse.



Solubilidad

- La solubilidad es la capacidad de una sustancia para disolverse en otra y formar una mezcla homogénea. Depende de la naturaleza de las sustancias que entran en contacto, de la temperatura y, en algunos casos, de la presión.

- El petróleo crudo está formado principalmente por hidrocarburos, que presentan diferentes comportamientos de solubilidad frente a otros líquidos.

- La solubilidad es importante en la extracción, el tratamiento y el procesamiento del petróleo. Permite comprender cómo se comportan los distintos componentes del crudo cuando entran en contacto con solventes, agua u otros hidrocarburos.

- También es importante estudiar la solubilidad de los gases en el petróleo, ya que parte del gas natural puede permanecer disuelto en el crudo dentro del yacimiento. Cuando disminuye la presión durante la producción, ese gas puede liberarse

Solubilidad de gases

Analogía con una botella de gaseosa



En el yacimiento (botella cerrada): A miles de metros bajo tierra, a alta presión, el gas natural está disuelto dentro del petróleo crudo. Esto hace que el petróleo sea menos viscoso y ocupe más volumen.
Cuando perforas un pozo y comienzas a extraer, la presión en la roca cae por debajo de la presión de burbuja (botella abierta). El gas disuelto comienza a salirse de la solución y forma burbujas dentro de los poros de la roca.

¿Cómo influye esto en la extracción?

* El efecto positivo (Empuje inicial): Esas burbujas que nacen y se expanden actúan como un resorte o un "motor natural" que empuja al petróleo hacia la superficie. Es el mismo empuje que hace que la gaseosa se desborde al abrirla rápido.
* El efecto negativo (Si la presión cae demasiado): Si abres la tapa por completo y dejas escapar todo el gas, la gaseosa se queda "sin gas" (quedando "chata"). En el yacimiento pasa igual: si el gas se libera muy rápido, se escapa solo por ser más liviano, dejando un petróleo más espeso, pesado y difícil de mover atrapado en las piedras.

Influencia de la temperatura

En lo profundo de la tierra hace mucho calor (fácilmente más de 80 °C a 100 °C). A esta temperatura, los componentes pesados del petróleo, llamados parafinas (que son como cera), se encuentran totalmente disueltos y líquidos mezclados en el crudo.

A medida que el petróleo sube por la tubería del pozo hacia la superficie, la tierra se va enfriando. Cuando la temperatura baja de cierto nivel, las parafinas pierden su solubilidad. Ya no pueden mantenerse disueltas en el líquido.



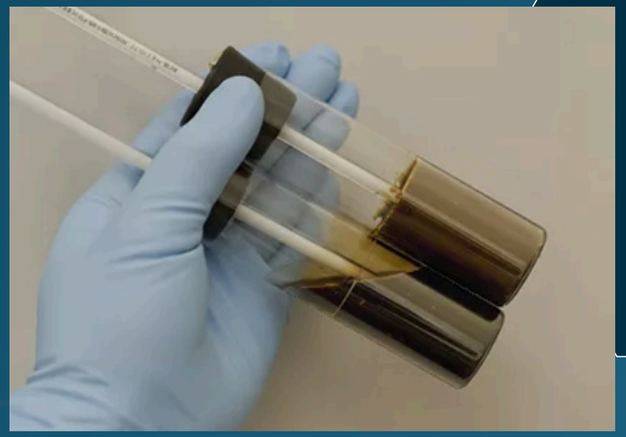
¿Cómo influye esto en la extracción?

Formación de cristales de cera: La parafina empieza a solidificarse, creando pequeños cristales flotantes en el petróleo, igual que cuando la grasa del caldo de sopa se enfría y se vuelve sólida arriba.

Taponamiento de tuberías: Esos cristales de cera sólida se van pegando a las paredes internas de las tuberías del pozo y de los oleoductos. Con el tiempo, la tubería se va estrechando cada vez más (como una arteria obstruida), hasta que el petróleo no puede pasar y la extracción se detiene por completo.

Punto de Escurrimiento

- El punto de escurrimiento es la temperatura más baja a la que un petróleo o producto derivado todavía presenta movimiento observable bajo las condiciones establecidas por un método de ensayo.
- Cuando la temperatura disminuye, el petróleo puede perder fluidez debido al aumento de viscosidad y, en algunos casos, a la formación de cristales de parafina que dificultan su movimiento.
- En el transporte por oleoductos, esta propiedad se considera junto con la viscosidad y la temperatura ambiente para planificar las condiciones de operación.



Importancia en la industria petrolera
Es una propiedad importante para determinar las condiciones de almacenamiento y transporte del crudo, especialmente en regiones de bajas temperaturas.
Permite estimar hasta qué temperatura un petróleo puede conservar cierta capacidad de movimiento. Si la temperatura desciende por debajo de su punto de escurrimiento, el producto puede dejar de fluir en las condiciones del ensayo.
En la práctica, esta información ayuda a establecer medidas como el aislamiento térmico, el calentamiento de las instalaciones o la utilización de tratamientos para mejorar la fluidez.

Punto de Enturbiamiento

- El punto de enturbiamiento es la temperatura a la que comienzan a aparecer los primeros cristales de parafina en un petróleo o producto derivado, durante su enfriamiento, bajo condiciones de ensayo determinadas.
- La formación de estos cristales puede darle al líquido un aspecto turbio, que permite identificar el inicio de la precipitación de ceras.



Importancia en la industria petrolera

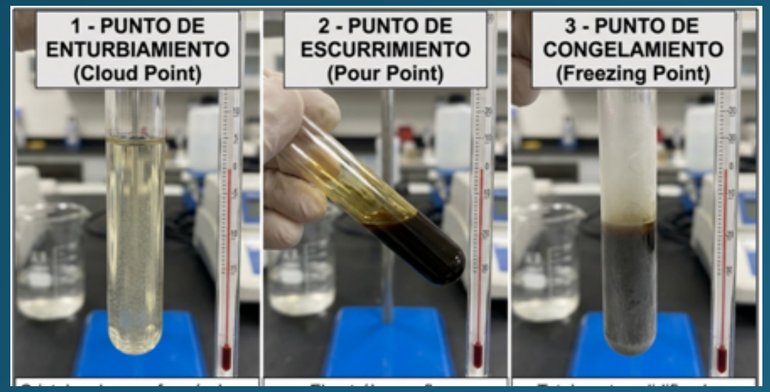
Es una propiedad importante para evaluar el comportamiento del petróleo durante su enfriamiento, especialmente en la producción, el almacenamiento y el transporte.

Cuando la temperatura del crudo disminuye, las parafinas que contiene pueden comenzar a cristalizar. Estos cristales pueden acumularse en las paredes de las tuberías, reducir su diámetro útil y dificultar la circulación del petróleo.

El punto de enturbiamiento permite anticipar problemas asociados a la precipitación de parafinas y establecer medidas de prevención, como el control de temperatura o el uso de tratamientos adecuados.

Punto de Congelamiento

- El punto de congelamiento es la temperatura a la que un material pasa del estado líquido al sólido, de acuerdo con las condiciones y el criterio de medición establecidos.
- En el petróleo crudo, por tratarse de una mezcla compleja de numerosos hidrocarburos, no suele existir una única temperatura de congelamiento tan definida como la de una sustancia pura. Durante el enfriamiento pueden cristalizar primero algunos componentes, mientras otros permanecen líquidos.



Importancia en la industria petrolera

El comportamiento del petróleo a bajas temperaturas es importante para su almacenamiento, transporte y manipulación. La formación de fases sólidas o estructuras cristalinas puede dificultar el movimiento del crudo y ocasionar problemas operativos. Sin embargo, en el petróleo crudo se utilizan habitualmente otras propiedades, como el punto de escurrimiento y el punto de enturbiamiento, para caracterizar su comportamiento durante el enfriamiento.

BIBLIOGRAFIA Y MATERIAL DE CONSULTA

- La Refinación del Petróleo Tomo I - Alberto Ángel Cerutti
- Tecnología y Márgen de Refino del Petróleo (José Lluch Urpí) (Z-Library)
- The Chemistry and Technology of Petroleum, Fifth Edition (Chemical Industries) (James G. Speight) (Z-Library)i
- Propiedades físicas y químicas de los hidrocarburos para su industrialización Grupo CAYROS
- https://oilandgascourses
- Seminario- Upstream Convencional: Instalaciones de Superficie en Recuperación Secundaria y Terciaria - Fundación YPF

