



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Manual teórico- práctico para el conocimiento, evaluación y selección de fluidos de perforación empleados en la construcción de pozos.

Nombre completo de los alumnos		Firma
N° de brigada:	Grupo:	
Profesor: Quim. Rosa de Jesús Hernández Álvarez		

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Rubén Miranda Arias	Quim. Rosa de Jesús Hernández Álvarez Dra. Martha Leticia Cecopieri Gómez	Ing. Héctor Erick Gallardo Ferrera	1 de febrero de 2016



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

INDICE

Prólogo

Introducción

Objetivo general

Antecedentes

Trascendencia de los hidrocarburos

Métodos directos e indirectos que permiten la identificación de las formaciones, su naturaleza y problemática.

Practica 1. Identificación de las fases que integran un fluido de perforación base agua de naturaleza arcillosa.

1. Definición y funcionamiento de fluidos de control
2. Importancia y trascendencia de un fluido de perforación y su aplicación
3. Clasificación de fluidos de control
4. Base agua
5. Base aceite
6. Base aireados (neumáticos)
7. Arcillas: composición y funcionamiento en fluido de perforación
8. Partículas coloidales (teoría)
9. Identificación cualitativa de las fases que integran los fluidos de perforación
10. Tipos y propiedades del agua
11. Funciones y propiedades físicas básicas de un fluido de perforación
12. Pasos para preparar un lodo de perforación e importancia

Practica 2. Densidad de líquidos

1. Maquinas simples e importancia en la ingeniería
2. Equipos de medición de densidad de un fluido de perforación
3. Geo-presiones

Practica 3. Densidad de sólidos

1. Definición de la densidad de sólidos, líquidos y gases, y su importancia en cualquier industria.
2. Principio de Arquímedes, principio de Chatelierre
3. Herramientas de medición de la densidad en diferentes fases de la materia
4. Matraz de Chatelierre: bases de su funcionamiento y uso

Practica 4. Elaboración de un fluido base acuosa de naturaleza arcillosa en base a la aplicación de la ecuación que rige el balance de materia

1. Dedución de ecuaciones que rigen la integración la materia de sólidos y líquidos en base de la densidad de acuerdo al balance de materia.
2. Fundamentos para la evaluación de la densidad
3. Problemas ocasionados a la densidad

Practica 5. Determinación de los efectos del pH en la alcalinidad de un fluido de perforación.

1. Potencial de hidrogeno



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

2. Superficie específica
3. Capacidad de absorción
4. Hidratación e Hinchamiento
5. Descripción de los equipos utilizados para su evaluación
6. Medidores e indicadores de pH

Practica 6. Embudo Marsh

1. Ley de Newton para la viscosidad
2. Viscosidad cinemática y sus formas
3. Embudo de Marsh

Practica 7. Contenido de arena.

1. El origen de las arcillas
2. Dureza y textura de la bentonita
3. Sílice (SiO_2)
4. Abrasión
5. Eleúteometro

Practica 8. Reología y Tixotropía.

1. Tixotropía
2. Reología
3. Modelos Reologicos
4. Viscosímetro Rotacional Fann 35
5. Viscosidades

Practica 9. Cuantificación de fases

1. Separación de mezclas
2. Método de separación de mezclas
3. Retorta

Practica 10. Filtración

1. Principios petrofísicos
2. Presiones de formación y de hidráulica
3. Daño a la formación por el fluido de perforación
4. Invasión del filtrado del lodo
5. Fracturamiento Hidráulico
6. Reductores de filtrado
7. Filtro Prensa



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Prólogo:

Este documento contiene un manual de las prácticas que se realizarán durante el curso de Elementos de Fluidos de Perforación, impartido en la carrera de Ingeniería Petrolera en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Un fluido de control bien diseñado, permitirá a los perforadores de pozos la ejecución eficiente de su trabajo. Considerando que el fluido de control, no siempre tendrá las mismas condiciones, ya que se están cambiando de acuerdo a la profundidad y al tipo de formación geológica que se está perforando. Por otra parte el fluido, al estar en contacto con la formación y bajo los esfuerzos a los que se somete durante su circulación, variará sus propiedades. Durante el curso se realizarán las principales pruebas al fluido para diseñar o modificar sus propiedades e ir monitoreando su calidad durante la perforación.

Se busca que con este manual, el alumno esté preparado previamente al desarrollo de cada una de estas prácticas; y así pueda aprovechar al máximo su tiempo en el laboratorio. Para esto es necesario que el alumno tenga conocimientos de los aspectos fundamentales del laboratorio, así como una de las actividades que realizará.

Introducción

Con la finalidad de obtener energía se construyen pozos para la extracción y producción de aceite, gas, agua o vapor estos deben ser perforados con un sistema mecánico rotatorio con una circulación de fluidos de perforación por todo el agujero. Los fluidos de perforación son la sangre de las operaciones de perforación modernas, preservando el hoyo hasta que pueda ser protegido por la cementación de la tubería de revestimiento.

Imaginemos la perforación como si perforáramos con un taladro la pared de nuestra casa, el taladro es nuestro sistema mecánico rotatorio, la broca del taladro representa todo el conjunto de tuberías que con la punta llamémosla barrena, será la que a falle, rompa y tritura el medio que estamos perforando, nótese la única diferencia que la perforación de un pozo la hacemos de manera vertical (sin considerar las excentricidades de pozos “s”, desviados, con terminación horizontal, etc.).

Cuando perforamos nuestra pared, la operación genera residuos (recortes), estos se quedan dentro del agujero o salen de él por los conductos que tiene la broca, los que permanecen en el agujero los extraemos fácil y rápidamente soplando o metiendo una suerte de cucharilla; pero para pozos reales no podemos hacer lo mismo, por lo que necesitamos un medio que extraiga esos residuos o recortes, estos son los fluidos de perforación. Existen tres propiedades básicas en lodos de perforación que pueden ser controlados en alguna medida estos son, la densidad, la Reología (viscosidad y gelatinosidad), y el Filtrado.

La determinación y el control de la densidad de lodos, es esencial para el desempeño de algunas funciones básicas; como el evitar el flujo de fluidos indeseables al pozo controlando sus presiones y el de evitar derrumbes. También es necesario el valor de esta propiedad para poder efectuar cálculos hidráulicos, cálculos de contenido de diferentes clases de sólidos en el lodo.

Las propiedades reológicas, viscosidad plásticas, viscosidad aparente y punto de cedencia son valores muy significativos en el control de los fluidos base agua, así como en los fluidos de



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

emulsión inversa o aireados, ya que dichos valores se ven afectados por la viscosidad de los aceites utilizados, cantidad de agua presente y la temperatura, no obstante es recomendable obtener estos valores como información necesaria, debiendo hacerse las lecturas a una temperatura aproximada de 50 °C o la temperatura de la línea de flujo de pozo.

La viscosidad de los lodos afecta la velocidad de perforación (ROP) que es la capacidad de penetración de formaciones en un tiempo dado. En una misma formación y manteniendo todas las demás variables iguales, la velocidad de perforación disminuye a medida que aumenta la viscosidad, ocasionando problemas en el cumplimiento de tiempos de perforación, atrasando la etapa de producción y consecuentemente aumentando costos por días de perforación.

La viscosidad afecta directamente a la velocidad de perforación y algunas de las causas graves podrían ser:

- a. Al aumentar la viscosidad del lodo, disminuye la eficiencia hidráulica de las bombas lodo.
- b. Un aumento de viscosidad incrementa las pérdidas por fricción en el circuito del lodo, lo cual es una reducción en el volumen del lodo circulado y menor eficiencia del lodo para eliminar los recortes.
- c. Los lodos con muy altas viscosidades, proporcionan un colchón viscoso que disminuye la fuerza del impacto de los dientes de la barrena sobre la formación.

Objetivo:

Adquirir los conocimientos teóricos-prácticos en materia de fluidos de perforación para que se lleven a cabo con éxito las operaciones en la construcción de pozos para la comunicación del yacimiento productores de aceite, gas, agua o vapor con la superficie. A demás de la construcción de pozos inyectores para el mantenimiento de la presión de los yacimientos de presionados.



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Antecedentes

Trascendencia de los hidrocarburos

Debemos comenzar con una pregunta ¿Cuál es la importancia de la ingeniería petrolera?, y del sin fin de respuestas que podríamos dar, como la extracción de los hidrocarburos, generar ingresos a la economía Mexicana, entre otras no muy diferentes; es muy difícil llegar a la respuesta más importante ya que todas son válidas y correctas. La generación de energía eléctrica y mecánica son los principales motores de la vida diaria y es un objetivo principal de la industria petrolera por ser parte del sector energético que mayor aporta en comparación de otras fuentes alternas.

Recordemos en la historia ese mundo en el cual no se tenía al hidrocarburo como fuente primordial de energía, donde en una casa no se tenía agua potable, en las zonas de clima frío para calentarse eran únicamente a partir de la combustión de madera o de carbón mineral y no solo para eso, también se usaba este método para cocinar los alimentos y alumbrarse por las noches, por lo que podemos concluir que era una vida muy primitiva, que destruyó miles de hectáreas de bosques y aniquilo o menguo a varias especies de animales como es el caso de la ballena, donde su grasa era para poder lubricar ciertas maquinarias.

Sectores que requieren hidrocarburos

Con el descubrimiento del petróleo como fuente de energía con alto rendimiento en la combustión, la carrera industrial formo procesos y mecanismos que hoy en día aun nos cuestan trabajo de entender y que son intrínsecamente necesarias y que sin esos procesos la sociedad no podría vivir ni coexistir.



Sin importar que en un futuro las energías renovables adquieran el papel de fuente de energía principal, aun dependeremos de los hidrocarburos como una fuente de materias primas, como es el caso de los medicamentos o de los polímeros, y ya sabemos que si estos no existen la sociedad podría perecer. Con el fin de extraer este recurso vital como fuente de energía y de materias primas es necesario poder ubicar los yacimientos donde estos se encuentran entrampados.

Recordemos que en las clases de geología nos mostraron que un yacimiento debe cumplir con el sistema petrolero (roca generadora, roca sello, trampa, migración primaria y secundaria), y que la roca generadora fue sedimentada con materia orgánica y sepultada, sufriendo procesos geológicos que dieron origen a la generación de hidrocarburos.

Los métodos directos e indirectos que permiten la identificación de las formaciones, su naturaleza y problemática.

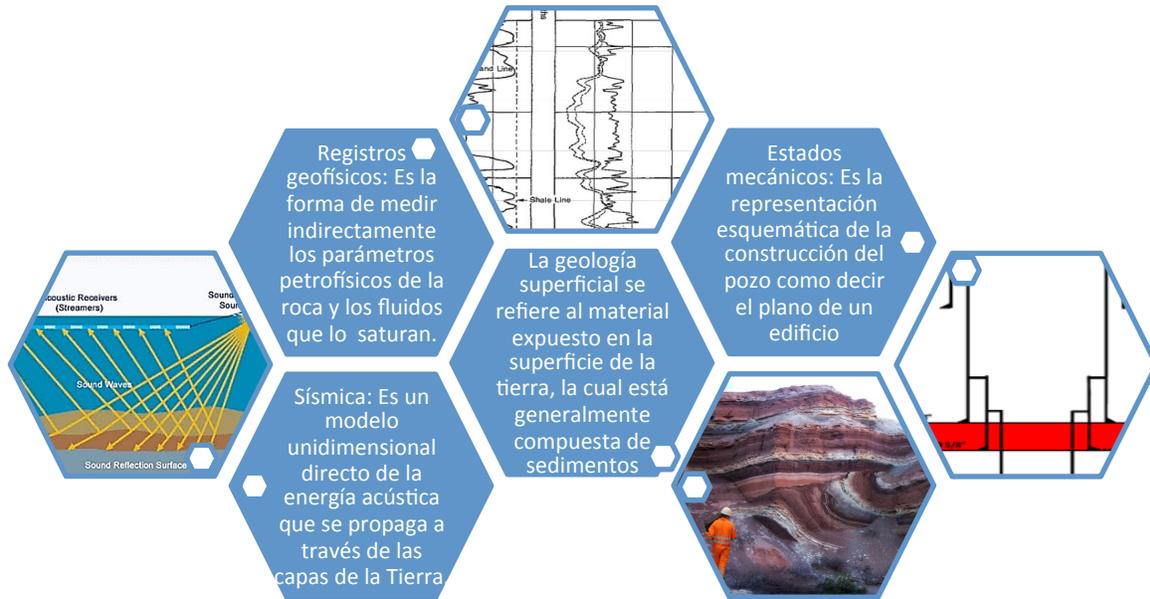


Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

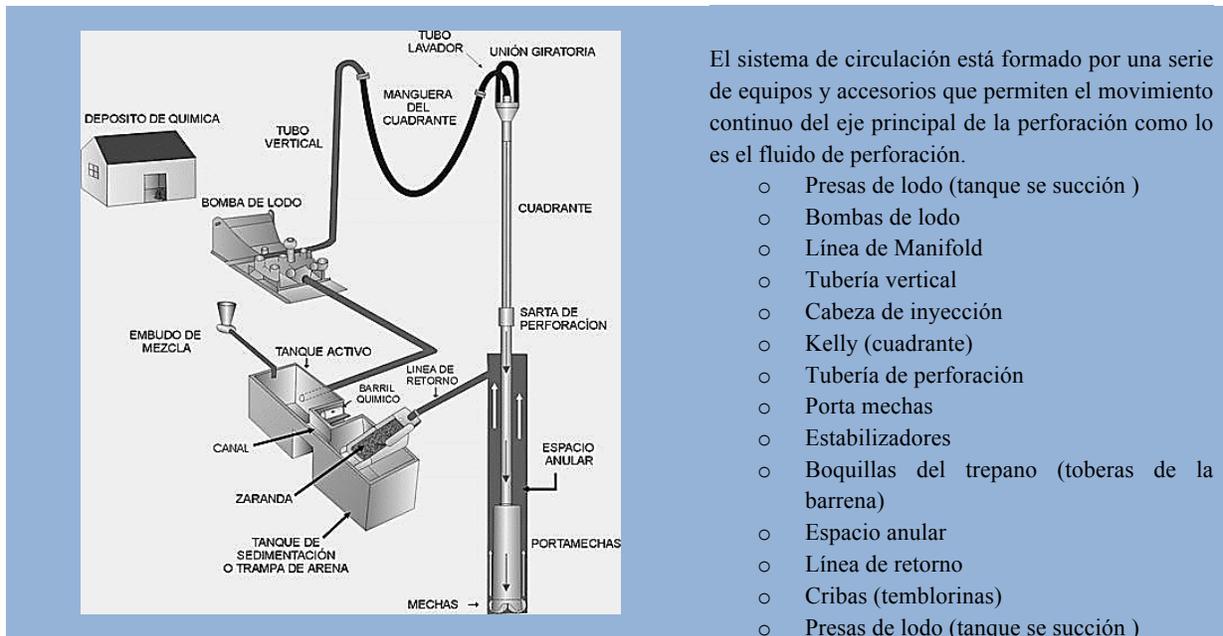
División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera



Sistemas de circulación

- Equipos y su funcionamiento
- Equipos y herramientas





Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Identificación de las fases que integran un fluido de perforación base agua de naturaleza arcillosa.

N° de práctica: 1

Nombre completo de los alumnos		Firma
N° de brigada:	Fecha de ejecución:	Grupo:
Calificación:	Profesor:	

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Rubén Miranda Arias	Quim. Rosa de Jesús Hernández Álvarez Dra. Martha Leticia Cecopieri Gómez	Ing. Héctor Erick Gallardo Ferrera	1 de febrero de 2016



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro	Riesgo asociado
1	Manejo de herramienta	Lesión de manos, cabello
2	Manejo de líquidos	Humedad y manchas en la ropa
3		

2. Objetivos de aprendizaje

- I. **Objetivos generales:** Identificar, conocer, analizar y determinar las funciones y propiedades de los componentes, de las fases que integran un fluido de perforación base agua de naturaleza arcillosa.
- II. **Objetivos específicos:** Conocer características del agua y los materiales arcillosos.

3. Recursos a emplear

Nombre	Imagen	Nombre	Imagen
Recipiente chico: Recipiente de vidrio, transparente, cilíndrico, con capacidad de 600 [ml].		Agua: Agua tratada obtenida del grifo.	
Dispensor: Motor eléctrico operado con elevador de voltaje, transfiere la potencia por un eje, y tiene alabes para dispersar.		Espátula: Utensilio para manejar sustancias pulverizadas, con mango de madera y cuerpo de acero inoxidable sin filo y redondeado.	



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Bentonita: Arcilla.



Barita:
Densificarte.



Recipiente grande:
Recipiente de plástico, transparente, cilíndrico, con capacidad de 3 [L].



Balanza
Dispositivo mecánico para medir la cantidad de materia en relación a su masa y la gravedad



Probeta de 1000 (ml)



4. Fundamento Teórico

Definición y funcionamiento de fluidos de control

Definición API: Un fluido de perforación se define como un fluido circulante usado en la perforación rotatoria para ejecutar todas las operaciones de perforación requeridas.

Definición Pemex: Fluido de control: fluido circulatorio formado por aditivos químicos que le imparten las propiedades físicas y químicas idóneas a las condiciones operativas y a las características de la formación litológica a intervenir.



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

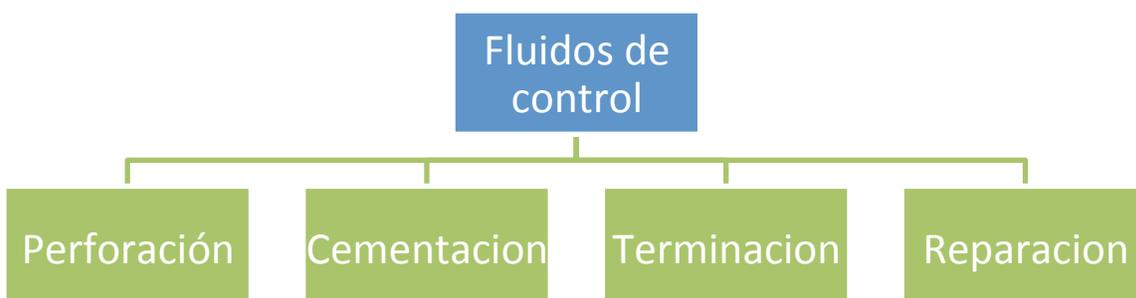
Departamento de Ingeniería Petrolera

Importancia y trascendencia de un fluido de perforación y su aplicación

El diseño y mantenimiento de las características físicas, químicas y fisicoquímicas son factores que influirán en la construcción exitosa y segura del pozo, debido a que el principal factor de riesgo para accidentes de arranques de pozo o algún tipo de obstrucción en el mismo es frecuentemente al mal diseño y/o mal mantenimiento de este.

Clasificación de fluidos de control

Durante toda la vida útil de pozo veremos la utilización de los fluidos de control, donde los fluidos según el nombre que llevan será su utilidad, todos estos se mantendrán en estado líquido y se pretenderán recuperar, excepto el cemento, ya que este fraguara en un momento dado.





Manual de Prácticas

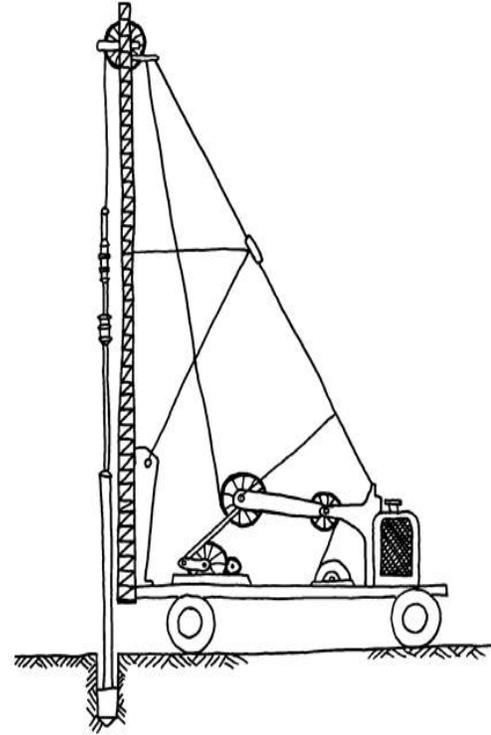
Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Como antecedente histórico los lodos de perforación se descubrieron a principios del siglo XX, en aquellas décadas, era usual encontrar las torres de **perforación por percusión**. La técnica de perforación consiste en realizar un movimiento de bajada-subida de una masa pesada que en su caída va fracturando o disgregando la roca, desprendiendo trozos del mismo o de varios tamaños, que después se extraen por medio de una válvula o cuchara de limpieza.

Durante el tiempo que se usó este método de perforación, notaron que cuando perforaban zonas pantanosas, o cercanas a cuerpos de agua se generaban lodos, estos al realizar la perforación hacia un sistema de mezclado entre los terrígenos presentes y el agua que se introducía al pozo. Permitiendo así una mejor extracción de los residuos del pozo.



Base agua

Los lodos de perforación como ya se mencionó, es el producto de la mezcla de la integración de la base continua que es el agua y la fase dispersa que son los terrígenos en este caso son arcillas conocidas como Bentonita y Barita, las cuales nos darán propiedades únicas para perforar con un sistema mecánico rotatorio. Estos son usados en las etapas iniciales en otras palabras el tubo conductor.

Base aceite

Los lodos de aceite son usados principalmente para evitar las contaminaciones de agua de las formaciones productoras y para muestreo de formación en estado nativo. Son también inertes a las contaminaciones tales como de (H₂S), secciones de sal y anhídrita. Los lodos de aceite se elaboran con crudo previamente desgasificado.

Base aireados (neumáticos)

Estos se elaboran inyectando aire a una mezcla gelatinosa. Estos fluidos son usados para perforar formaciones de baja presión, donde el equipo superficial y de profundidad impide el uso de aire o espuma, y en ocasiones en zonas de pérdida de circulación.



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Arcillas: composición y funcionamiento en fluido de perforación

Barita: Es conocida también como baritina o espato pesado, siendo unas de sus principales características el ser un material inerte, no tóxico y que tiene una densidad de hasta 4.5 gr/cc, siendo ésta última característica de donde proviene su nombre que es de la palabra griega baros que significa pesado.

Es un mineral muy común. Aparece frecuentemente como envolviendo los filones de minerales metálicos. Es así una de las gangas filonianas junto con la calcita y el cuarzo, que aparecen junto a ella.

Bentonita: Un material compuesto por minerales de arcilla, principalmente montmorillonita con cantidades escasas de otros minerales del grupo de las esmectitas.

La principal característica es que absorbe varias veces su peso en agua y tiene excelentes propiedades coloidales, lo que la vuelve excelente recurso para la preparación de lodos de perforación.

Partículas coloidales (teoría)

Los coloides, son cúmulos de partículas de una o varias sustancias que se dispersan entre las partículas de la otra sustancia. Como estos cúmulos pueden llegar a tener un tamaño del orden de las micras, se dice que la mezcla se da a *escala microscópica*.

- Las sustancias cuyas partículas se dispersan se llaman fase dispersa.
- La sustancia que dispersa las otras se llama fase continua.

Las partículas coloidales como ejemplo las podemos observar frente a las lámparas en cuartos oscuros, las partículas que vemos suspendidas son partículas coloidales en forma de la fase dispersa y el aire que las mantiene suspendidas es la fase continua.



Identificación cualitativa de las fases que integran los fluidos de perforación

Ya vimos las características de las partículas coloidales, las cuales cumplen con dos fases, la fase continua y la fase dispersa, estas

Tipos de agua útiles para perforar

El agua es la biomolécula más abundante, y también la más importante. La vida como tal no se concibe en el planeta Tierra sin ella. El agua reúne una serie de características que la convierten en un disolvente único e insustituible en la biosfera.



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Propiedades físicas y químicas del agua.

<p>a) Incolora, inodora e insípida</p> <p>b) Densidad</p> <p>c) Contenido de sólidos</p> <p>d) Contenido microbiano</p> <p>e) Estados Termodinámicos</p> <p>f) El amplio margen de temperaturas en que permanece en fase líquida (0-100° C)</p>	<p>g) La anómala variación de la densidad con la temperatura</p> <p>h) Su elevada constante dieléctrica</p> <p>i) Su carácter dipolar</p> <p>j) Su calor específico y calor de vaporización elevados</p> <p>k) Su gran capacidad de formación de enlaces de hidrógeno</p>
---	---

Debido a las necesidades de un gran consumo de agua para la fabricación de los fluidos de control, es tomado de la naturaleza, por su fácil obtención y sus bajos costos, sin privar las necesidades de las poblaciones cercanas. Estas son las opciones disponibles.

- Agua dulce
- Agua de mar
- Salmueras

Funciones y propiedades físicas básicas de un fluido de perforación

Propiedades	Funciones	Arcilla
Densidad	Control de presiones	Barita
Viscosidad	Acarreo de recortes	Bentonita
Gelatinosidad	Suspensión de recortes	Bentonita
Impermeabilidad	Control de filtrado	Bentonita-Barita

5. Desarrollo de actividades

Actividad 1

- I. Primero se debe identificar la diferencia entre las arcillas, esto es sometiéndola con su medio portador el agua. Y ver la diferencia



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Nótese que la Bentonita absorbe agua por las características propias de las arcillas, por tal motivo se observa que se forman grumos en las arcillas.



Nótese que la Barita no absorbe agua porque es sulfato de bario, por tal motivo se observa que se lava de la mano.



- II. Se pesara la cantidad de Bentonita y Barita al gusto de los integrantes del equipo (lodo densificado), poniendo una hoja de papel sobre el platillo de la balanza.
- III. Pasos para preparar un lodo de perforación, estrictamente riguroso en ese orden.
 1. Recipiente cilíndrico: tener el recipiente chico a la mano con su respectiva tapa.
 2. Fase continua (agua): agregar 500 [ml] al recipiente.
 3. Sistema de agitación o dispersión: en este caso usaremos la espátula
 4. Bentonita
 5. Barita



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

- IV. Se realizara una comparación de las propiedades de los lodos preparados por cada equipo.

Equipos	Volumen de agua (ml)	Masa de agua (g)	Masa Bentonita (g)	Masa Barita (g)

Actividad 2

- I. Se preparara un lodo bentonítico, (agua y bentonita), a 6%, 7%, 8% y 10%, respectivamente por equipo.
- II. Se pesara la cantidad de Bentonita al porcentaje indicado respecto a la masa del agua, poniendo una hoja de papel sobre el platillo de la balanza.
- III. Pasos para preparar un lodo de perforación, estrictamente riguroso en ese orden.
 1. Recipiente cilíndrico: tener el recipiente grande a la mano con su respectiva tapa.
 2. Fase continua (agua): agregar 2000 [ml] al recipiente.
 3. Sistema de agitación o dispersión: en este caso usaremos la espátula
 4. Bentonita
- IV. Se realizara una comparación de las propiedades de los lodos preparados por cada equipo.
- V. Anotar sus datos y observaciones en la tabla siguiente.



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Equipo	% Bentonita	Volumen de agua (ml)	Masa de agua (g)	Masa de Bentonita
	6			
	7			
	8			
	8			
	10			

6. Observaciones y Conclusiones

Observaciones.	Conclusiones.
-----------------------	----------------------



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

7. Anexos

Preguntas de razonamiento.

Instrucciones: escriba dentro del paréntesis de la columna derecha el número que corresponda de la columna izquierda.

- | | | |
|---|-----|--|
| 1.- Mantener controlada la presión de formación. | () | La corriente del fluido arrastra a su paso sólidos como arena, cemento o fierro. |
| 2.- Acarreo de recortes a la superficie | () | Coloides. |
| 3.- Suspensión de recortes al detenerse la circulación. | () | Mezcla coloidal. |
| 4.- Formación de enjarre. | () | Función que se logra en base al fenómeno físico llamado: Tixotropía. |
| 5.- El tipo de mezcla que es el lodo de perforación. | () | Sirve para impedir que los fluidos penetren al yacimiento. |
| 6.- Partículas suspendidas en un medio continuo. | () | Se logra con la presión hidrostática. |
| 7.- Fase continúa. | () | Medio portador |
| 8.- Fase dispersa. | () | Partículas dispersas. |

Actividades complementarias

1. Realizar un dibujo que le permita explicar fácilmente las cuatro principales funciones de los fluidos de perforación relacionado a estas prácticas.
2. Comente con sus compañeros sobre las fallas de los fluidos en la realización de estas funciones.
3. Haga un dibujo del proceso que hizo.



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Densidad de Líquidos.

N° de práctica: 2

Nombre completo de los alumnos		Firma
N° de brigada:	Fecha de ejecución:	Grupo:
Calificación:	Profesor:	

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Rubén Miranda Arias	Quim. Rosa de Jesús Hernández Álvarez Dra. Martha Leticia Cecopieri Gómez	Ing. Héctor Erick Gallardo Ferrera	1 de febrero de 2016



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

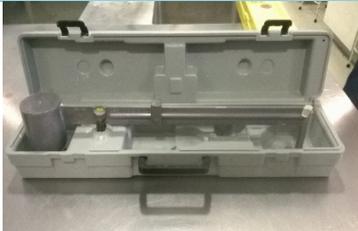
1. Seguridad en la ejecución

	Peligro	Riesgo asociado
1	Manejo de herramienta	Lesión de manos, cabello
2	Manejo de líquidos	Humedad y manchas en la ropa
3		

2. Objetivos de aprendizaje

- I. **Objetivos generales:** Conocer y determinar la importancia y trascendencia de la densidad de los fluidos de perforación mediante el uso de la balanza.
- II. **Objetivos específicos:** Calcular la densidad de los lodos de la práctica anterior.

3. Recursos a emplear

Nombre	Imagen	Nombre	Imagen
Lodo preparado: Lodos que se preparan en la práctica anterior.		Balines: Utilizados para hacer la calibración de la balanza de lodos.	
Balanza de lodos: Equipo de medición de densidad.	 	Dispensor: Motor eléctrico operado con elevador de voltaje, transfiere la potencia por un eje, y tiene alabes para dispersar.	



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

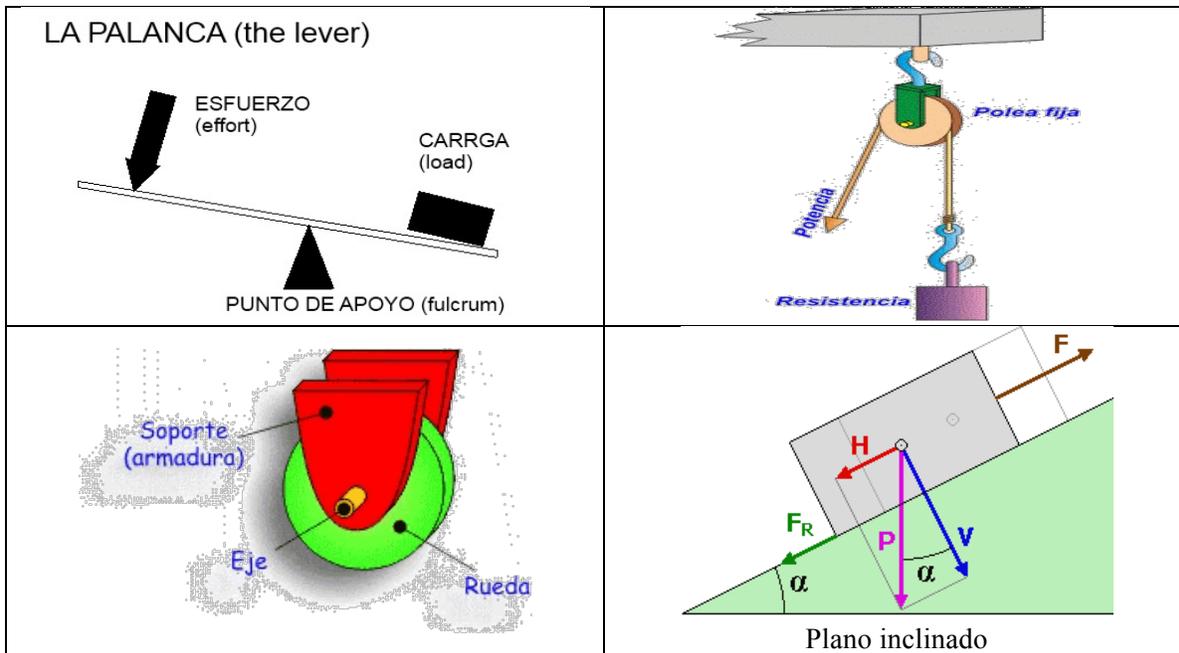
4. Fundamento Teórico

Densidad: Es la masa de un material en relación al volumen que ocupa. Conocer la densidad del fluido es probablemente una de las propiedades más importantes, ya que gracias a su correcto manejo se logra el manejo, el control de un pozo y manteniendo la presión hidrostática igual o ligeramente mayor que la presión de formación.

- Un volumen de fluido densificado pesa más que el mismo volumen de agua, ya que el fluido densificado contiene otras partículas que lo hacen más pesado, como la barita. Algunas partículas se añaden precisamente para hacerlo más denso y por esto se llaman: material densificante.
- Por otra parte, el avance tecnológico en la construcción de estructuras civiles (edificios y puentes y la necesidad de que estos sean ligeros y resistentes), han aportado nuevos materiales posiblemente útiles en la fabricación de lodos, que en lugar de subir la densidad, la bajan, pesando menos que el mismo volumen de agua.

Máquinas simples: son máquinas que poseen un solo punto de apoyo, las máquinas simples varían según la ubicación de su punto de apoyo. El objetivo de ella es transmitir e incrementar el efecto de una fuerza al mover un objeto y así disminuir el esfuerzo con que se realiza. En una máquina simple se cumple la ley de la conservación de la energía: «la energía ni se crea ni se destruye; solamente se transforma»

Clasificación



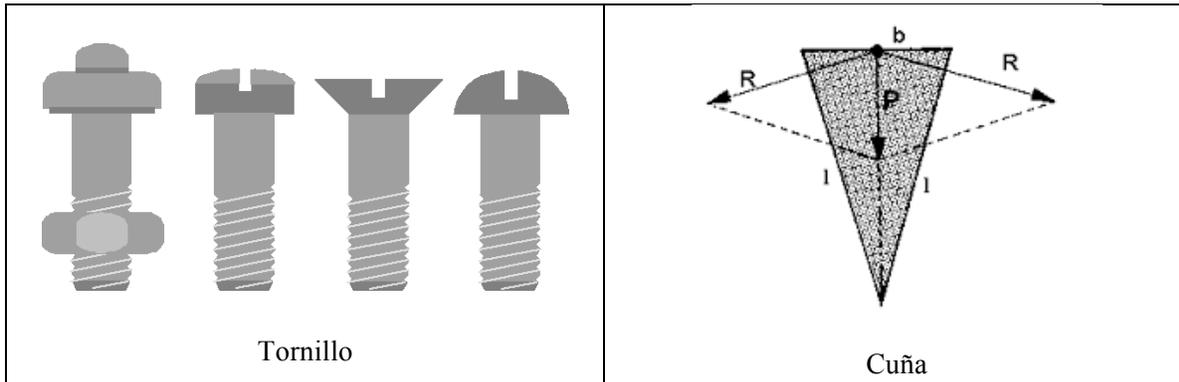


Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera



Dentro de estas máquinas se pueden utilizar unos principios para desarrollar equipos de medición, estos como la masa, que con una suerte de palanca en forma de balancín podemos comparar la masa de un objeto a medir y una masa ya conocida (balanza de granataria).

La densidad es una medida de cuánto material se encuentra comprendido en un espacio determinado; es la cantidad de masa por unidad de volumen.

Equipos de medición de densidad de un fluido de perforación

Balanza de Lodos

Consta de una base de soporte en la cual descansa un brazo graduado con una copa y su tapa con orificio de purga, un punto de apoyo en filo de cuchilla, nivel, un pilón corredizo y un contrapeso.

El brazo graduado tiene cuatro escalas:

- En una cara
 - Libras por galón (lb/gal) en escala de 6 a 24 y se utiliza únicamente para determinar la densidad en sistema inglés.
 - Libras por pulgada cuadrada por mil pies (lb/pg/1000pie) y se utiliza para calcular el gradiente de presión del fluido.
- Cara opuesta
 - Libras por pie cubico (lb/pie³) que también es medida de densidad en el sistema inglés.
 - Gramos por centímetro cubico (g/cm³) con rango de 0.72 a 2.88 y se utiliza únicamente para determinar la densidad en el sistema métrico decimal.

Geo-presiones

Presión Hidrostática

- Es la presión ejercida por una columna de fluido sobre las paredes y el fondo del elemento que la contiene.



Manual de Prácticas

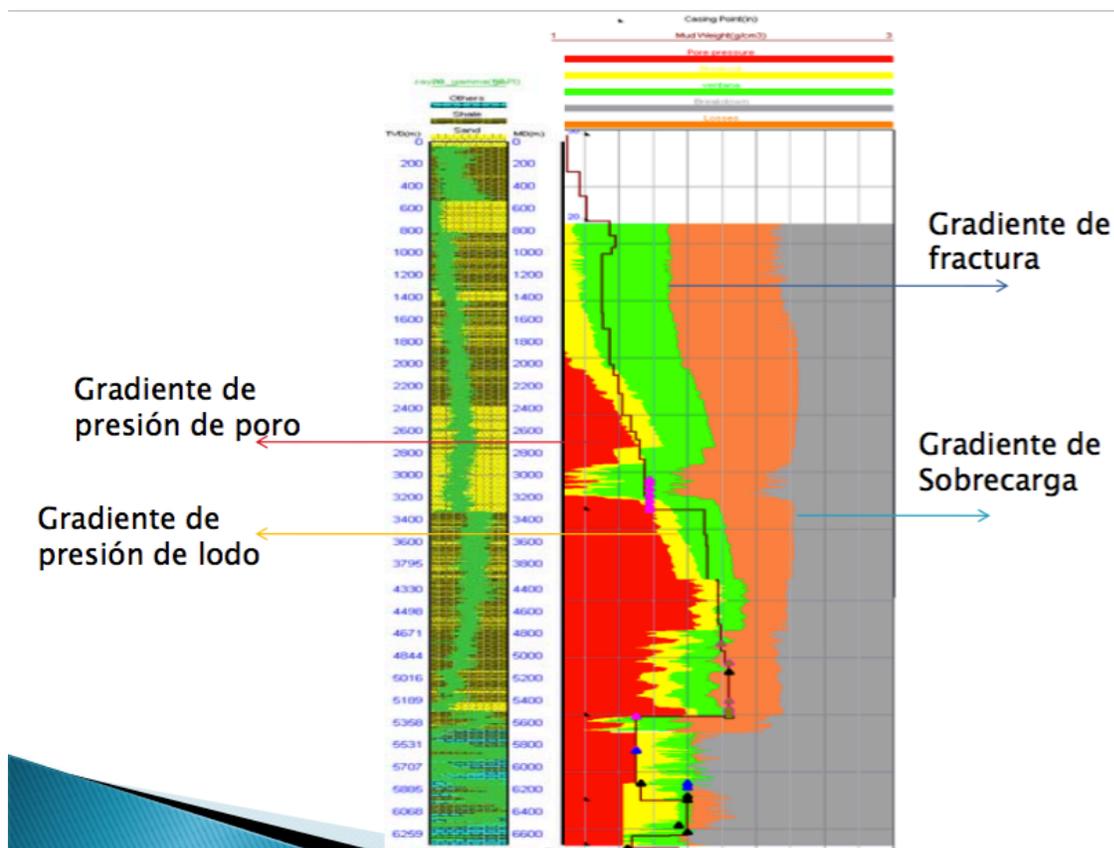
Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

- La PH generada por una columna de lodo, esta en función de la densidad promedio de un fluido y la profundidad vertical de la columna en un punto determinado.

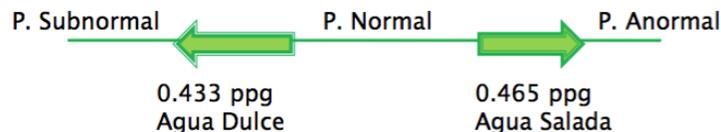
El gradiente de presión también llamado gradiente del fluido es la presión hidrostática ejercida por unidad de longitud vertical de un fluido de un peso determinado.



Ejemplo de un registro de densidad.

La presión de poro esta definida como la presión que actúa en los fluidos contenidos en los poros de la roca. Se clasifica en:

- Presión normal de formación
- Presión anormal de formación.





Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Cuando la presión de poro de la formación es aproximadamente igual a la presión hidrostática teórica para una determinada profundidad vertical. **El gradiente de presión normal** se encuentra generalmente entre 0.433 Psi/ft – 0.465psi/ft. La magnitud del gradiente de presión normal varia de cuerdo a la concentración de sales disueltas, tipo de fluido, gas y temperatura.

Agua de formación	Peso del fluido	Área de ejemplo
Agua dulce	8.3 ppg	Montañas rocallosas y continente medio.
Agua salobre	8.4 ppg	La mayoría de las cuencas sedimentarias en el mundo.
Agua salina	8.5 ppg	
Agua salina normal	8.7 ppg	Mar del Norte, mar del sur de China.
Agua salina	8.9 ppg	Golfo de México, USA
Agua salina	9.2 ppg	Algunas áreas del golfo de México.

Gradientes promedio de presión de poro de formación normal.

La presión anormal de formación es mayor que la presión normal (>0.465 ppg), también es conocida como sobre-presionada y algunas veces Geo-presurizada. Las presiones de formación anormalmente altas son causadas por:

- La subcompactación de lutitas
- Diagénesis de arcilla
- Actividad tectónica (fallas, domos salinos, etc)
- Diversas características estructurales (roca impermeable sobre un yacimiento de gas)

La presión subnormal, es cualquier presión de formación menor que la presión hidrostática del fluido de poro correspondiente. Entre las causas de las presiones de formación subnormales se encuentran:

- Los yacimientos despresurizados
- Reducción en la temperatura en un sistema de fluidos aislado
- Actividad tectónica entre otros.

5. Desarrollo de actividades

Actividad 1: Calibración de la balanza



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

- I. Llene la copa con agua dulce
- II. Coloque la tapa, cuidando se elimine el aire por el orificio de purga.
- III. Seque la copa
- IV. Deslice el pilón corredizo a 1.00 (g/cm³) colocando en el apoyo de cuchilla de la balanza en el soporte de apoyo.
- V. Si el pilón y la copa no se equilibran preferentemente en posición de nivel, quite el tornillo que se encuentra en el contrapeso del brazo graduado, agregue o retire balines en la cámara de calibración.

Actividad 2: Procedimiento para medir la densidad

Una vez que la balanza ha sido calibrada correctamente:

- I. Llene la copa de la balanza con el fluido de perforación densificado.
- II. Coloque la tapa y asíéntela firmemente con lentitud, girándola y asegurándose que el excedente del fluido salga por el orificio de purga.
- III. Tape el orificio con un dedo, lave y seque el exterior de la copa y también el brazo graduado si este se manchó de lodo.
- IV. colocando en el apoyo de cuchilla de la balanza en el soporte de apoyo y mueva el pilón corredizo a lo largo del brazo.
- V. Repita del paso uno al cuatro pero ahora con el lodo bentonítico.

Equipo	Volumen de agua (ml)	Masa de agua (g)	Masa Bentonita (g)	Masa Barita (g)	Densidad fluido densificado (g/cc)



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Equipo	% Bentonita	Volumen de agua (ml)	Masa de agua (g)	Masa Bentonita (g)	Densidad fluido Bentónico (g/cc)
	6				
	7				
	8				
	8				
	10				

6. Observaciones y Conclusiones

Observaciones.	Conclusiones.
-----------------------	----------------------



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

7. Anexos

Preguntas de razonamiento.

Instrucciones: escriba dentro del paréntesis de la columna derecha el número que corresponda de la columna izquierda.

- | | |
|--|-----------------------|
| 1.- Es la densidad de un material en relación a la densidad del agua. | () Palanca. |
| 2.- Es la masa de un material en relación a su volumen. | () Balanza de lodos. |
| 3.- Es la medida de la resistencia interna al flujo, que tiene un líquido. | () Densidad. |
| 4.- Ejemplo de maquina simple. | () Viscosidad. |
| 5.- Equipo para la medición de densidad. | () Peso específico. |

Actividades complementarias

1. Realizar un dibujo que le permita explicar fácilmente las cuatro principales funciones de los fluidos de perforación relacionado a estas prácticas.
2. Comente con sus compañeros sobre las fallas de los fluidos en la realización de estas funciones.
3. Haga un dibujo del proceso que hizo.



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Densidad de sólidos.

N° de práctica: 3

Nombre completo de los alumnos		Firma
N° de brigada:	Fecha de ejecución:	Grupo:
Calificación:	Profesor:	

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Rubén Miranda Arias	Quim. Rosa de Jesús Hernández Álvarez Dra. Martha Leticia Cecopieri Gómez	Ing. Héctor Erick Gallardo Ferrera	1 de febrero de 2016



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro	Riesgo asociado
1	Manejo de herramienta	Lesión de manos, cabello
2	Manejo de líquidos	Humedad y manchas en la ropa
3		

2. Objetivos de aprendizaje

- I. **Objetivos generales:** Determinar, conocer la importancia y trascendencia de la densidad de materiales y su trascendencia en las operaciones de perforación.
- II. **Objetivos específicos:** Determinar la Densidad de la Barita y de la Bentonita.

3. Recursos a emplear

Nombre	Imagen	Nombre	Imagen
Bentonita: Arcilla.		Barita: Densificarte.	
Matraz de Le'Chatelier: Recipiente de cristal.		Espátula: Utensilio para manejar sustancias pulverizadas, con mango de madera y cuerpo de acero inoxidable sin filo y redondeado.	



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Balanza:

Dispositivo mecánico para medir la cantidad de materia en relación a su masa y la gravedad



Diésel: Líquido de control no reactivo con las arcillas.



4. Fundamento Teórico

Definición de la densidad de sólidos, líquidos y gases, y su importancia en cualquier industria.

Densidad de líquidos, estos son muy fáciles de medir debido a que su volumen depende del recipiente que lo contiene, y de ahí se puede medir su masa con algún tipo de balanza o báscula, de tal manera que podemos obtener fácilmente su densidad.

Densidad de gases, este por la expansión y compresión de los gases, debe medirse en un tanque cerrado a ciertas condiciones de presión y temperatura dadas y conociendo la composición del gas utilizado, de tal manera que, y mediante la utilización de la ecuación de gases ideales se puede calcular su densidad; y dado que las condiciones no ideales del gas se pueden usar la ecuación de gases reales.

Densidad de sólidos, estos, para medir esta propiedad intensiva, dependerá de la geometría del sólido, su porosidad y permeabilidad aunque hablemos de cualquier objeto sólido. Si el material a medir es de geometría regular, se puede obtener un volumen aproximado y solo restaría medir su masa.

El reto es para medir la densidad de cuerpos irregulares. Para poder medir se utiliza el método de Arquímedes para el volumen específico y el principio de flotación.

Principio de Arquímedes, principio de Chateliere

El principio de Arquímedes establece que todo cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido experimenta una fuerza ascendente o empuje igual al peso de fluido desplazado:

$$\text{Empuje} = \text{Peso de fluido desplazado}$$

$$E = \rho V d g$$

Donde

Vd es el volumen de fluido desplazado, ρ es su densidad y g es la aceleración de la gravedad.



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

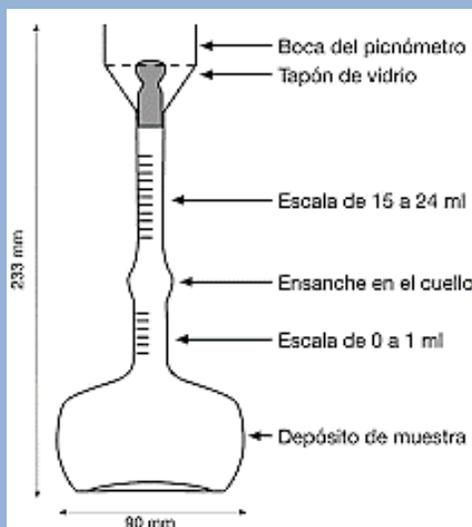
División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Herramientas de medición de la densidad en diferentes fases de la materia

- El densímetro, que permite la medida directa de la densidad de un líquido: Instrumento graduado para medir la densidad de un líquido, que está basado en el principio de Arquímedes.
- El picnómetro, que permite la medida precisa de la densidad de sólidos: Recipiente de pequeñas dimensiones que se usa para determinar la densidad de un sólido o de un líquido.
- líquidos y gases (picnómetro de gas): Recipiente de pequeñas dimensiones que se usa para determinar la densidad de un sólido o de un líquido. Este requiere de un dispositivo electrónico para que mida la densidad en una gráfica obtenida por diversas lecturas tomadas.
- La balanza hidrostática, que permite calcular densidades de sólidos: Una balanza hidrostática, o bilancetta, es un mecanismo experimental destinado al estudio de la fuerza de impulso ejercida por fluidos sobre los cuerpos en ellos inmersos. Este equipo como su nombre lo dice es una balanza, y su principio de las maquinas simples es un balancín, una suerte de palanca con apoyo al centro y en los extremos tiene platillos de carga para la medición. (muy diferente a la balanza de lodos).

Matraz de Chatelierre: bases de su funcionamiento y uso



La determinación del peso específico relativo consiste en establecer la relación entre una masa (gr) y el volumen (ml) de líquido que ésta masa desplaza en el matraz de Le Chatelier.

El matraz es un recipiente de cristal cuya forma y dimensiones aparecen definidas en la figura. Este recipiente está lleno de diésel, de tal suerte que el nivel este comprendido entre las divisiones 0 y 1 que se hallan en la parte inferior del cuello.



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

5. Desarrollo de actividades

- I. Llenar el matraz con diésel hasta un punto comprendido entre las marcas 0 ml y 1 ml. Secar la parte del matraz manchado con este. Tome este punto en cuenta porque el nivel de aforo será restado del volumen total que medirá al final de la prueba.
- II. Con el uso de la balanza pesar el matraz con el aforo de diésel y la tapa del matraz.
- III. De la arcilla asignada por el profesor, sea barita o bentonita, la introducirá dentro del matraz con ayuda de un embudo de papel, esta tiene que llegar hasta la siguiente escala después de la burbuja.
- IV. Cuando esté agregando la arcilla, es necesario que lo agregue en pocas cantidades, debido a que el matraz es susceptible a taparse. La burbuja es para purgar, solo tendrá que sujetarlo firmemente y ligeramente golpear su base con un colchón de trapos para que el diésel lave el matraz de la arcilla y este decante.
- V. Si se tapa excesivamente es necesario utilizar una varilla de vidrio para destaparla.
- VI. Cuando sea visible la medición, tapara el matraz con su respectivo tapón.
- VII. Pese el matraz aforado con la masa de la arcilla y la tapa.
- VIII. Por ultimo haga la diferencia de las masa obtenidas, hasta que el diésel se encuentre totalmente traslucido medir el volumen obtenido considerando el menisco y el aforo que hizo en el punto uno.
- IX. Matemáticamente calcule la densidad.

Equipo	Nombre Arcilla	Masa de Matraz aforado (g)	Masa de matraz lleno (g)	Volumen desplazado (ml)	Masa de la arcilla (g)	Densidad de arcilla (g/cc)



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

6. Observaciones y Conclusiones

Observaciones.	Conclusiones.

7. Anexos

Preguntas de reflexión

1. ¿En dónde se afora el matraz y con qué material líquido lo hace?
2. ¿Por qué es importante esta prueba?
3. ¿Por qué se utiliza diésel y no agua?
4. Si el matraz fuera recto, es decir que no tuviera la burbuja purgadora ¿Qué pasaría?
5. ¿Cree que sería apropiado medir la masa de la arcilla antes de agregarla al sistema del matraz y el diésel? ¿Por qué?

Actividades complementarias

1. Realizar un dibujo que le permita explicar fácilmente las cuatro principales funciones de los fluidos de perforación relacionado a estas prácticas.
2. Comente con sus compañeros sobre las fallas de los fluidos en la realización de estas funciones.
3. Haga un dibujo del proceso que hizo.



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Elaboración de un fluido base acuosa de naturaleza arcillosa en base a la aplicación de la ecuación que rige el balance de materia.

N° de práctica: 4

Nombre completo de los alumnos		Firma
N° de brigada:	Fecha de ejecución:	Grupo:
Calificación:	Profesor:	

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Rubén Miranda Arias	Quim. Rosa de Jesús Hernández Álvarez Dra. Martha Leticia Cecopieri Gómez	Ing. Héctor Erick Gallardo Ferrera	1 de febrero de 2016



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro	Riesgo asociado
1	Manejo de herramienta	Lesión de manos, cabello
2	Manejo de líquidos	Humedad y manchas en la ropa
3		

2. Objetivos de aprendizaje

- I. **Objetivos generales:** Determinar, conocer, analizar y determinar la importancia y trascendencia de una ecuación de balance de materia para el diseño y elaboración de un lodo de perforación.
- II. **Objetivos específicos:** Preparar un lodo de perforación diseñando sus propiedades.

3. Recursos a emplear

Nombre	Imagen	Nombre	Imagen
Agua: Agua tratada obtenida del grifo.		Recipiente grande: Recipiente de plástico, transparente, cilíndrico, con capacidad de 3 [L].	
Dispensor: Motor eléctrico operado con elevador de voltaje, transfiere la potencia por un eje, y tiene alabes para dispersar.		Espátula: Utensilio para manejar sustancias pulverizadas, con mango de madera y cuerpo de acero inoxidable sin filo y redondeado.	

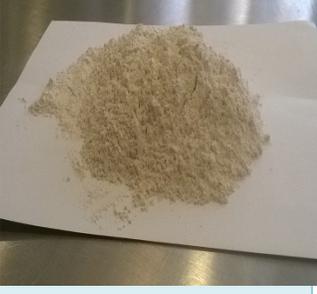


Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

<p>Bentonita: Arcilla.</p>		<p>Barita: Densificarte.</p>	
<p>Balanza de lodos: Equipo de medición de densidad.</p>		<p>Balanza: Dispositivo mecánico para medir la cantidad de materia en relación a su masa y la gravedad.</p>	
<p>Probeta de 1000 (ml)</p>			

4. Fundamento Teórico

Deducción de ecuaciones que rigen la integración la materia de sólidos y líquidos en base de la densidad de acuerdo al balance de materia.

$$\rho_l = \frac{M_l}{V_l}$$

$$\rho_l = \frac{M_w + M_{Bnt} + M_{Bar}}{V_w + V_{Bnt} + V_{Bar}}$$



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Donde:

- ρ es la densidad
- M es la masa
- V es el volumen
- Los siguientes subíndices representan
 - l se refiere al lodo
 - **Bnt** se refiere a la Bentonita
 - **Bar** se refiere a la Barita
 - w se refiere al agua

La última ecuación de densidad que se tiene, tendrá dos incógnitas, debido a que el diseño de lodo se determinara dependiendo de la densidad que se requiera, el volumen que se necesite y el rango de viscosidad que se desee manejar. Por lo tanto la densidad la conoceremos, el volumen de agua también, por densidad conocemos la masa del agua.

Respecto a la bentonita, esta se maneja en porcentajes a la masa, (6%, 7%, 8% y 10%), esto quiere decir que si unamos 1 litro de agua, que son 1000 gramos, el 8% de los 1000 gramos 80 gramos de bentonita, conociendo la densidad de la bentonita que es de $2.15 \left[\frac{g}{cc} \right]$ podemos determinar el volumen de la bentonita.

Para el caso de la barita la masa y el volumen son nuestras incógnitas, requerimos una ecuación más para resolverlo. Sabemos que:

$$\frac{M_{Bar}}{V_{Bar}} = \rho_{Bar} = 3.6 \left[\frac{g}{cc} \right]$$

Despejaremos el volumen, debido a que ese es difícil de medir, quedara:

$$V_{Bar} = \frac{M_{Bar}}{\rho_{Bar}}$$

$$\rho_l = \frac{M_w + M_{Bnt} + M_{Bar}}{V_w + V_{Bnt} + \frac{M_{Bar}}{\rho_{Bar}}}$$

Despejando la masa de la Barita se tiene:

$$\rho_l \left(V_w + V_{Bnt} + \frac{M_{Bar}}{\rho_{Bar}} \right) = M_w + M_{Bnt} + M_{Bar}$$

$$\rho_l \left(V_w + V_{Bnt} + \frac{M_{Bar}}{\rho_{Bar}} \right) - M_{Bar} = M_w + M_{Bnt}$$

$$\rho_l \left(\frac{M_{Bar}}{\rho_{Bar}} \right) - M_{Bar} = M_w + M_{Bnt} - \rho_l (V_w + V_{Bnt})$$

$$M_{Bar} \left[\frac{\rho_l}{\rho_{Bar}} - 1 \right] = M_w + M_{Bnt} - \rho_l (V_w + V_{Bnt})$$



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

$$M_{Bar} = \frac{M_w + M_{Bnt} - \rho_l(V_w + V_{Bnt})}{\left[\frac{\rho_l}{\rho_{Bar}} - 1\right]}$$

Hay más de esta forma de resolver esta ecuación con 2 incógnitas, que son muy similares, con esta podremos determinar la masa, y con la densidad que tenemos calcularemos el volumen.

Fundamentos para la evaluación de la densidad

Las necesidades humanas, enfocada a cualquier área industrial tiene la más grande necesidad de determinar de la densidad de los materiales, productos, materias primas, alimentos que maneja o productos terminados. Esto es para su manejo, control, transporte y almacenamiento de cualquiera de estos.

De lo que podemos hablar de líquidos, como: bebidas, combustibles, agua (derivada de cualquier proceso industrial, o para beneficio humano), aceites, alcoholes, etc. Necesitan ser bombeados por tuberías, almacenados en tanques, transportados en tanques, etc. Por tal motivo es necesario manejar la densidad real, que cuando entra en movimiento se convierte en densidad equivalente de bombeo; con esto se tendrán que diseñar la eficiencia de las bombas, calibre y diámetro de tuberías; ubicación, espesor y capacidad de los tanques al igual que su geometría.

Para los sólidos pulverizados es semejante para su almacenamiento al de los líquidos, estos se transportan en cajas de camiones o en sacos de un peso ideal a la venta y su diseño dependerá de la densidad del material que se está manejando. Estos pueden ser: cementos, barita, bentonita, materiales de construcción, materias primas plásticas, granos (arroz, trigo, maíz, frijol, etc.), etc.

Para los gases dependerá de las condiciones de presión y temperatura que se maneja, hay algunos que son licuados a bajas temperaturas y altas presiones convirtiéndolos en líquidos, esto para su mejor manejo, esto lo abordaran mejor en las materias de yacimientos de gas y conducción y manejo de los hidrocarburos.

Problemas ocasionados a la densidad

- Pegamiento de tuberías
- Inestabilidad del agujero
- Perdidas de circulación

5. Desarrollo de actividades

- I. Calcular la masa de la bentonita al porcentaje (%) en masa (M) en relación a 2000 [ml] de agua y/o 2000 [g].
- II. Calculara la masa de la barita con la ecuación de balance de materia que en el la explicación del tema se despejo.



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

- III. Pesar las masas de las arcillas según los resultados obtenidos.
- IV. Con ayuda de la probeta de capacidad de un litro llenar recipiente cilíndrico de plástico con 2000 [ml] de agua.
- V. Llevar el recipiente con agua al dispersor electromecánico.
- VI. Agitar el agua **sin ninguna arcilla**.
- VII. Se agrega a la agitación la bentonita ya pesada.
- VIII. Esperar unos 3 minutos de agitación.
- IX. Se agrega a la mezcla en agitación la barita ya pesada.
- X. Esperar unos 5 minutos de agitación o hasta que la mezcla se vea homogénea y refleje un tono nacarado con la luz.
- XI. Calibrar la balanza de lodos como la practica 2.
- XII. Medir la densidad y compararla con la densidad teórica.

Equipo	% Bentonita	Agua		Bentonita		Barita		Densidad (g/cc)		Densidad lodo bentonítico
		(ml)	(g)	(ml)	(g)	(ml)	(g)	Teórica	practica	
	6									
	7									
	8									
	8									
	10									

6. Observaciones y Conclusiones

<p>Observaciones.</p>	<p>Conclusiones.</p>
------------------------------	-----------------------------



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

--	--

7. Anexos

Preguntas de reflexión

1. ¿Por qué se tiene que llevar estrictamente este orden en la preparación?
2. ¿Cuáles son las funciones y propiedades de un lodo de perforación?
3. ¿Qué arcilla proporciona la viscosidad en el lodo de perforación?
4. ¿Con que otro material se puede densificar el lodo de perforación?
5. ¿Qué tipos de agua son utilizables?
6. Para una formación arenosa con alta presión ¿el lodo que preparo será útil? De las arcillas usadas ¿cuál de estas le agregaría más? O en su diseño ¿Cuál le pondría menos?
7. Haciendo las mismas consideraciones de la pregunta anterior, ¿Cómo manejaría un intervalo de calizas naturalmente fracturadas y con baja si se sabe que la presión es baja respecto al intervalo anterior?

Actividades complementarias

1. Realizar un dibujo que le permita explicar fácilmente las cuatro principales funciones de los fluidos de perforación relacionado a estas prácticas.
2. Comente con sus compañeros sobre las fallas de los fluidos en la realización de estas funciones.
3. Haga un dibujo del proceso que hizo.



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Determinación de los efectos del pH en la alcalinidad de un fluido de perforación.

N° de práctica: 5

Nombre completo de los alumnos		Firma
N° de brigada:	Fecha de ejecución:	Grupo:
Calificación:	Profesor:	

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Rubén Miranda Arias	Quim. Rosa de Jesús Hernández Álvarez Dra. Martha Leticia Cecopieri Gómez	Ing. Héctor Erick Gallardo Ferrera	1 de febrero de 2016



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro	Riesgo asociado
1	Manejo de herramienta	Lesión de manos, cabello
2	Manejo de líquidos	Humedad y manchas en la ropa
3	Manejo de sustancias alcalinas	Irritación en la piel, ojos y boca

2. Objetivos de aprendizaje

- I. **Objetivos generales:** Establecer el valor requerido del pH en un Fluido de Perforación y los requerimientos durante la perforación.
- II. **Objetivos específicos:** Hacer uso de indicadores cualitativos de la alcalinidad

3. Recursos a emplear

Nombre	Imagen	Nombre	Imagen
Dispensor: Motor eléctrico operado con elevador de voltaje, transfiere la potencia por un eje, y tiene alabes para dispersar.		Lodos que se prepararon en prácticas anteriores.	
Fenolftaleína Indicador de pH		Papel indicador de pH Nos indicara con mayor certeza el valor de pH	



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Probeta de 10 [ml],
con: sosa al 15%
sistema acuoso



Balanza de
lodos: **Equipo
de medición de
densidad.**

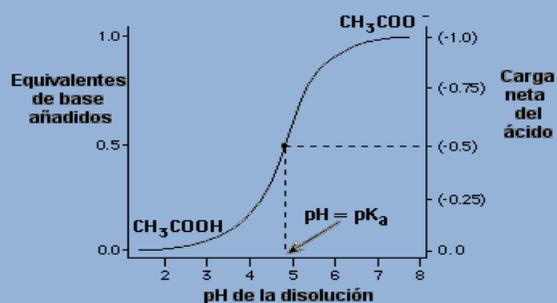


4. Fundamento Teórico

Potencial de hidrogeno

Cuando se prepara un fluido de perforación base agua, el conjunto de sustancias que se mezclan para lograr las propiedades de la densidad, viscosidad y gelatinosidad que se requiere, producen reacciones químicas cuyo resultado es un fluido Ácido o Alcalino.

El potencial de hidrógeno, pH, es el término que nos indica la concentración de iones hidrógeno en una mezcla. Se trata de una medida de la acidez o alcalinidad. En la gráfica podemos ver su comportamiento de la adición de iones hidrogeno.



La Acidez o Alcalinidad de un fluido de control influye dramáticamente en las propiedades estáticas y de flujo, en la resistencia del gel, en el control de la corrosión, en el rendimiento de las arcillas, en las pérdidas de filtrado, etc. Como ejemplo: usted ha observado que si se le pone sosa en estado puro esta se dañara, debido a su gran Alcalinidad y cuando le cae Ácido a un metal este también se daña. Se sabe que las sustancias alcalinas como la cal comercial, reaccionan produciendo calor (reacción exotérmica), y las sustancias ácidas, desasociando las moléculas del material con quien entra en contacto.

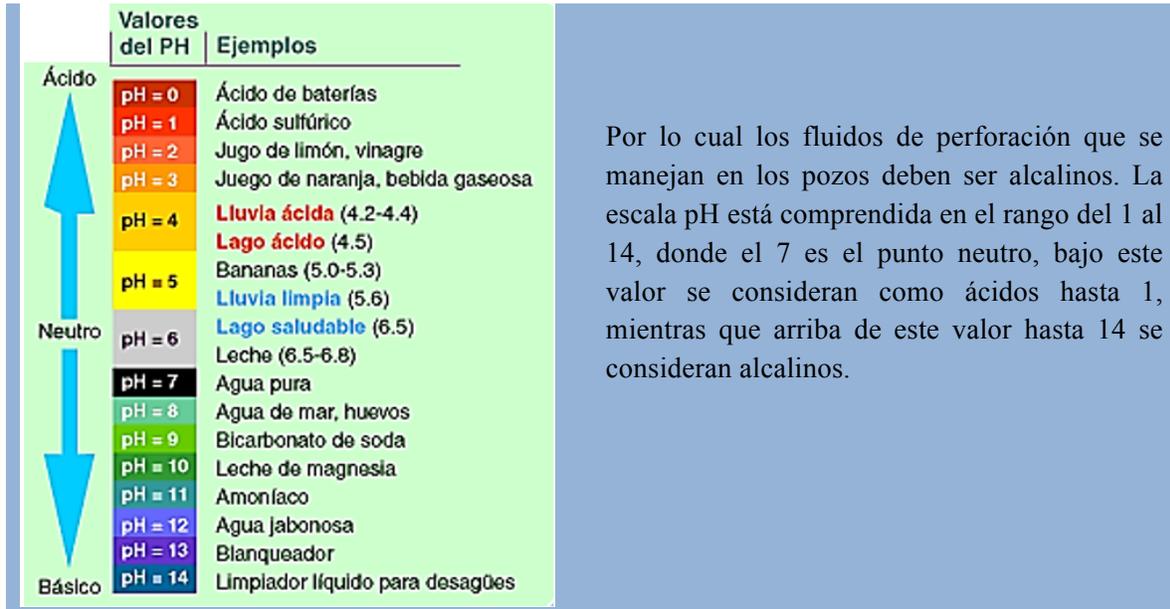


Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera



En esta escala los lodos de perforación deben encontrarse de 8 a 11 para que tengan una buena eficiencia, y se alcalinizan con “sosa” (NaOH, sustancia monovalente) con una concentración del 15% en una mezcla acuosa, se recomienda usar “cal” (CaO, sustancia divalente) por ser sustancia divalente neutralizando en su totalidad y siendo una reacción irreversible con el ácido sulfhídrico (H₂S, sustancia divalente) también divalente, esto debido a sus cargas.

Superficie específica

La superficie específica de un área superficial de una bentonita, se define como el área de la superficie externa, más el área de la superficie interna de las partículas constituyentes, por unidad de masa, esta se expresa en m²/g.

Capacidad de absorción

La capacidad de absorción de una partícula está directamente relacionada con las características texturales (superficie específica y porosidad) y se puede hablar de dos tipos de procesos que difícilmente se dan en forma aislada:

- ABSORCIÓN: Cuando se trata fundamentalmente de procesos físicos como la retención por capilaridad.
- ADSORCIÓN: Cuando existe una interacción de tipo químico entre el adsorbente, en este caso la bentonita, y el líquido o gas adsorbido, denominado adsorbato.

La partícula de la bentonita es como una hojuela de serial, como hojuela de maíz, debido a que estas son micas. Cuando entra en contacto con el medio continuo, el agua, lo primero que hará es



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

absorber agua, esto es, que la partícula de la bentonita permita que el agua se extienda sobre toda su superficie, al igual que en la mayoría de sus cavidades debido a su irregularidad superficial.

La bentonita puede ser sódica o cálcica, esto es, que este conformado por sodio o calcio y que tengan iones positivos libres de estos, el agua alcalinizada permitirá la adsorción ocurra, esto es que abra una atracción de los iones hidrogeno negativos que se atraerán con los iones libres positivos de sodio o calcio, equilibrándose.

Este último proceso se puede explicar de esta manera: imaginemos que nuestra hojuela de bentonita sea sódica o cálcica es un imán, y que el agua con iones libres de hidrogeno es una limadura de hierro, observamos que la limadura se adhiere al imán por su campo magnético, ósea, la bentonita absorberá y adsorberá agua, cuando aumentamos el campo magnético de nuestro imán notaremos que se pegara más limadura de hierro, si aumentamos la alcalinidad del agua agregando “sosa” o “cal” la bentonita adsorberá más agua.

Hidratación e Hinchamiento

Cuando la arcilla seca entra en contacto con agua dulce, el espacio entre capas se expande y la arcilla adsorbe una gran “envoltura” de agua. La lámina de arcilla está cargada negativamente y una nube de cationes está relacionada con esta. Los cationes monovalentes como Na^+ producen una fuerza de atracción más débil, permitiendo que más agua penetre entre las láminas.

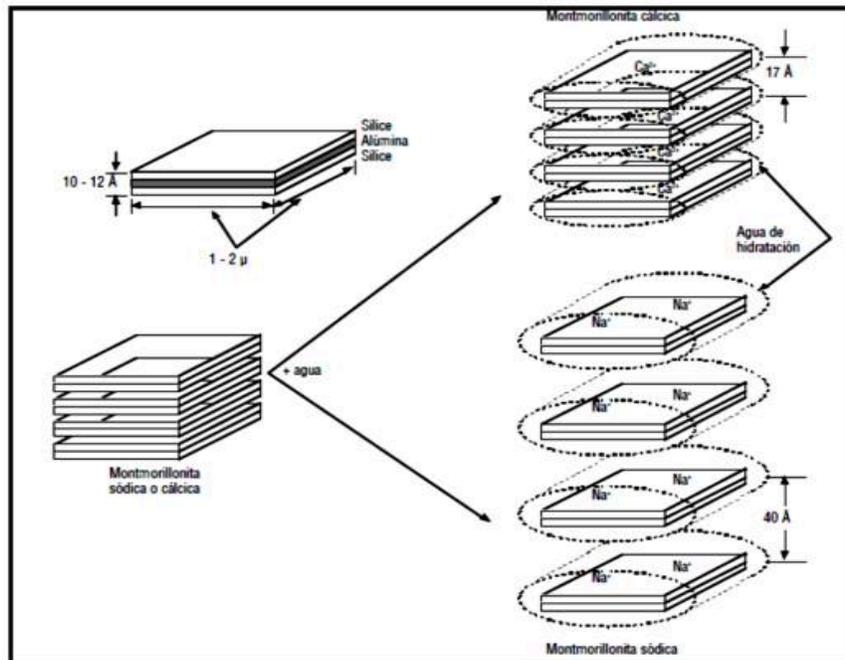


Figura 18. Comparación del hinchamiento para la montmorillonita cálcica y sódica.



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Descripción de los equipos utilizados para su evaluación

Un medidor de pH es simplemente un dispositivo para medir un rango potencial de "comportamientos" de una sustancia. No necesitas realmente medir la composición química, sino más bien una condición. Si no estás tratando de ver lo que hace que el agua, la sustancia en pH o cómo interactúa con otros elementos que la rodean.

Medidores e indicadores de pH: Hay cuatro tipos de medidores de pH

- **El medidor portátil** funciona como un medidor de batería de vehículos. En el extremo de un medidor de pH hay un electrodo. Cuando este electrodo se pone en contacto con una sustancia, esta acción genera una corriente eléctrica suave que se envía en el cuerpo del dispositivo.
- **Un lápiz/probador** funciona casi como una tira de pH. No es tan preciso como el medidor de pH portátil, y tienes que utilizarlo solo en líquidos.
- **De sobremesa.** básicamente, se parece a la portátil, pero es un poco más grande, y tiene que ser conectado a otro dispositivo, como una computadora, para que funcione correctamente.
- **Un medidor de pH en línea** es más avanzado y viene equipado con transmisores. Este dispositivo es utilizado comúnmente por los científicos en condiciones climáticas extremas, como en el Ártico. Luce como un reloj despertador.

Un indicador de pH es una sustancia que permite medir el pH de un medio. Habitualmente, se utilizan como indicador de las sustancias químicas que cambian su color al cambiar el pH de la disolución. El cambio de color se debe a un cambio estructural inducido por la protonación o desprotonación de la especie.



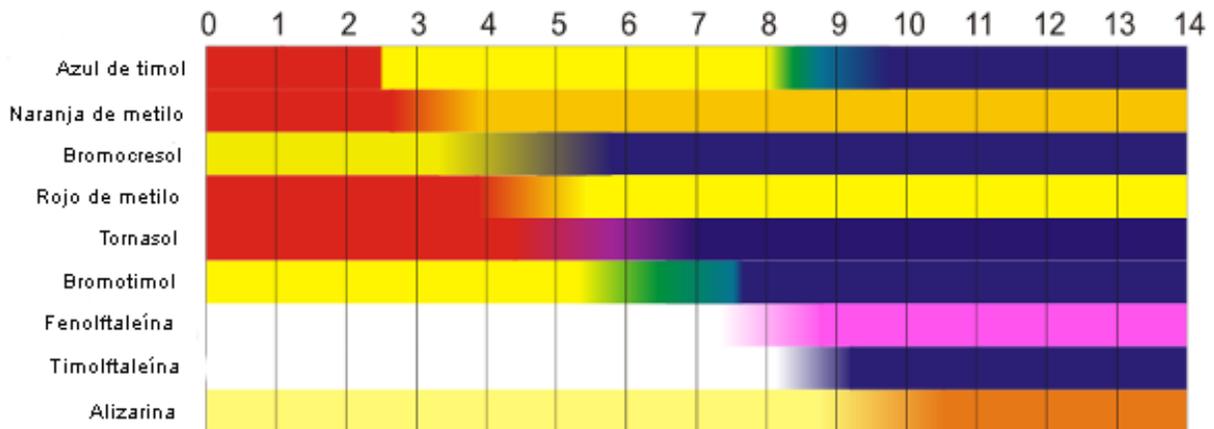


Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera



La **fenolftaleína** de fórmula ($C_{20}H_{14}O_4$) es un indicador de pH que en disoluciones ácidas permanece incoloro, pero en presencia de disoluciones básicas toma un color rosado con un punto de viraje entre $pH=8,2$ (incoloro) a $pH=10$ (magenta o rosado).

El **papel indicador de pH** es aquel que está impregnado de algunas sustancias químicas que ayudan a medir ciertas concentraciones de sustancias. El papel pH es utilizado mayormente en los laboratorios, ya que de éste se obtienen tiras para que estas se sumerjan en disoluciones químicas que le darán tonalidades y colores distintos al papel dependiendo del nivel de pH que éstas contengan. Las tiras de papel indicadoras de pH funcionan de la siguiente manera:

- La tira de papel indicadora se sumerge en alguna disolución química para su examinación
- Al paso de 10 o 15 segundos se podrá comparar el color que obtuvo con la de la escala de colores que mide el pH, de esta manera se sabe el nivel de la acidez o alcalinidad de una solución

5. Desarrollo de actividades

- I. Agitar el lodo densificado con ayuda del dispersor
- II. Realizar prueba con el embudo Marsh
- III. Nuevamente agitar el lodo densificado con ayuda del dispersor
- IV. Medir el pH del lodo densificado con papel pH
- V. Corroborar su pH con la Fenolftaleína, Agregar los 9 [ml] de sosa al 15%, observar lo que pasa.
- VI. Nuevamente medir el pH del lodo densificado con papel pH



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

- VII. Nuevamente Realizar prueba con el embudo Marsh
- VIII. Medir la densidad con la balanza de lodos
- IX. **Hacer los pasos del uno al ocho pero ahora con el lodo Bentonítico**

Equipos	% Bentonita	Lodo densificado			Lodo Bentonítico		
		Densidad (g/cc)	pH s/n alcalinizar	pH alcalino	Densidad (g/cc)	pH s/n alcalinizar	pH alcalino
	6						
	7						
	8						
	8						
	10						

6. Observaciones y Conclusiones

Observaciones.	Conclusiones.
-----------------------	----------------------



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

7. Anexos

Preguntas de reflexión.

Instrucciones: escriba en el paréntesis V si es verdadero o F si es falso

- Un fluido con pH 3 tiene un alto grado de alcalinidad ()
- Las formaciones son alcalinas ()
- A mayor viscosidad de un fluido corresponde un alto grado de acides ()
- La sosa inhibe el ácido sulfhídrico ()
- La sosa es monovalente ()
- La sosa da el color rosado en el lodo ()
- Puedo usar un medidor de pH electrónico ()
- La densidad cambia con la sosa ()
- Un fluido con pH 12 tiene un alto grado de acides ()
- El pH del agua de mar es neutro ()

Actividades complementarias

1. Realizar un dibujo que le permita explicar fácilmente las cuatro principales funciones de los fluidos de perforación relacionado a estas prácticas.
2. Comente con sus compañeros sobre las fallas de los fluidos en la realización de estas funciones.
3. Haga un dibujo del proceso que hizo.



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Embudo Marsh.

N° de práctica: 6

Nombre completo de los alumnos		Firma
N° de brigada:	Fecha de ejecución:	Grupo:
Calificación:	Profesor:	

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Rubén Miranda Arias	Quim. Rosa de Jesús Hernández Álvarez Dra. Martha Leticia Cecopieri Gómez	Ing. Héctor Erick Gallardo Ferrera	1 de febrero de 2016



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro	Riesgo asociado
1	Manejo de herramienta	Lesión de manos, cabello
2	Manejo de líquidos	Humedad y manchas en la ropa
3	Manejo de sustancias alcalinas	Irritación en la piel, ojos y boca

2. Objetivos de aprendizaje

- I. **Objetivos generales:** Determinar cualitativamente la viscosidad de un fluido mediante el uso del embudo Marsh.
- II. **Objetivos específicos:** Hacer interpretaciones de la viscosidad del fluido para las operaciones de perforación.

3. Recursos a emplear

Nombre	Imagen	Nombre	Imagen
Lodos que se prepararon en prácticas anteriores.		Agua: Agua tratada obtenida del grifo y agua de mar.	
Diésel: Líquido de control no reactivo con las arcillas.		Embudo Marsh: Cuenta con una jarrilla pero esta solo se usara con el diésel (y en campo)	



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

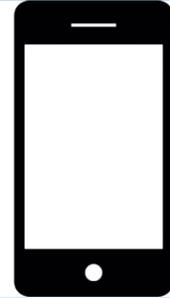
División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Probeta de 1000
(ml)



Cronometro de
celular



4. Fundamento Teórico

Ley de Newton para la viscosidad

Un fluido se diferencia de un sólido por su comportamiento cuando éste se somete a una fuerza. La fuerza aplicada tangencialmente se denomina esfuerzo cortante. Cuando a un fluido se le aplica un esfuerzo cortante, el fluido exhibe una resistencia al movimiento, conforme continua dicho el fluido tiende a deformarse. Posteriormente fluye y su velocidad aumenta conforme aumenta el esfuerzo crece.

La resistencia al movimiento relativo entre las capas adyacentes en el fluido es una de sus propiedades, es la viscosidad; se dice que se presenta un rozamiento entre capas de fluido. Las capas del fluido próximas a la placa sólida tienen velocidades más lentas que las alejadas debido a los procesos disipativos. Parte de la energía cinética que poseen las capas se transforma en calor.

Representando un fluido sea líquido o gas, que se encuentra contenido entre dos grandes láminas planas y paralelas, de área A , y que están separadas entre sí por una distancia pequeña Y . Supongamos que inicialmente el sistema se encuentra en reposo, $t < 0$, al aplicar la fuerza tangencial, al cabo del tiempo $t > 0$, la lámina inferior se pone en movimiento en dirección al eje X , con una velocidad constante v .

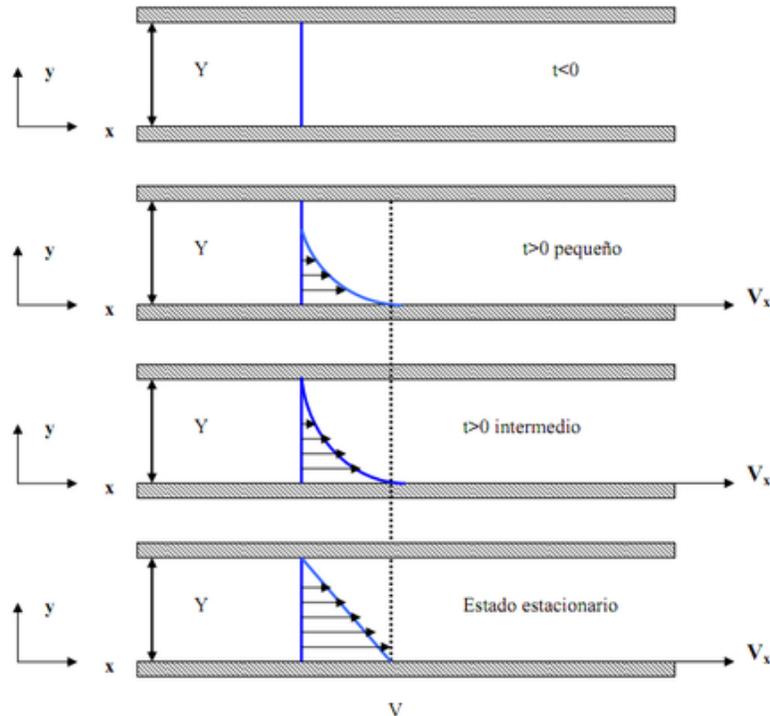


Manual de Prácticas

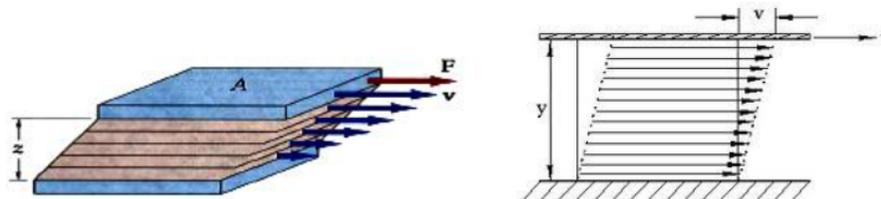
Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera



Para muchos fluidos se ha determinado en forma experimental que la fuerza tangencial F (Newton) aplicada a una placa de área A (m^2) es directamente proporcional a la velocidad u (m/s) e inversamente proporcional a la distancia Δy (m).



El **esfuerzo cortante** es: $F/A = \zeta$ (Newton/ m^2)

El término $(-dv/dy)$ se denomina velocidad de corte o de cizallamiento.

El factor de proporcionalidad es la viscosidad: μ

- La ley de viscosidad de Newton es:

$$\tau = \mu \frac{dv}{dy}$$



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Los fluidos que cumplen la expresión anterior se denominan Newtonianos. Para los fluidos Newtonianos **la viscosidad permanece constante a pesar de los cambios en el esfuerzo cortante**. Esto no implica que la viscosidad no varíe sino que la viscosidad depende de otros parámetros como la temperatura, la presión y la composición del fluido.

- Para los fluidos no newtonianos, la relación entre el esfuerzo cortante y la velocidad de cizalla no es constante, por lo tanto la viscosidad (μ) no es constante.

Definición: La viscosidad es la oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales, la oposición se debe a las fuerzas de cohesión moleculares. Se le denomina viscosidad absoluta.

Las unidades son: $[\mu]$: dina* s/m² o Poise

Viscosidad cinemática y sus formas

La viscosidad cinemática se define como el tiempo que demora en pasar el líquido de arriba hacia abajo debido a su propia masa. Se calcula mediante la ecuación: $\phi = \mu / \rho$.

Las unidades son: $[\phi] = \text{m}^2 / \text{s}$; $\text{cm}^2 / \text{s} = \text{Stokes}$

Viscosidad plástica: Un parámetro del modelo plástico de Bingham. PV es la pendiente de la línea de esfuerzo cortante/velocidad de corte arriba del umbral de fluencia plástica. Es la deformación que presenta un fluido antes de comenzar a fluir, es decir su punto de sedancia es alto.

Viscosidad efectiva: Es aquella viscosidad de un fluido Newtoniano que posee el mismo esfuerzo de corte a una misma tasa de corte.

La Velocidad de Corte: se define como la tasa de movimiento del fluido contenido entre dos superficies.

Viscosidad de embudo Marsh: El tiempo, en segundos, requerido para que un cuarto de galón de lodo fluya a través de un embudo de Marsh. No es la viscosidad verdadera, pero sirve como medida cualitativa de cuán espesa es la muestra de lodo. La viscosidad de embudo es útil sólo para comparaciones relativas.



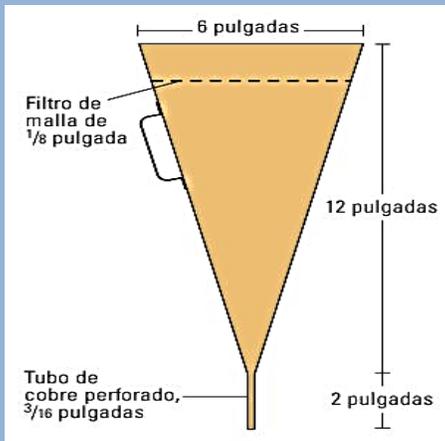
Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Embudo de Marsh



Un embudo de forma cónica, provisto de un tubo de diámetro pequeño en el extremo inferior a través del cual el lodo fluye bajo la presión de la gravedad. Una malla en la parte superior remueve las partículas grandes que podrían obstruir el tubo.

En el ensayo normalizado por el API para evaluar lodos a base de agua y a base de aceite, la medida de la viscosidad de embudo es el tiempo (en segundos) requerido para que un cuarto de lodo fluya fuera del embudo de Marsh hacia un vaso graduado. La viscosidad de embudo se expresa en segundos (para un cuarto de galón).

El agua sale del embudo en aproximadamente 26 segundos. El ensayo fue una de las primeras mediciones de lodos para uso en el campo. Simple, rápido e infalible, todavía sirve como un indicador útil de cambios en el lodo, mediante la comparación de las viscosidades de embudo de la muestra al entrar y al salir. Si las mediciones del embudo superan los 100 [s] la prueba podría indeterminarse por el asentamiento de las partículas.

Hallan N. Marsh de Los Ángeles publicó el diseño y uso de su viscosímetro de embudo en 1931 y vale la pena tomarse el tiempo para leer la discusión detallada, a menudo humorística, que le siguió. El Sr. Marsh era un técnico de lodos de pensamiento adelantado para su época, como puede verse en las siguientes palabras de su documento ante el AIME de 1931: "El tema del lodo suena tan simple, sin interés y sin importancia que no ha recibido la atención que merece, al menos en su aplicación a la perforación de pozos de petróleo.

De hecho, es uno de los temas más complicados, técnicos, importantes e interesantes en relación con la perforación rotativa." El Sr. Marsh fue citado por alguien que lo conocía como diciendo (parafraseado): "De todas las cosas que he hecho en tecnología de lodos me recuerdan por inventar este embudo."



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

5. Desarrollo de actividades

- I. Coloque el embudo de forma vertical y tape el orificio con un dedo
- II. A través de la malla coladora vierta la muestra de fluido hasta el ras de la malla, (esto evitara que pasen recortes a su interior y puedan obstruir la salida)
- III. Coloque la probeta graduada de 1000 [ml] abajo del embudo, (en campo se usa la jarrilla), a una distancia aproximada de 4[in] uno del otro, retire el dedo
- IV. Con el cronometro verifique los segundos que tarda en llenarse la probeta hasta el valor de 1000 [ml], desde que se retiró el dedo.
- V. Reporte en [s] el tiempo que tarda en escurrir 1000 [ml] de fluido
- VI. Repita los pasos del uno al cinco más de 3 veces, según su criterio, para obtener un tiempo promedio de escurrimiento del fluido
- VII. Repita los pasos del uno al seis para el agua dulce, diésel, lodo densificado y lodo Bentonítico, se hace la prueba a todos estos fluidos para realizar una comparación cualitativa.

Equipo	Tiempo Marsh (s)			% Bentonita	Lodo densificado		Lodo bentonítico	
	Agua (s)	Agua de mar (s)	Diésel (S)		s/n alcalinizar (s)	Alcalino (s)	s/n alcalinizar (s)	Alcalino (s)
				6				
				7				
				8				
				8				
				10				

6. Observaciones y Conclusiones



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Observaciones.

Conclusiones.

7. Anexos

Preguntas de reflexión

Instrucciones: escriba en el paréntesis V si es verdadero o F si es falso

- El embudo de Marsh da una viscosidad cuantitativa ()
- La viscosidad varia con el tiempo ()
- La viscosidad Marsh se puede indeterminar ()
- Los fluidos tapan el embudo ()
- La muestra del fluido se vierte por la malla ()
- La prueba da una viscosidad cinemática ()
- Se puede improvisar un embudo con una botella ()
- La prueba arrija resultados en [cp] ()
- La prueba de escurrimiento aplica para cualquier fluido ()
- No importa la distancia que existe entre la probeta y el embudo, mientras se realiza la prueba ()

Actividades complementarias

1. Realizar un dibujo que le permita explicar fácilmente las cuatro principales funciones de los fluidos de perforación relacionado a estas prácticas.
2. Comente con sus compañeros sobre las fallas de los fluidos en la realización de estas funciones.
3. Haga un dibujo del proceso que hizo.



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Contenido de Arena.

N° de práctica: 7

Nombre completo de los alumnos		Firma
N° de brigada:	Fecha de ejecución:	Grupo:
Calificación:	Profesor:	

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Rubén Miranda Arias	Quim. Rosa de Jesús Hernández Álvarez Dra. Martha Leticia Cecopieri Gómez	Ing. Héctor Erick Gallardo Ferrera	1 de febrero de 2016



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro	Riesgo asociado
1	Manejo de herramienta	Lesión de manos, cabello
2	Manejo de líquidos	Humedad y manchas en la ropa
3		

2. Objetivos de aprendizaje

- I. **Objetivos generales:** Conocer, analizar y determinar el porcentaje de sílice presente en el fluido de perforación mediante el uso del Elutiometro y los problemas operativos que se generan a partir de un porcentaje alto.
- II. **Objetivos específicos:** La cantidad de sílice en las arcillas que usamos en el lodo y las que se agregan durante la perforación.

3. Recursos a emplear

Nombre	Imagen	Nombre	Imagen
Dispensor: Motor eléctrico operado con elevador de voltaje, transfiere la potencia por un eje, y tiene alabes para dispersar.		Lodos que se prepararon en prácticas anteriores.	
Agua: Agua tratada obtenida del grifo y agua de mar.		Eluteometro: Sistema de medición de arenas	



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

4. Fundamento Teórico

¿Qué son las arcillas y cuál es su origen?

Son una gran familia de minerales complejos que contienen los elementos magnesio, aluminio, silicio y oxígeno (silicatos de magnesio y aluminio) combinados en una estructura similar a la de una lámina.

Básicamente son rocas blandas que se hacen plásticas al contacto con el agua, siendo frágiles en seco, y con gran capacidad de absorción.

Las arcillas, tal como se hallan en la naturaleza, están constituidas por ciertos minerales de origen primario y por otros de origen secundario.

Minerales primarios. Son aquellos que ya existían en las rocas ígneas y que han llegado hasta nuestros días sin sufrir alteración apreciable en su composición.

Minerales secundarios. Son aquellos que se han formado por las diversas acciones de los agentes químicos y físicos sobre algunos minerales de las rocas originales.

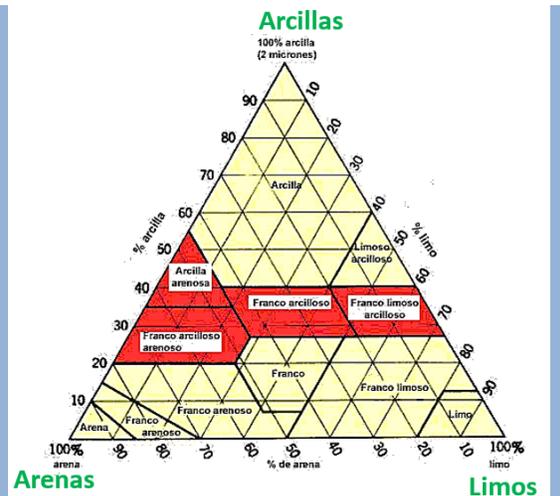
Por lo tanto las arcillas se crean por una serie de procesos geológicos.



Textura de la bentonita.

La textura de un suelo es la proporción de cada elemento en el suelo, representada por el porcentaje de arena (Ar), arcilla (Ac), y limo (L).

La textura del suelo depende de la naturaleza de la roca madre y de los procesos de evolución del suelo, siendo el resultado de la acción e intensidad de los factores de formación de suelo.





Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Fracciones arena y limo

Las partículas de arena son casi siempre fragmentos de roca, sobre todo de cuarzo, existiendo además cantidades variables de otros minerales primarios. La composición mineralógica de estas fracciones sigue los principios vistos anteriormente y varía para los distintos suelos según la roca madre y el grado de meteorización.

El limo está constituido por materiales heredados o transformados pero no tienen carácter coloidal. Es una fracción donde las transformaciones son mayores y su composición mineralógica se parece a la de las arcillas. Son partículas monominerales en las que hay un alto contenido en filosilicatos de transformación o neoformación.

Sílice (SiO_2)

La sílice es un material muy duro que se encuentra en casi todas las rocas, debido a que es un compuesto de silicio y oxígeno.

Los silicatos son el grupo de minerales de mayor abundancia, pues constituyen más del 95% de la corteza terrestre, es por ello que se encuentra en la mayoría de las rocas.

Se tiene que tener un cuidado especial para que no exista una gran cantidad de este, debido a que la sílice es el componente principal de la arena, arenisca, cuarcita, granito, etc. Ya que puede llegar a dañar las tuberías y las camisas de las bombas por donde circula el fluido de perforación, así como cambiar las propiedades del lodo.

También se debe tomar en cuenta que una roca será ácida cuando contenga grandes cantidades de Sílice y será alcalina cuando contenga pocas cantidades de este.

Abrasión

Desgaste. Daño producido por el rozamiento entre dos superficies, en al menos una de ellas. Esta pérdida de material conlleva a pérdidas en las dimensiones de la pieza con la consecuente disminución de la vida útil de cualquier máquina

El desgaste abrasivo o abrasión. Es la pérdida de masa resultante de la interacción entre partículas o asperezas duras que son forzadas contra una superficie y se mueven a lo largo de ella. En la pérdida de material pueden intervenir cuatro mecanismos de desgaste.

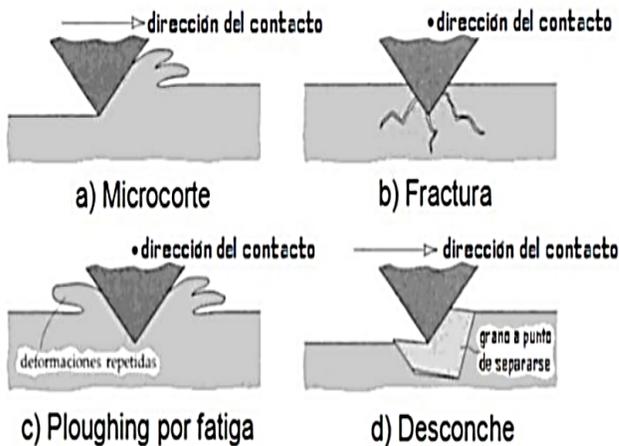


Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera



- a) Punta delgada o una aspereza de alta dureza corta una aspereza de menor dureza. El material de la superficie desgastada es sacado mediante partículas.
- b) Cuando el material desgastado es frágil, puede ocurrir una fractura en su superficie.
- c) Cuando el material ductil el microcorte es improbable y su superficie se deforma rápidamente.
- d) Grano de gran tamaño que se remueve del material.

Eleúteometro

Recuerde que la arena, como el cemento, son sólidos indeseables y el fluido no puede tolerar más de cierta proporción sin contaminarse. La arena, como ya se ha mencionado con anterioridad, es un peligro en grandes cantidades en el lodo de perforación, debido que puede causar abrasión y cambios en las propiedades del lodo, pero también puede afectar en la formación del enjarre y en el acarreo de recortes. Es por ello que se hacen pruebas al lodo de perforación para ver el contenido de arena que alberga. Esta prueba se realiza con un medidor llamado Eleúteometro.

El medidor consta de un juego de cedazo que tiene una malla No. 200, un embudo que embona al cedazo y un recipiente de vidrio, calibrado de 0 hasta 20%



Observación: Al efectuar la prueba de un fluido de perforación de base aceite; utilice en lugar de agua dulce, un combustible ligero (petróleo diáfano o diésel).

Nota: la prueba con este dispositivo es manipulable, debido a que buscamos lavar la arena presente en el lodo, por lo que si hacemos muchas repeticiones no tendremos un porcentaje verdadero de sílice.

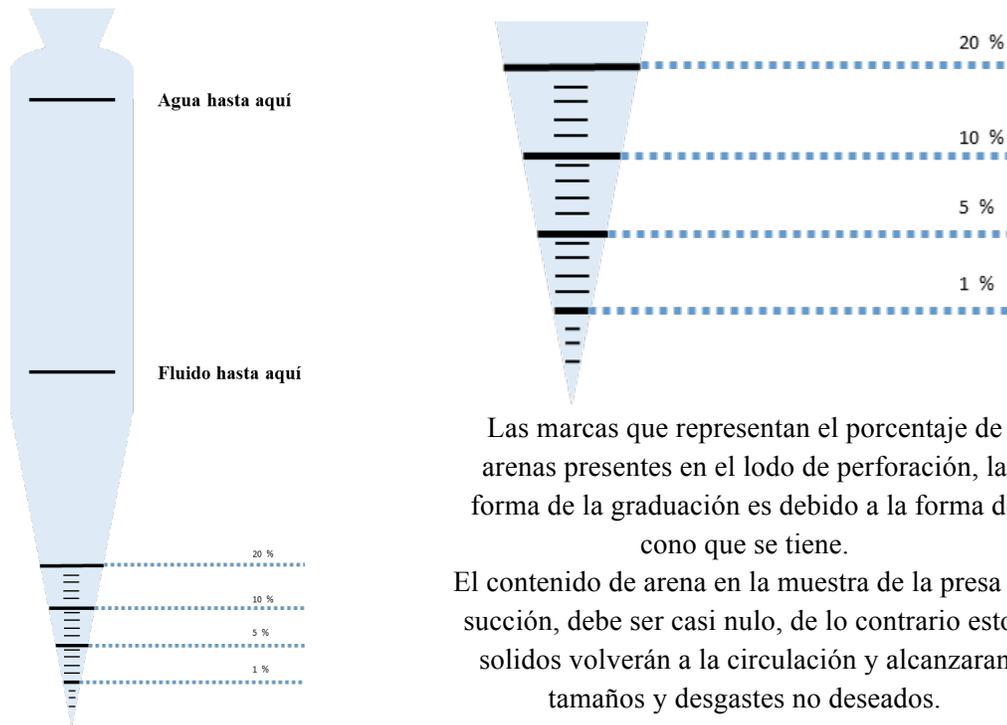


Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera



5. Desarrollo de actividades

- I. Tome una muestra del fluido de perforación, previamente agitada.
- II. Llene el recipiente de vidrio hasta donde señale la marca: “fluido hasta aquí” (ver la siguiente imagen).
- III. Agregue agua hasta la marca: “Agua hasta aquí”
- IV. Cubra la boca del recipiente con el dedo pulgar y sacúdala vigorosamente.
- V. Vacíe la mezcla sobre la malla del cedazo, añadiendo más agua al recipiente.
- VI. Agite y vierta nuevamente la mezcla sobre la malla
- VII. Repita este paso hasta que el agua se vea clara
- VIII. Coloque el embudo hacia abajo sobre el extremo superior del cedazo y con precaución viértalo
- IX. Introduzca la parte inferior del embudo en la boca del recipiente de vidrio y lave la arena rociando agua sobre la malla.
- X. Permita que la arena se precipite
- XI. Registre el porcentaje de arena en volumen, tomando la lectura directamente del recipiente graduado.
- XII. Anote el lugar de donde se tomó la muestra.
- XIII. Realice los procedimientos del uno al doce para el lodo bentonítico y lodo densificado.



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Equipo	ρ (g/cc)		% Bentonita	Barita (gr)		% de Arena	
	Lodo bentonítico	Lodo densificado		Lodo bentonítico	Lodo densificado	Lodo bentonítico	Lodo densificado
			6				
			7				
			8				
			8				
			10				

6. Observaciones y Conclusiones

Observaciones.	Conclusiones.
-----------------------	----------------------



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

7. Anexos

Preguntas de reflexión

Instrucciones: seleccione la respuesta correcta.

- 1) El sílice pertenece a:
 - a) Minerales secundarios
 - b) Arenas
 - c) Minerales primarios
- 2) La abrasión es:
 - a) Es un desgaste químico por la sosa
 - b) Perdida de la materia de una superficie por la fricción de un material sólido
 - c) Es el proceso de recubrimiento a las tuberías
- 3) La malla del Eliuteometro tiene:
 - a) 200 hilos por pulgada cuadrada
 - b) Aberturas entre los hilos para que pase el sílice
 - c) Es capaz de retener arcillas
- 4) La arena presente en el lodo produce:
 - a) Mayor agitación
 - b) Viscosidad
 - c) Abrasión
- 5) El porcentaje de sílice debe ser:
 - a) El mínimo posible
 - b) El suficiente para densificar
 - c) Aproximadamente 15 %
- 6) Durante la perforación, la presencia del sílice se debe:
 - a) Del lodo
 - b) Formaciones perforadas
 - c) De las tuberías
- 7) Para el caso del lodo del laboratorio ¿de dónde sale el sílice?
 - a) De la barita
 - b) De aditivos
 - c) De la bentonita
- 8) La definición de Microcorte:
 - a) Cuando el material ductil el microcorte es improbable y su superficie se deforma rápidamente.
 - b) Punta delgada o una aspereza de alta dureza corta una aspereza de menor dureza. El material de la superficie desgastada es sacado mediante partículas.
 - c) Cuando el material desgastado es frágil, puede ocurrir una fractura en su superficie.
- 9) Que equipos son necesarios para controlar la viscosidad y porcentaje de sólidos
 - a) Bombas
 - b) Desarenadores y desarcilladores
 - c) Eliuteometro

Actividades complementarias

1. Realizar un dibujo que le permita explicar fácilmente las cuatro principales funciones de los fluidos de perforación relacionado a estas prácticas.
2. Comente con sus compañeros sobre las fallas de los fluidos en la realización de estas funciones.
3. Haga un dibujo del proceso que hizo.



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Reología y Tixotropía.

N° de práctica: 8

Nombre completo de los alumnos		Firma
N° de brigada:	Fecha de ejecución:	Grupo:
Calificación:	Profesor:	

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Rubén Miranda Arias	Quim. Rosa de Jesús Hernández Álvarez Dra. Martha Leticia Cecopieri Gómez	Ing. Héctor Erick Gallardo Ferrera	1 de febrero de 2016



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro	Riesgo asociado
1	Manejo de herramienta	Lesión de manos, cabello
2	Manejo de líquidos	Humedad y manchas en la ropa
3		

2. Objetivos de aprendizaje

- I. **Objetivos generales:** Observar los parámetros Reologicos y Tixotrópicos de un lodo de perforación mediante el uso del viscosímetro FANN.
- II. **Objetivos específicos:** Determinar un reograma y los parámetros de gelificación.

3. Recursos a emplear

Nombre	Imagen	Nombre	Imagen
<p>Dispensor: Motor eléctrico operado con elevador de voltaje, transfiere la potencia por un eje, y tiene alabes para dispersar.</p>		<p>Lodos que se prepararon en prácticas anteriores.</p>	
<p>Viscosímetro Rotacional Fann 35 El equipo está equipado con accesorios para su operación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Vaso metálico ➤ Camisa metálica para medición. 			



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

4. Fundamento Teórico

Tixotropía: La palabra “tixotropía” deriva del griego “*thixis*” que significa cambio, y se emplea para describir el fenómeno mediante el cual las partículas coloidales en estado de reposo forman geles, y cuando estos geles se someten a agitaciones energéticas, se destruyen y forman fluidos viscosos. Una sustancia presenta el fenómeno de la tixotropía, cuando la aplicación de un esfuerzo deformante reduce el grado de resistencia que ofrece la mezcla a fluir o a deslizarse.

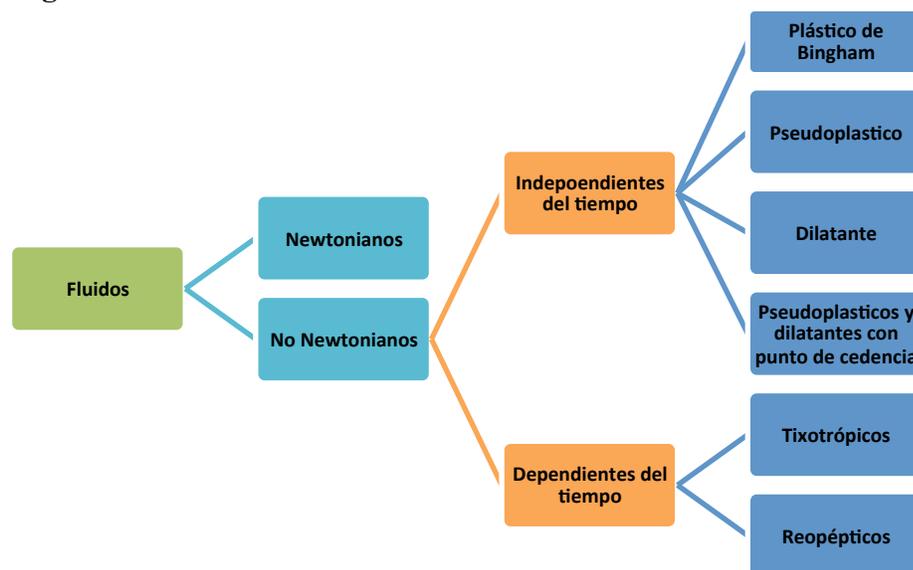
Reología: Parte de la física que estudia la relación entre el esfuerzo y la deformación en los materiales que son capaces de fluir. La reología de un fluido de perforación la podemos utilizar para:

1. Calcular las pérdidas de presión por fricción.
2. Analizar la contaminación del fluido de perforación.
3. Determinar los cambios de presión en el interior del pozo durante un viaje.

Esta propiedad, junto con la tixotropía, determina el tipo de flujo a emplear para que los fluidos de perforación realicen las siguientes funciones:

1. Transporte
2. Remoción
3. Suspensión

Modelos Reologicos





Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Los Newtonianos: Se caracterizan por tener una relación de equilibrio lineal entre su tensión y su gradiente de velocidad cero a cero.

Los no Newtonianos: En estos su gradiente de velocidad dependerá de la viscosidad de dicho líquido, lo cual quiere decir que el líquido sufrirá una más alta o baja presión de acuerdo a su velocidad y viscosidad.

Comportamiento independiente del tiempo:

El esfuerzo de corte sólo depende de la velocidad de corte γ .

Fluidos viscoplásticos: estas sustancias presentan un comportamiento sólido mientras el esfuerzo de corte no supere un valor de fluencia τ_0 , una vez superado este valor pueden adoptar un comportamiento newtoniano (Plástico de Bingham) o que sigue la ley de la potencia (Herschel- Bulkley).

Estas características pueden ser deseables en ciertos fluidos, un caso típico es la pasta dental que se pretende que permanezca en reposo cuando está aplicada sobre el cepillo pero que fluya con el cepillado, otro ejemplo son las cremas que fluyen de los pomos a partir de un cierto esfuerzo aplicado.

Comportamiento dependiente del tiempo.

En algunas situaciones prácticas, la viscosidad aparente depende también del tiempo durante el cual el fluido es sometido a esfuerzo, dicha respuesta se divide en:

- **Tixotropía:** la viscosidad aparente disminuye con el tiempo, que corresponde a una suspensión de arcillas. Algunas otras sustancias que exhiben este comportamiento son las suspensiones concentradas, las soluciones de proteínas y ciertos alimentos. Esta dependencia de la viscosidad con el tiempo se suma a las otras características del material, que bien puede ser viscoplástico presentando un valor de fluencia.
- **Reopexia:** es el fenómeno inverso a la tixotropía, que se manifiesta en un aumento de la viscosidad aparente con el aumento de la velocidad de corte. Ejemplos: poliéster.

Ambos tipos de comportamientos presentan el fenómeno de histéresis cuando se realiza la curva τ vs. Γ

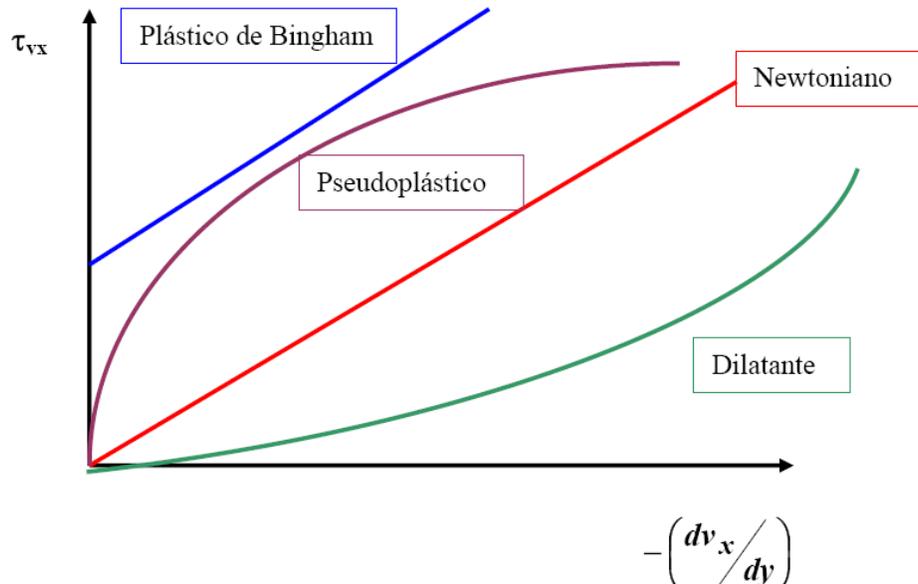


Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera



Viscosímetro Rotacional Fann 35



Instrumento utilizado para medir la viscosidad y la resistencia de gel de un lodo de perforación.

Con este viscosímetro se pueden tomar seis lecturas a diferentes revoluciones por minuto (rpm) de la muestra de fluido que se desea determinar.

Básicamente consta de dos velocidades: Alta (High) y Baja (Low), las cuales accionando un embrague y por medio de un mecanismo de engranes permiten seleccionar la velocidad de lectura que se requiere, como se indica en la siguiente tabla.



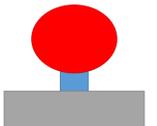
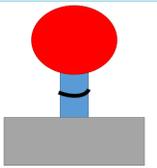
Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Velocidades del Viscosímetro Fann	
Alta (rpm)	Baja(rpm)
600	300
200	100
6	3

Posición	Low	High
	300	600
	3	6
	100	200

Punto de Cedencia. Valor de la resistencia al flujo, debida a las fuerzas de atracción que existen entre las partículas o sólidos en suspensión. Es una condición dinámica. Se obtiene con la siguiente formula:

$$\tau_o = L_{300} - \mu_p$$

Fuerza de Gelatinosidad. Medida de la fuerza de atracción de las partículas del fluido cuando está en reposo. Se obtiene con la siguiente formula:

Gel 5s' = gel a 5 seg. (Lectura tomada en L_3 a los 5 segundos de espera)

Gel 5min' = gel a 5 min. (Lectura tomada en L_3 a los 5 minutos de espera)

$$F_g = \frac{L_3 \text{ a los 5 s}}{L_3 \text{ a los 5 min}}$$

Estas dos propiedades reológicas están en función de la fuerza de atracción de las partículas. Al disminuir el punto cedente, también se disminuye la gelatinosidad; sin



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

embargo, un valor bajo de punto de cedencia no serpa indicativo de que la gelatinosidad sea cero.

Viscosidades

Viscosidad. Relación que existe entre el esfuerzo de corte y la velocidad de corte de un fluido.

Viscosidad aparente. Es la resistencia al flujo de un fluido, causada por las fuerzas de atracción de sus partículas y en menor grado por la fricción creada entre ellas a una determinada velocidad de corte. Se obtiene con la siguiente formula.

$$\mu_a = \frac{L_{600}}{2}$$

Viscosidad plástica. Es la resistencia al flujo originada por la fracción mecánica, generada por el rozamiento y concentración de los sólidos entre si y la viscosidad de la fase líquida que los rodea. Se obtiene con la siguiente formula.

$$\mu_p = L_{600} - L_{300}$$

5. Desarrollo de actividades

- I. Tomar una muestra del fluido de control del sistema de circulación (presa de asentamiento o descarga del pozo en la línea de flujo) ANOTE EL ORIGEN DE LA MUESTRA.
- II. Vaciarlo a través de una maya (podría usarse después del embudo Marsh) para eliminar los sólidos indeseables.
- III. Tomar y anotar la temperatura y agitar con el dispersor.
- IV. Verter la muestra en el vaso metálico hasta la marca interna.
- V. Coloque la camisa en el soporte giratorio, esto nos permitirá tomar la lectura.
- VI. Coloque el vaso en la base elevadora del visco y suba hasta que el fluido llegue a la marca en la camisa.
- VII. Teniendo en cuenta la tabla de la descripción de la perilla de velocidades (esta tabla se localiza en la descripción del equipo, paginas atrás). Coloque la perilla a **600 rpm** y el interruptor en alta (**High**).
- VIII. Tome la lectura en la mirilla frente a la perilla de velocidades, tome la lectura cuando esta sea estable, (si tiene problemas con esto consulte al laboratorista).
- IX. Teniendo en cuenta la tabla de la descripción de la perilla de velocidades (esta tabla se localiza en la descripción del equipo, paginas atrás). Coloque la perilla a **300 rpm** y el interruptor en alta (**Low**).
- X. Tome la lectura en la mirilla frente a la perilla de velocidades, tome la lectura cuando esta sea estable, (si tiene problemas con esto consulte al laboratorista).



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

- XI. Teniendo en cuenta los procedimientos anteriores, coloque la perilla a **200 rpm** y el interruptor en alta (**High**).
- XII. Tome la lectura cuando esta sea estable.
- XIII. Teniendo en cuenta los procedimientos anteriores, coloque la perilla a **100 rpm** y el interruptor en alta (**Low**).
- XIV. Tome la lectura cuando esta sea estable.
- XV. Teniendo en cuenta los procedimientos anteriores, coloque la perilla a **6 rpm** y el interruptor en alta (**High**).
- XVI. Tome la lectura cuando esta sea estable.
- XVII. Teniendo en cuenta los procedimientos anteriores, coloque la perilla a **3 rpm** y el interruptor en alta (**Low**).
- XVIII. Tome la lectura cuando esta sea estable.
- XIX. De las ecuaciones descritas en el capítulo para la viscosidad plástica, viscosidad aparente y punto de cadencia, realice los cálculos para completar la tabla.
- XX. Para el cálculo del esfuerzo gel tome en cuenta los procedimientos anteriores, coloque la perilla a **3 rpm** y el interruptor en alta (**Low**), apáguelo y espere 5 segundos y prenda inmediatamente.
- XXI. Tome la lectura cuando esta sea estable.
- XXII. Para el cálculo del esfuerzo gel tome en cuenta los procedimientos anteriores, coloque la perilla a **3 rpm** y el interruptor en alta (**Low**), apáguelo y espere 5 minutos y prenda inmediatamente.
- XXIII. Tome la lectura cuando esta sea estable.
- XXIV. Realice el cálculo de la relación.
- XXV. Graficar en las abscisas las rpm L3, L6, L100, L200, L300 y L600; en las ordenadas pondrá las lecturas obtenidas.
- XXVI. Realice los procedimientos del uno al veintiséis para el lodo bentonítico y lodo densificado





Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Lodo Bentonítico

Equipo	Densidad del lodo (g/cm ³)	L600	L300	L200	L100	L6	L3	L3 5 [s]	L3 5 [min]	Vp	Va	PC	Eg

Lodo Densificado

Equipo	Densidad del lodo (g/cm ³)	L600	L300	L200	L100	L6	L3	L3 5 [s]	L3 5 [min]	Vp	Va	PC	Eg



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

6. Observaciones y Conclusiones

Observaciones.	Conclusiones.

7. Anexos

Preguntas de reflexión. Instrucciones: Ordene las siguientes ideas para realizar el proceso de medición y modelación de la reología y la tixotropía

- () Colocar la perilla a 300 rpm y el interruptor Low y tomar la lectura
- () Tener un contacto un voltaje de 127
- () Colocar la perilla a 6 rpm y el interruptor High y tomar la lectura
- () Tomar la temperatura del fluido
- () Llenar el vaso metálico con la muestra del fluido de perforación hasta la marca
- () Tener la muestra del fluido de perforación conociendo el origen y temperatura de la muestra
- () Colocar la perilla a 600 rpm y el interruptor High y tomar la lectura
- () Tener a la mano a la camisa giratoria
- () Apagar el equipo y esperar 5 minutos y tomar la lectura a 3 rpm
- () Ajustar la camisa giratoria



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

- () Revisar que la perilla de velocidad se encuentre en 600 rpm, (de lo contrario hacer el cambio de velocidad con el equipo en operación o lo podría dañar)
- () Colocar la perilla a 100 rpm y el interruptor Low y tomar la lectura
- () Revisar que el equipo Viscosímetro Rotacional Fann 35 esté en funcionamiento y limpio
- () Apagar el equipo y esperar 5 segundos y tomar la lectura a 3 rpm
- () Colocar la perilla a 3 rpm y el interruptor Low y tomar la lectura
- () Contar con el vaso metálico
- () Realizar los cálculos necesarios para realizar y graficar el modelo reológico y tixotropico
- () Colocar la perilla a 200 rpm y el interruptor High y tomar la lectura

Actividades complementarias

1. Realizar un dibujo que le permita explicar fácilmente las cuatro principales funciones de los fluidos de perforación relacionado a estas prácticas.
2. Comente con sus compañeros sobre las fallas de los fluidos en la realización de estas funciones.
3. Haga un dibujo del proceso que hizo.



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Cuantificación de fases.

N° de práctica: 9

Nombre completo de los alumnos		Firma
N° de brigada:	Fecha de ejecución:	Grupo:
Calificación:	Profesor:	

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Rubén Miranda Arias	Quim. Rosa de Jesús Hernández Álvarez Dra. Martha Leticia Cecopieri Gómez	Ing. Héctor Erick Gallardo Ferrera	1 de febrero de 2016 A 10 de junio de 2016



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro	Riesgo asociado
1	Manejo de herramienta	Lesión de manos, cabello
2	Manejo de líquidos	Humedad y manchas en la ropa
3		

2. Objetivos de aprendizaje

- I. **Objetivos generales:** Determinar la cantidad de fase sólida y líquida presente en un lodo de perforación mediante el uso de la retorta, y sus efectos en las propiedades del lodo.
- II. **Objetivos específicos:** Medidas del manejo de las fases para una buena eficiencia.

3. Recursos a emplear

Nombre	Imagen	Nombre	Imagen
Dispersor: Motor eléctrico operado con elevador de voltaje, transfiere la potencia por un eje, y tiene alabes para dispersar.		Lodos que se prepararon en prácticas anteriores.	
Retorta El equipo está equipado con accesorios para su operación		Imán Puede ser de cualquier forma.	



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

4. Fundamento Teórico

Separación de mezclas

Cuando se desean separar los componentes de una mezcla, es necesario conocer el tipo de mezcla que se va a utilizar:

- Mezcla de sólidos
- Mezcla de sólido con líquido
- Mezcla de líquidos



En la naturaleza, las sustancias se encuentran formando mezclas y compuestos que es necesario separar y purificar, para estudiar sus propiedades tanto físicas como químicas. Los procedimientos físicos por los cuales se separan las mezclas se denominan métodos de separación, que son los siguientes:

Decantación: Es la separación mecánica de un sólido de grano grueso, insoluble, en un líquido; consiste en verter cuidadosamente el líquido, después de que se ha sedimentado el sólido. Por este proceso se separan dos líquidos miscibles, de diferente densidad, por ejemplo, agua y aceite.



Filtración: Es un tipo de separación mecánica, que sirve para separar sólidos insolubles de grano fino de un líquido en el cual se encuentran mezclados; este método consiste en verter la mezcla a través de un medio poroso que deje pasar el líquido y retenga el sólido. Los aparatos usados se llaman filtros; el más común es el de porcelana porosa, usado en los hogares para purificar el agua.

Los medios más porosos más usados son: el papel filtro, la fibra de vidrio o asbesto, telas etc. En el laboratorio se usa el papel filtro, que se coloca en forma de cono en un embudo de vidrio, a través del cual se hace pasar la mezcla, reteniendo el filtro la parte sólida y dejando pasar el líquido.





Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Evaporación: Es la separación de un sólido disuelto en un líquido, por calentamiento, hasta que hierve y se transforma en vapor. Como no todas las sustancias se evaporan con la misma rapidez, el sólido disuelto se obtiene en forma pura.



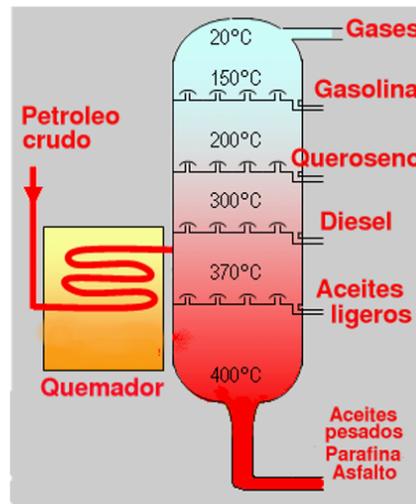
Destilación: Es el proceso mediante el cual se efectúa la separación de dos o más líquidos miscibles y consiste en una evaporación y condensación sucesivas, aprovechando los diferentes puntos de ebullición de cada uno de los líquidos, también se emplea para purificar un líquido eliminando sus impurezas.

En la industria, la destilación se efectúa por medio de alambiques, que constan de caldera o retorta, el refrigerante en forma de serpentín y el recolector; mediante este procedimiento se obtiene el agua destilada o bidestilada, usada en las ampulas o ampollitas que se usan para preparar las suspensiones de los antibióticos, así como el agua destilada para las planchas de vapor; también de esta manera se obtiene la purificación del alcohol, la destilación del petróleo, etc.

Se realiza mediante vaporización y condensación de los componentes de la mezcla de una solución líquida o también gaseosa.

Se aprovecha el hecho de que cada uno de sus componentes tienen diferentes puntos de ebullición

Tipos de destilación	Puntos de ebullición
Simple	Agua -- 100°C
Fraccionada	Alcohol -- 78°C
Por arrastre de vapor	Diesel -- 282-338°C





Manual de Prácticas

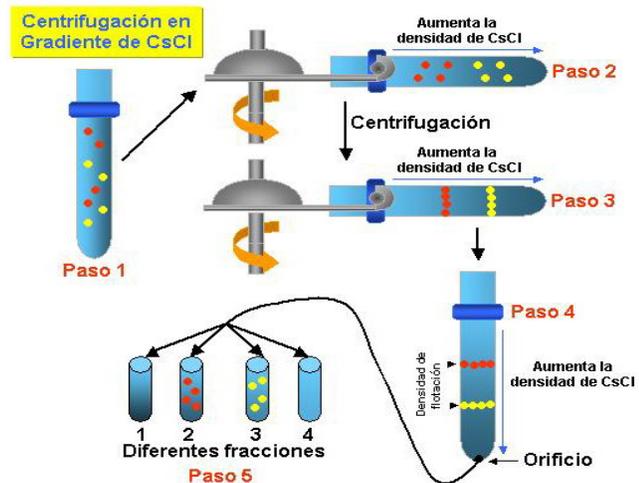
Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

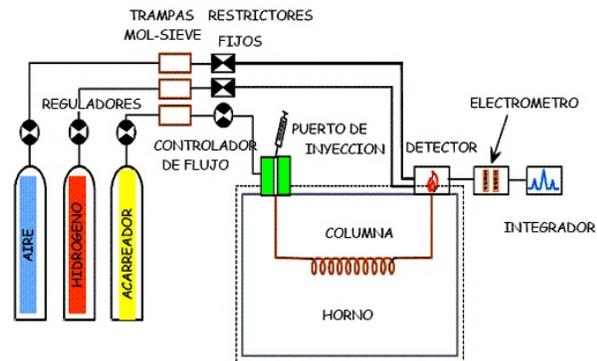
Departamento de Ingeniería Petrolera

Centrifugación: Proceso mecánico que permite, por medio de un movimiento acelerado de rotación, provocar la sedimentación de los componentes de una mezcla con diferente densidad.

Para ello se usa una máquina especial llamada centrífuga. Ejemplo: se pueden separar las grasas mezcladas en los líquidos, como la leche, o bien los paquetes celulares de la sangre, separándolos del suero sanguíneo.



Cromatografía: Es un procedimiento para separar, identificar y determinar con exactitud la cantidad de cada uno de los componentes de una mezcla.



Como se vio en la primera práctica, un fluido de control o de perforación es una mezcla compuesta por una fase continua formada por el líquido y por una fase dispersa formada por sólidos en suspensión. Es importante conocer el valor de cada una de estas fases, ya que esto solo relaciona con las propiedades y comportamiento de un fluido de perforación y será posible modificar las fases y las propiedades como densidad, viscosidad, Gelatinosidad e impermeabilidad, conforme se requiera para realizar eficientemente las operaciones de perforación, reparación y terminación de pozo. Utilizando varios de los métodos de separación mencionados anteriormente como filtración y destilación, es como definiremos el siguiente equipo:

Retorta

Este instrumento es indispensable cuando se maneja lodos bentoníticos, fluidos cromolignosulfonatos emulsionados (CLSE) y emulsiones inversas para controlar la relación agua-aceite.



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Se utiliza para determinar la cantidad de líquidos y sólidos en un fluido de perforación. El conocimiento de aceite, agua, y el contenido sólido es fundamental para el control adecuado de las propiedades del lodo.

La retorta se compone de:

- a. Cámara de calentamiento
- b. Condensador
- c. Recipiente de fluido
- d. Lana de acero numero 00
- e. Probeta graduada
- f. Espátula
- g. Solución de agente humectante
- h. Cepillo lima probetas
- i. temporizador automático que apaga el equipo después de 15 minutos
- j. Saca corchos o tirabuzón
- k. Cable extensión



Esta prueba consiste en colocar el fluido por analizar en el recipiente y calentarlo vaporizando los componentes líquidos. Los vapores pasan a través de una unidad condensadora y el líquido es recolectado en la probeta que esta graduada en tanto por ciento (%); de esta forma se mide el volumen de líquidos. La diferencia de este con el del fluido analizado, será la medida del volumen de los sólidos.

Los sólidos serán extraídos de la unidad de calentamiento al igual que de la lana metálica, esto con ayuda de un imán y obtener su masa, como ya conocemos su volumen y la masa podemos determinar la densidad de los sólidos, esto se compara con los sólidos usados en la preparación del fluido, y así relacionar los sólidos y líquidos agregados por la operación en el que se utilizó.

5. Desarrollo de actividades

- I. Desarme la Retorta y verifique que el recipiente de fluido este limpio y seco antes de utilizarlo.
- II. Ponga lana de acero en la sección superior del recipiente.
- III. Tome una muestra del fluido de perforación recién agitada y cerciórese que no contenga aire ni gas.



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

- IV. Llene el recipiente con fluido, coloque la tapa permitiendo que salga el exceso por los orificios.
- V. Limpie por fuera el recipiente.
- VI. Limpie las roscas, seque perfectamente y lubrique con la grasa que se le proporcione.
- VII. Arme la retorta atornillando el condensador en la misma y colóquela en la cámara de calentamiento.
- VIII. Coloque la probeta graduada bajo la salida del condensador.
- IX. Conecte la retorta a un tomacorriente de 127 volts.
- X. Advertencia: si se observa humedad fuera de la cámara de calentamiento, la retorta puede tener fugas y proporcionar resultados erróneos.
- XI. Al terminar la destilación retire la probeta del condensador.
- XII. Lea el tanto por ciento de agua (en caso de manejar emulsiones el porcentaje de aceite), la diferencia del volumen total será la cantidad de sólidos.
- XIII. Nota: en dado caso de usar emulsiones. Si el menisco que se forma entre el aceite y el agua dentro de la probeta es difícil de leer, aplique unas cuantas gotas de agente humectante para aplanar este.
- XIV. Deje enfriar la retorta.
- XV. Desarme todo el conjunto y limpie perfectamente todas las piezas. Para limpiar el orificio de la espiga del condensador use un limpia pipetas, arme la retorta nuevamente y guárdela en un lugar seco.
- XVI. Al limpiar el recipiente del fluido y la lana metálica asegúrese de recuperar todos los sólidos.
- XVII. Pese la masa de los sólidos y calcule su densidad con la diferencia de volúmenes.
- XVIII. Realice los procedimientos del uno al quince para el lodo bentonítico y lodo densificado.

Lodo Bentonítico											
Equipo	% Bentonita	ρ lodo (g/cc)	Masa lodo (g)	Volumen lodo (ml)	Volumen agua (ml)	Masa de agua (g)	Volumen de sólido (ml)	Masa de sólido(g)	ρ sólido g/cc	% volumen fase líquida	% volumen fase sólida



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Lodo Densificado											
Equipo	% Bentonita	ρ lodo (g/cc)	Masa lodo (g)	Volumen lodo (ml)	Volumen agua (ml)	Masa de agua (g)	Volumen de sólido (ml)	Masa de sólido(g)	ρ sólido g/cc	% volumen fase líquida	% volumen fase sólida

6. Observaciones y Conclusiones

<p>Observaciones.</p> 	<p>Conclusiones.</p>
--	---



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

7. Anexos

Preguntas de reflexión. Instrucciones: seleccione la respuesta correcta.

- 1) Qué tipo de mezclas manejamos:
 - a) Líquido y solido
 - b) Coloidal
 - c) Heterogenia
- 2) Que equipo utilizamos:
 - a) Retorta
 - b) Agitador
 - c) Destilador
- 3) Que principios de separación de fases se usara:
 - a) Ebullición y destilación
 - b) Centrifugación destilación
 - c) Destilación y filtración
- 4) En la industria de la refinación se utiliza:
 - a) Retorta
 - b) Destilador de agua
 - c) Torre de destilación
- 5) Que fluidos podemos analizar con la Retorta:
 - a) Lechadas de cemento e hidrocarburo producido
 - b) Fluidos de control
 - c) Fluidos neumáticos y espumas
- 6) Que otro tipo de destilador a utilizado:
 - a) Retorta
 - b) Destilador de agua
 - c) Torre de destilación
- 7) La solución de agente humectante se utiliza cuando usamos:
 - a) Lodo base agua de naturaleza arcillosa
 - b) Emulsión directa e inversa
 - c) Neumáticos
- 8) Conocer la densidad del solido después de la prueba nos sirve para:
 - a) Correlacionar con las formaciones
 - b) Analizar si se tienen solidos contaminantes
 - c) Verificar la calidad de los aditivos
- 9) Si observamos un gran porcentaje de líquido se debe a:
 - a) Diseminación de líquido de la formación al lodo de perforación
 - b) Perdidas de circulación
 - c) El lodo fue mal preparado
- 10) El principal problema que enfrentaremos al usar la Retorta es:
 - a) Se calienta mucho
 - b) Tiene fugas
 - c) El templamiento del equipo

Actividades complementarias

1. Realizar un dibujo que le permita explicar fácilmente las cuatro principales funciones de los fluidos de perforación relacionado a estas prácticas.
2. Comente con sus compañeros sobre las fallas de los fluidos en la realización de estas funciones.
3. Haga un dibujo del proceso que hizo.



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Filtración.

N° de práctica: 10

Nombre completo de los alumnos		Firma
N° de brigada:	Fecha de ejecución:	Grupo:
Calificación:	Profesor:	

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Rubén Miranda Arias	Quim. Rosa de Jesús Hernández Álvarez Dra. Martha Leticia Cecopieri Gómez	Ing. Héctor Erick Gallardo Ferrera	1 de febrero de 2016



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro	Riesgo asociado
1	Manejo de herramienta	Lesión de manos, cabello
2	Manejo de líquidos	Humedad y manchas en la ropa
3		

2. Objetivos de aprendizaje

- I. **Objetivos generales:** Conocer un medio físico que permita cuantificar la pérdida de líquido en un fluido de perforación y su interacción con la formación y los problemas operativos que estos generan.
- II. **Objetivos específicos:** Medir cuánta agua sale del lodo sometido a una presión de 100 lb/in²

3. Recursos a emplear

Nombre	Imagen	Nombre	Imagen
Dispensador: Motor eléctrico operado con elevador de voltaje, transfiere la potencia por un eje, y tiene alabes para dispersar.		Lodos que se prepararon en prácticas anteriores.	
Retorta El equipo está equipado con accesorios para su operación		Tanque de nitrógeno con Tablero de distribución de gas. La presión de gas se calibrara con reguladores a 100 psi	

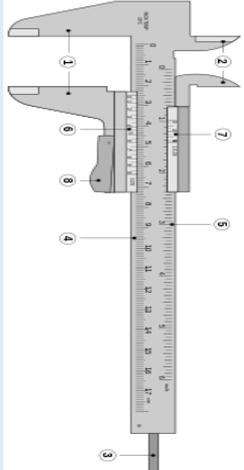


Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

<p>Vernier de medición Se usara para medir el espesor del enjarre</p>		<p>Espátula: Utensilio para manejar sustancias pulverizadas, con mango de madera y cuerpo de acero inoxidable sin filo y redondeado.</p>	
<p>CMC Carboximetilcelulosa</p>		<p>Papel filtro Se usa este tipo para condiciones de operación, para el laboratorio usaremos uno sencillo</p>	
<p>Balanza Dispositivo mecánico para medir la cantidad de materia en relación a su masa y la gravedad</p>		<p>Cronometro de celular</p>	

4. Fundamento Teórico

Principios petrofísicos

Porosidad

El porcentaje de volumen de poros o espacio poroso, o el volumen de roca que puede contener fluidos. La porosidad puede ser un relicto de la depositación (porosidad primaria, tal como el



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

espacio existente entre los granos que no fueron completamente compactados) o puede desarrollarse a través de la alteración de las rocas (porosidad secundaria, tal como sucede cuando los granos de feldespato o los fósiles se disuelven preferentemente a partir de las areniscas).

La porosidad puede generarse a través del desarrollo de fracturas, en cuyo caso se denomina porosidad de fractura. La porosidad efectiva es el volumen de poros interconectados, presentes en una roca, que contribuye al flujo de fluidos en un yacimiento. Excluye los poros aislados.

La porosidad total es el espacio poroso total presente en la roca, sin importar si contribuye o no al flujo de fluidos.

Por consiguiente, la porosidad efectiva normalmente es menor que la porosidad total.

Los yacimientos de gas de lutita tienden a exhibir una porosidad relativamente alta, pero la alineación de los granos laminares, tales como las arcillas, hace que su permeabilidad sea muy baja.



Permeabilidad

La capacidad, o medición de la capacidad de una roca, para transmitir fluidos, medida normalmente en darcies o milidarcies. El término fue definido básicamente por Henry Darcy, quien demostró que la matemática común de la transferencia del calor podía ser modificada para describir correctamente el flujo de fluidos en medios porosos.

Las formaciones que transmiten los fluidos fácilmente, tales como las areniscas, se describen como permeables y tienden a tener muchos poros grandes y bien conectados. Las formaciones impermeables, tales como las lutitas y las limolitas, tienden a tener granos más finos o un tamaño de grano mixto, con poros más pequeños, más escasos o menos interconectados.

La permeabilidad absoluta es la medición de la permeabilidad obtenida cuando sólo existe un fluido, o fase, presente en la roca. La permeabilidad efectiva es la capacidad de flujo preferencial o de transmisión de un fluido particular cuando existen otros fluidos inmiscibles presentes en el yacimiento (por ejemplo, la permeabilidad efectiva del gas en un yacimiento de gas-agua). Las saturaciones relativas de los fluidos, como así también la naturaleza del yacimiento, afectan la permeabilidad efectiva.

La permeabilidad relativa es la relación entre la permeabilidad efectiva de un fluido determinado, con una saturación determinada, y la permeabilidad absoluta de ese fluido con un grado de saturación total.

Si existe un solo fluido presente en la roca, su permeabilidad relativa es 1,0. El cálculo de la permeabilidad relativa permite la comparación de las capacidades de flujo de los fluidos en presencia de otros fluidos, ya que la presencia de más de un fluido generalmente inhibe el flujo.





Manual de Prácticas

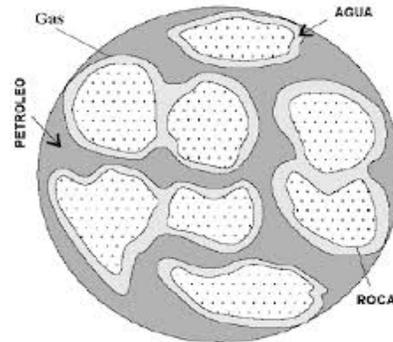
Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Saturación

La cantidad relativa de agua, petróleo y gas presente en los poros de una roca, usualmente como un porcentaje del volumen.



Presiones de formación y de hidráulica

Presión Normal

Presión hidrostática de una columna de fluido de la formación que se extiende desde la superficie hasta la formación en el subsuelo

GRADIENTE DE PRESIÓN NORMAL

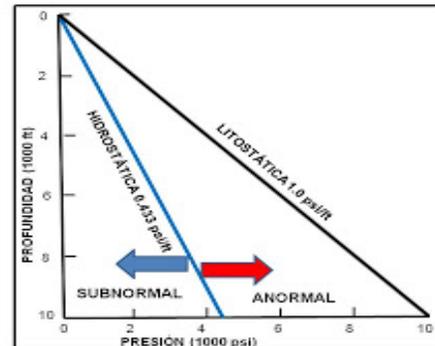
0.465 psi/ft

Presiones Anormales

Cualquier presión que sea mayor que la presión hidrostática Normal del agua de la formación que ocupa el espacio poroso.

Presiones Subnormal

Cualquier presión que sea menor que la presión hidrostática Normal del agua de la formación que ocupa el espacio poroso.



Daño a la formación por el fluido de perforación

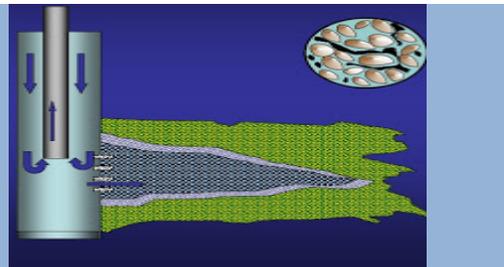
¿Qué produce? Una reducción en la capacidad natural de un yacimiento para producir sus fluidos.

Disminución de:

- Permeabilidad
- Porosidad

El daño es causado por varios mecanismos:

1. El taponamiento físico de los poros por los sólidos en el lodo
2. La precipitación de materiales insolubles en los espacios porosos
3. El hinchamiento de las arcillas en los espacios porosos





Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

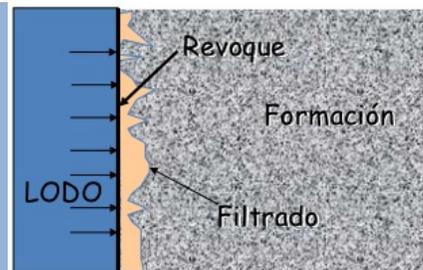
Departamento de Ingeniería Petrolera

Invasión del filtrado del lodo

La filtración de la fase líquida de un fluido de perforación hacia el medio poroso ocurre en tres etapas:

1. Debajo de la mecha de perforación
2. Filtración dinámica durante la circulación del fluido
3. Filtración estática cuando el fluido no está circulando.

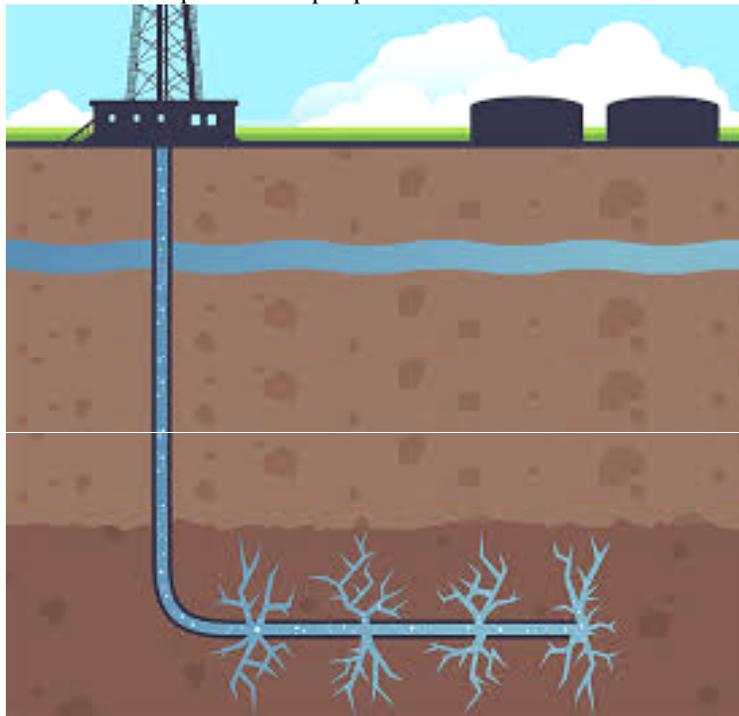
Debe entenderse que la filtración depende en gran manera de la capacidad del fluido de formar un revoque consistente e impermeable contra la cara del medio poroso, para controlar el filtrado.



Fracturamiento Hidráulico

Se bombean fluidos diseñados especialmente a alta presión y velocidad en el intervalo de yacimiento que se tratará, lo que hace que se abra una fractura vertical.

El Fracturamiento hidráulico crea comunicación de alta conductividad con un área grande de formación y permite sortear cualquier daño que pudiera existir en el área cercana al pozo.





Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

Tipo de pérdida	Severidad de la pérdida
Filtración	Menos de 1.5 (m ³)/h [10 bbl/h]
Perdidas de retorno parciales	Más de 10 bbl/h, pero con cierto retorno de fluidos
Pérdida de circulación total	No retorna ningún fluido del espacio anular

Reductores de filtrado

¿Qué es? Compuesto polimérico de origen natural o sintético, soluble en agua, cuya función es controlar la pérdida de filtrado hacia la formación durante las operaciones de perforación, terminación y reparación de pozos petroleros.

- Estabilidad térmica alta → 150°C, durante un periodo de 18 hrs.
- Estabilidad térmica baja → 120°C, durante un periodo de 18 h.



Goma Xanthan: Muchas veces proviene de la fermentación del maíz, por eso tenga cuidado si tiene algún tipo de intolerancia al maíz.

Dextrinas: Son un grupo de oligosacáridos de poco peso molecular producidas por la hidrólisis del almidón.

CMC: Fabricado mediante la reacción de la celulosa natural con ácido monocloroacético e hidróxido de sodio [NaOH] para formar la sal sódica de CMC.

HEC: Un derivado no iónico de la celulosa con grupos hidroxietilo unidos a la estructura del polímero

Estos aditivos son como las perlas de hidrogel, ya que su objetivo es reducir la pérdida de líquido; en la industria de la perforación se utiliza en estado sólido pulverizado (polvo), y siendo este una pequeña partícula absorberá y adsorberá líquidos internamente generándose una pequeña redcilla que atraparé las moléculas de los líquidos, esta integración al sistema se hace demasiado rápido, por lo que la agregación de este debe de ser en pequeñas cantidades muy lentamente de lo contrario se hará una pasta grumosa flotante y no servirá de nada.

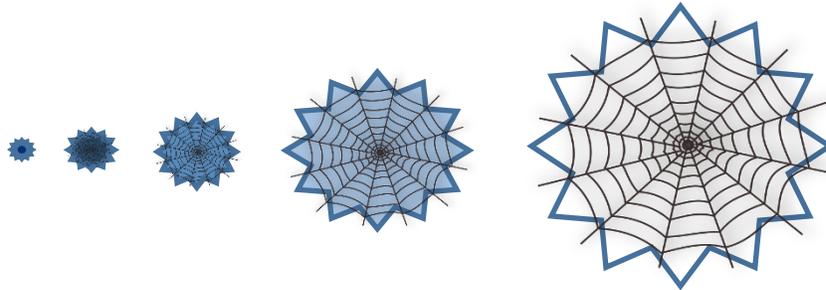


Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera



Filtro Prensa

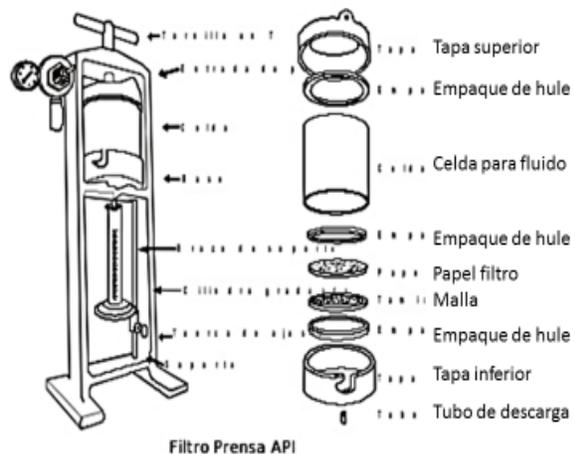
Para evitar daños a la formación en el manejo de los fluidos de control, es necesario estar completamente seguros de la capacidad de filtrado y la capacidad para producir un buen enjarre por parte del fluido de control que utilice. En esta práctica usted se familiarizará con los instrumentos que se emplean para determinar propiedades, así como con los procedimientos que generalmente se realizan en el laboratorio.

La prueba consiste en obtener bajo determinadas condiciones de tiempo y presión, la cantidad de agua que se filtra a través de un filtro-prensa que contiene la muestra del fluido y, posteriormente, medir el espesor de los sólidos depositados en el papel filtro (enjarre, reboque) después de obtener el filtrado.

El instrumento consta de un cuerpo cilíndrico o celda, con una cámara construida con material altamente resistente a soluciones alcalinas, regulador de presión, manómetro, probeta graduada, y un brazo de soporte telescópico.

La celda que contiene el fluido se acopla al regulador, por medio de un adaptador cerrándose en la tapa inferior por medio de un yugo y tornillo, prensando una hoja de papel filtro (Whatman número 50) contra una malla (cedazo) y un empaque de hule.

En el laboratorio existen modelos con preparación de uno a seis entradas para cuerpos cilíndricos con sus correspondientes reguladores de presión, probetas, etc. La fuente de presión es un gas inerte.





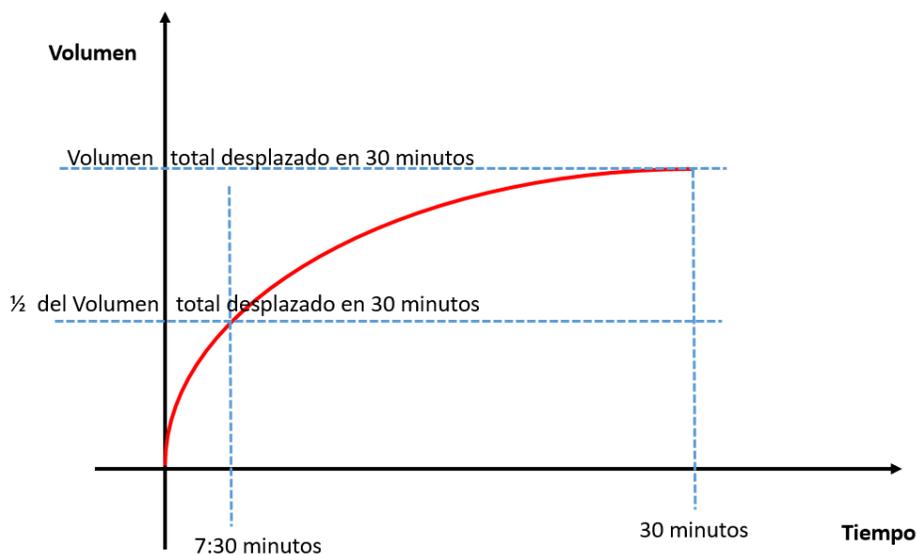
Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

La prueba con este equipo se realiza durante 30 minutos, pero esto no estrictamente necesario ya que experimentalmente se comprobó que la prueba puede hacerse en menor tiempo. Si graficamos el volumen desplazado por el tiempo total de la prueba queda de la siguiente manera, lo que hacemos es dividir el volumen filtrado, y a una muestra de misma procedencia se le hace la prueba hasta llegara a un medio del volumen desplazado a 30 minutos, comprobando así que a 7:30 minutos se puede realizar la prueba y solo se debe multiplicar por 2 el volumen que se obtuvo (esta prueba se realizó más de 7 veces).



5. Desarrollo de actividades

- I. Armar la celda en la forma siguiente: colocar en la tapa de fondo un empaque de hule, malla metálica, papel filtro whatman (papel filtro común), empaque de hule y cuerpo de la celda, debiendo encontrarse todo seco.
- II. Tomar una muestra de fluido de control recién agitada, llenar la celda hasta 1[cm] del bore superior, colocar la celda en el pedestal, poner la tapa superior y apretar el tornillo T. instalar una probeta graduada en la base del pedestal inmediatamente abajo del tubo de carga de la celda, para recibir el filtrado.
- III. Previamente tener conectado el tanque de gas nitrógeno con el sistema del filtro-prensa y aplicar una presión de 100 [lb/in²] apretando el tornillo T del regulador.
- IV. La prueba debe durar 30 minutos a partir del momento que se aplicó la presión (esta prueba se puede hacer a 7:30 minutos, solo debe multiplicar el volumen desplazado



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

- a este tiempo por dos) con ayuda de la aplicación de cronometro de su teléfono celular realice esta medición.
- V. Una vez transcurrido este tiempo cerrar el paso de presión y abrir la válvula de alivio.
 - VI. Retirar la probeta de la base, medir el volumen filtrado y reportarlo en centímetros cúbicos (cc) a 100 [psi].
 - VII. Aflojar el tornillo T del pedestal y quitar la tapa superior, retirar la celda y eliminar la muestra del fluido utilizado.
 - VIII. Desacoplar la tapa inferior y sacar la malla con papel filtro, lavado suavemente con agua limpia el enjarre depositado en él.
 - IX. Medir el espesor del enjarre en milímetros (mm), con ayuda del vernier, registrando la consistencia como: duro, blando, suave, firme o resistente; considerando su plasticidad y elasticidad.
 - X. Terminada la prueba, lavar perfectamente todos los componentes del filtro-prensa para evitar su deterioro.
 - XI. Medir 3 gramos de CMC con ayuda de la balanza.
 - XII. Llevar el frasco del fluido de perforación a agitación y agregar muy lentamente estos 3 gramos de CMC.
 - XIII. Repetir los pasos del uno al diez con el lodo que contiene el nuevo aditivo.
 - XIV. Realizar observaciones de las comparaciones de estas dos muestras de filtrado y enjarre.

Equipo	Densidad del lodo (g/cm ³)	% de Bentonita	Barita (g)	Volumen del filtrado (ml) s/CMC	Enjarre (mm) s/CMC	Volumen del filtrado (ml) c/CMC	Enjarre (mm) c/CMC



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

6. Observaciones y Conclusiones

Observaciones.	Conclusiones.

7. Anexos

Preguntas de reflexión

Instrucciones: Ordene las siguientes ideas para realizar el proceso de medición del filtrado y del enjarre.

- Conectar el tanque de gas a 100 [psi]
- Tapa superior
- Malla metálica
- Llenar con la muestra la celda hasta 1 [cm] antes del borde superior
- Armado de celda
- Celda para fluido
- Medir el espesor del enjarre
- Desatornillar el tornillo "T"
- Tubo de descarga
- Atornillar el tornillo "T" para prensar
- Tapar con la tapa superior
- Abrir la válvula de purgado para dejar liberar la presión
- Tapa inferior
- Tomar muestra de fluido con referencia de origen
- Tomar tiempo de la prueba
- Medir el líquido capturado en la probeta en [ml]
- Empaque de hule primario
- Abrir la válvula dejando entrar el gas nitrógeno a 100 [psi]
- Desechar el lodo utilizado
- Empaque de hule terciario
- Papel filtro



Manual de Prácticas

Laboratorio de Fluidos de Perforación

División de Ingeniería de Ciencias de la Tierra

Departamento de Ingeniería Petrolera

- () Empaque de hule secundario
- () Colocar en el pedestal la celda armada
- () Cerrar la válvula que corta el paso del gas nitrógeno
- () Colocar la probeta bajo la celda para recibir el líquido filtrado

Actividades complementarias

1. Realizar un dibujo que le permita explicar fácilmente las cuatro principales funciones de los fluidos de perforación relacionado a estas prácticas.
2. Comente con sus compañeros sobre las fallas de los fluidos en la realización de estas funciones.
3. Haga un dibujo del proceso que hizo.

Bibliografía

PERERA, R., HERNÁNDEZ, C.
Fluidos de control nivel 2
México
Sistema Nacional de Capacitación Técnico – Practico
PEMEX, IMP

PERERA, R., HERNÁNDEZ, C.
Fluidos de control nivel 3
México
Sistema Nacional de Capacitación Técnico – Practico
Segunda edición 1990
PEMEX, IMP

BENITEZ, M., GARAICOCHA, F., REYES, C.
Apuntes de Fluidos de perforación
DICT, FI, UNAM
1979
UNAM, PEMEX, IMP y el CIPM