

2j.39



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA

**ANALISIS DE LODOS DE EMULSION
INVERSA**

T E S I S

Que para obtener el Título de
INGENIERO QUIMICO

presenta

GONZALO HERNANDEZ HERNANDEZ



México, D. F.

1987



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE DE CONTENIDO

| | C O N T E N I D O | PAG. |
|----------------------|---|-----------|
| CAPITULO I. | INTRODUCCION | 1 |
| CAPITULO II. | GENERALIDADES | 3 |
| 2.1. | FUNCIONES Y PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS DE PERFORACION | 5 |
| 2.2. | ACARREO DE CORTES | 5 |
| 2.3. | ENFRIAMIENTO Y LUBRICACION | 6 |
| 2.4. | FORMACION DE PARED | 7 |
| 2.5. | CONTROL DE PRECISION DEBAJO DE LA SUPERFICIE | 7 |
| 2.6. | SUSPENSION DE CORTES Y ARENA CON SU RESPECTO DEPOSITO | 7 |
| 2.7. | SOPORTE DEL PESO DE LA TUBERIA | 7 |
| 2.8. | PROTECCION DEL POZO | 7 |
| CAPITULO III. | ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE LOS LODOS DE EMULSION INVERSA | 23 |
| 3.1. | ANALISIS FISICAS | 23 |
| 3.2. | ANALISIS QUIMICAS | 23 |
| CAPITULO IV. | TIPOS DE EMULSIONES | 43 |
| 4.1. | SISTEMA DRILEX | 43 |
| 4.2. | SISTEMA PROTEXIL | 49 |
| 4.3. | COMPOSICION DEL SISTEMA PERFOTIL | |
| CAPITULO V. | ANALISIS Y PRUEBAS DE LABORATORIO | 67 |
| 5.1. | TECNICA DE PREPARACION DE UN LODO | 72 |
| 5.2. | DENSIFICACION A CONDICIONES EXTREMOS | 73 |
| 5.3. | PROCEDIMIENTO DE EVALUACION | 73 |
| 5.4. | EL VOLTAJE | 74 |
| 5.5. | DETERMINACION DE LA RELACION ACEITE/AGUA | 75 |
| 5.6. | DETERMINACION DE ALCALINIDAD Y SALINIDAD | 75 |
| 5.7. | DETERMINACION DEL FILTRADO A.P.T. | 76 |

C O N T E N I D O

PAG.

| | | |
|-----------------------|---------------------|------------------------|
| CAPITULO VI. | COSTO PRIMO | 83 |
| CAPITULO VII. | CONCLUSIONES | 87⁰⁰ |
| CAPITULO VIII. | BIBLIOGRAFIA | 89 |
| CAPITULO IX. | GLOSARIO | 92 |

**INDICE DE FIGURAS, TABLAS Y DIAGRAMAS QUE APARECEN EN EL DESARROLLO
DEL PRESENTE TEMA:**

| | PAGINA |
|---|--------|
| FIGURA No. 1.- Componentes principales de un sistema de circulación de lodos. | 9 |
| FIGURA No. 2.- Sistema de circulación de Lodo. | 9' |
| FIGURA No. 3.- Gota de aceite protegida por una capa de moléculas de jabón. | 16 |
| FIGURA No. 4.- Orientación molecular de las moléculas - de jabón. | 17 |
| FIGURA No. 5.- Inversión de la fase de una emulsión, es tabilizada con jabón. | 17' |
| FIGURA No. 6.- Mecanismo de difusión osmótica. | 21 |
| FIGURAS Nos. 7 al 12.- Aparatos utilizados para las pruebas del lodo. | 40-42 |
| DIAGRAMA 1.- Límites de variación de los valores acei te-agua y % de sólidos. | 34 |
| DIAGRAMA 2.- Salinidad requerida para lodos base acei te. | 37 |
| DIAGRAMA 10.- Lodos de emulsión inversa. | 49 |
| GRAFICA C.- Densidad. | 64 |
| GRAFICA D.- Densidad. | 65 |
| GRAFICA E.- Densidad. | 66 |
| TABLA I.- Cantidades sugeridas de reactivos para preparar 1m ³ de lodo DRILEX. | 47 |
| TABLA II.- Cantidades necesarias de reactivos al acondicionar 1. 0m ³ de base líquida a lo dos Drilex. | 48 |

| | | |
|-----------|---|----|
| TABLA 1.- | Formulación para preparar 1m de proteril-EM-IMP. | 55 |
| TABLA 2.- | Cantidad requerida de aditivos para preparar 1m ³ de fluido. | 56 |
| TABLA 3.- | Composición y propiedades de la salmuera. | 57 |
| TABLA A.- | Pruebas a efectuar según normas del I.H.P. | 63 |

CAPITULO I

INTRODUCCION:

Uno de los problemas más importantes que se han presentado en la perforación de pozos petrolíferos en el sureste de la República Mexicana (Áreas Tabasco-Chiapas) es la que corresponde a la estructura geológica del Oligeno (Terciario medio) y Eoceno (Terciario inferior) debido a la presencia de lutitas hidrófilas deslesnables que se caracterizan por su avidez de agua, ya que al contacto con esta la absorben originando serios problemas. En estas áreas se ha intentado perforar con fluidos de perforación base agua, (emulsiones directas) resultando infructuosos estos intentos ya que la gran pérdida por filtración de la fase continua (Agua), en estos fluidos a altas temperaturas y presiones, acarrea como consecuencia la hidratación de las lutitas, hincandolas e incorporandolas al fluido alterando grandemente las condiciones reológicas del mismo, y originando caos en la perforación (derrumbes, pegaduras de tuberías de perforación etc.), con grave aumento a su costo final.

Los fluidos de perforación Base Aceite o Emulsión Inversa son partes importantes en la solución de estos problemas, pero una condición que se hace necesaria es encontrar un fluido (Emulsión Inversa) que guarde condiciones necesarias tales como costo económico, fácil formulación y resuelva los problemas que presentan las lutitas hidrofílicas.

El presente trabajo se realizó con el fin de determinar las ventajas que se ofrecen las Emulsiones Inversas:

Sistema Drilex,
Sistema Protexil, y
Sistema Perfoil.

Después de un análisis comparativo, para lograr las mejores condiciones durante la perforación y así lograr abatimiento en el costo obteniendo un máximo rendimiento para perforar pozos en las estructuras geológicas antes citadas.

CAPITULO II

II.- GENERALIDADES.

Entre las muchas clasificaciones de los sistemas difusionales coloidales se encuentra la de Wo. Ostwald, que se refiere a cualquier sistema homogéneo consiste de un medio homogéneo de partículas en donde tanto el medio como las partículas pueden ser: sólidas, líquidas o gaseosas. Según esto en la siguiente tabla están contenidos los principales sistemas de dispersión coloidal (10).

| <u>MEDIO</u> | <u>PARTICULAS DISPERSAS</u> | <u>SISTEMA</u> |
|--------------|-----------------------------|------------------------|
| Gaseoso - | Líquido | Aerosol - Niebla |
| Gaseoso - | Sólido | Polvo - Humo - Aerosol |
| Líquido - | Gaseoso | Espumas |
| Líquido - | Líquido | Emulsiones |
| Líquido - | Sólido | Soluciones coloidales |
| Sólido - | Líquido | Emulsiones sólidas |
| Sólido - | Sólido | Aleaciones Vidrio |

De lo anterior observamos que las emulsiones son sistemas dispersos en los cuales se efectúa la difusión de un líquido en otro, los cuales deben ser inmiscibles. El agua es uno de los componentes más comunes y el otro generalmente es un aceite o algún lipofílico (ejem; - la crema o una dispersión de aceite lubricante en agua).

Sin embargo esto no significa que todas las emulsiones sean líquidas, pudiendo presentar consistencia diferente hasta llegar al estado sólido, a pesar de provenir de la dispersión de dos líquidos entre sí. Se han propuesto métodos, y realizado sugerencias para prevenir o remediar el daño originando en la perforación apareciendo siempre los fluidos a base de aceite y de emulsión Inversa como principales sistemas para prevenir el daño durante los procesos de perforación y terminación de un pozo.

Podríamos afirmar que la perforación con gas: (aire, nitrógeno, gas natural etc.,) es la más conveniente, pero sabido es que por las dificultades que presenta y lo restringido que está su empleo a zonas en donde no se espere encontrar presiones de gas, agua salada, formaciones poco consolidadas, etc., no es posible su uso. El siguiente método la lubricación en importancia, será el aceite crudo de la formación, si reúne las propiedades adecuadas de viscosidad, gelatinosidad, tixotropía, flotabilidad, etc., que deben ser inherentes a un buen fluido de control.

Refiriéndose a pozos de perforación y terminación, no es posible la utilización de los métodos anteriores por la cantidad imperiosa en la mayoría de los casos de emplear lodos con densidades elevadas para contrarrestar las presiones anormales de las formaciones perforadas, limpiar el pozo sacando los cortes perforados a la superficie para su eliminación y sostener la barita y los cortes en suspensión al permanecer el lodo estático, evitando la formación de partes con la consiguiente pérdida del tiempo empleando en reparar la perforación, la formación de enjarre impermeable y flexibles para evitar derrumbes debido a que la acción que ejerce la presión de la columna hidrostática de lodo se opera uniformemente sobre las paredes del pozo en perforación. (8,15).

Lo anteriormente expuesto es aplicable, aunque es menor escala a los fluidos de terminación, por que generalmente, las densidades utilizadas son menores a las empleadas en atravesar formaciones de elevadas presiones durante la perforación, pero que por ser interés comercial no se explotan, una vez comentada la tubería de revestimiento.

2.1. FUNCIONES Y PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS DE PERFORACIÓN.

En los primeros días de la perforación rotaria, la función prima de los lodos de perforación era sacar los cortes del fondo del pozo a la superficie. Hoy se reconoce que el lodo de perforación tiene por lo menos nueve funciones importantes que son:

- 1.- Sacar los cortes del fondo del pozo y acarrearlos a la superficie.
- 2.- Enfriar y lubricar la barrena y tubería de perforación.
- 3.- Cubrir la pared con un enjarre impermeable.
- 4.- Controlar las presiones debajo de la superficie.
- 5.- Suspender los cortes y material de peso cuando se interrumpe la circulación.
- 6.- Desprender la arena y cortes en la superficie.
- 7.- Soportar parte del peso de la tubería.
- 8.- Reducir a un mínimo cualquier efecto adverso sobre las formaciones adyacentes al agujero.
- 9.- Asegurar la información máxima acerca de las formaciones penetradas.

2.2 ACARREO DE CORTES.

El acarreo de los cortes del fondo del pozo es una de las funciones más importantes de los lodos. El fluido que sale de los chorros de la barrena de perforación ejerce una acción de limpieza sobre los roles o muelas de la misma y del fondo del agujero. De esta manera se logra una mayor vida de la barrena y más eficiencia en el proceso de perforación, por otro lado la efectividad del lodo para sacar los cortes a la superficie depende de varios factores como: (11), fig. (2).

2.2.1.- VELOCIDAD.- La velocidad en el espacio anular es un factor importante, se usan frecuentemente velocidades que oscilan entre 100 a 200 pies/min. (30.48 a 60.90 m/min). dependiendo de la barrena y de la tubería de perforación. Los calculos para obtener la velocidad en el espacio anular depende de:

$$\text{Velocidad Anular} = \frac{\text{Gasto de la bomba (Barriles/min).}}{\text{Volumen Anular (Barriles/100 pies).}}$$

2.2.2.- DENSIDAD.- La densidad es el peso del lodo por unidad de volumen y tiene un efecto de flotación sobre las partículas. Aumentando la densidad del lodo aumenta la capacidad de acarreo a la superficie.

2.2.3.- VISCOSIDAD.- La Viscosidad tiene también gran significación en el acarreo de los cortes, ella depende de la concentración, calidad y dispersión de los sólidos suspendidos en el fluido.

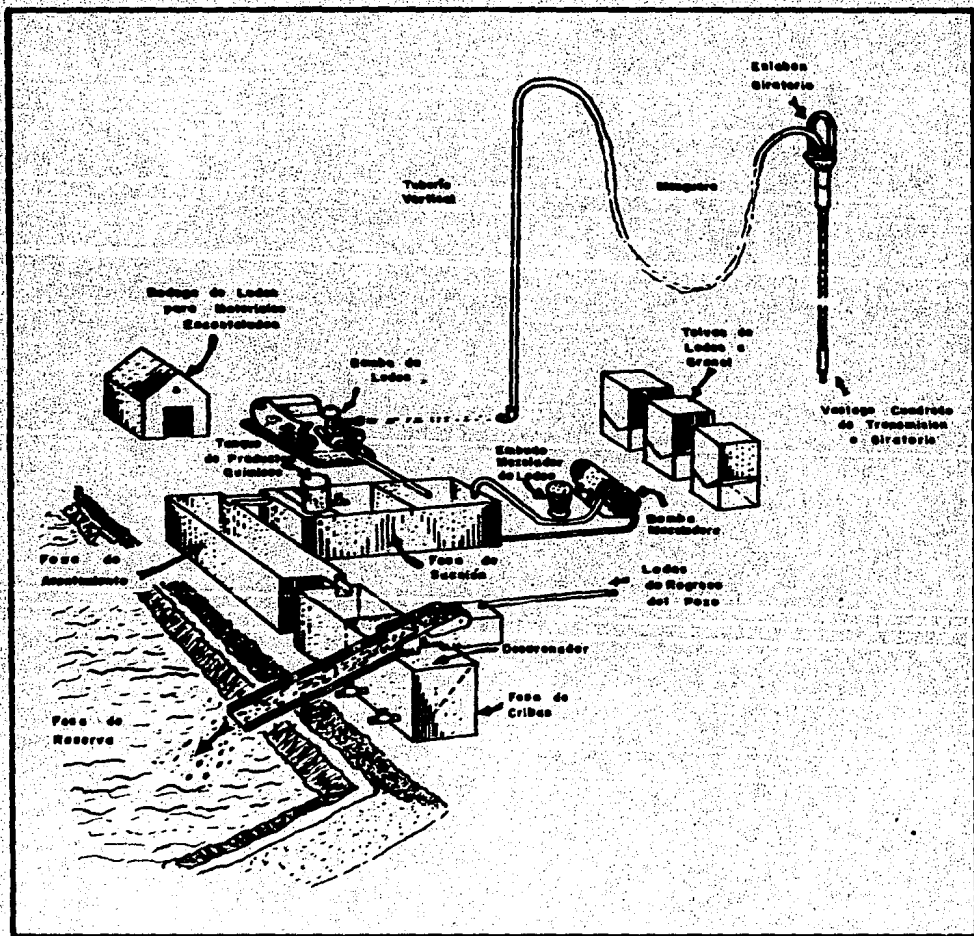
2.3.- ENFRIAMIENTO Y LUBRICACION.- Se genera una gran cantidad de calor por fricción entre la barrena y la tubería de perforación en contacto con la formación, por lo que se produce un intercambio de calor entre el fluido que entra por la tubería y el que sale por el espacio anular ya que el calor que se produce en los puntos de fricción, se disipa precisamente al salir el lodo a la superficie.

El lodo posee propiedades en bajo grado, la aplicación de -- aceite combinado con agentes emulsificantes, aumenta su lubricidad. Esto se manifiesta en la disminución de la fuerza de torsión, aumentando la vida de la barrena y reduciendo la presión del bombeo.

- 2.4.-**FORMACION DE PARED.**- Un buen lodo de perforación deberá depositar un enfarre en la pared del agujero para consolidar la formación y retardar el paso del fluido hacia la misma.
- 2.5.-**CONTROL DE PRESIONES DEBAJO DE LA SUPERFICIE.**- Es muy importante el control de las presiones, esto se logra ajustando las densidades del fluido de acuerdo a las presiones encontradas al perforar las distintas capas geológicas del subsuelo.
- 2.6.-**SUSPENSION DE CORTES Y ARENA CON SU RESPECTIVO DEPOSITO.**- Los buenos lodos de perforación tienen propiedades para mantener en suspensión los sólidos acarreados a la superficie debido a la gelatinosidad y tixotropía cuando se detiene la circulación después de continuada la circulación el lodo vuelve a sus condiciones de fluido y estas partículas se depositan en la temblorina junto con la arena. (13,15)
- 2.7.-**SOPORTE DEL PESO DE LA TUBERIA.**- Al aumentar la profundidad el peso soportado por el equipo de superficie va aumentando considerablemente. Debido a que la tubería de perforación está sumergida en el lodo, sufre un empuje de flotación de abajo hacia arriba -- igual al peso del volumen de lodo desplazado, por tanto un aumento en la densidad del lodo, aumentará el empuje y necesariamente reducirá el peso total soportado por el equipo de superficie.
- 2.8.-**PROTECCION DEL POZO Y SEGURIDAD DE OBTENER LA MAXIMA INFORMACION SOBRE EL MISMO.**- Se necesitan las propiedades óptimas del fluido de perforación para ofrecer la máxima protección a la formación, -- sin embargo algunas veces estas propiedades deben sacrificarse para obtener un conocimiento máximo de las formaciones penetradas, -- Así por ejemplo el aceite puede mejorar el comportamiento de un lodo y aún la producción del pozo, pero si interfiere con el trabajo del geólogo debe evitarse el aceite en el lodo de perforación,

por conveniencias de análisis geológicas. En las siguientes figuras - se presenta los principales componentes de un sistema de circulación de lodo de perforación, y el recorrido del fluido en el pozo:

COMPONENTES PRINCIPALES DE UN SISTEMA DE CIRCULACION DE Lodos



Sistema de Circulación de Lodo

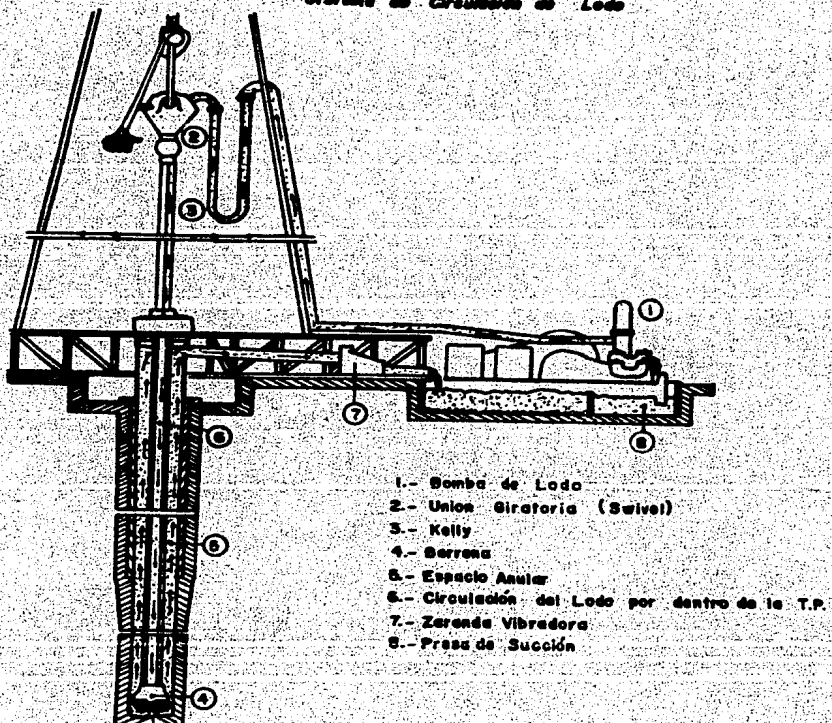


Figure 2

2.3. Lodos o Fluidos

2.3.1. Base Agua.

2.3.2. Base Aceite
(Emulsión Inversa).

2.3.1. FLUIDOS BASE AGUA.

La mayoría de los pozos se han perforado con fluidos - base agua.

Esto es resultado de la distribución universal del agua, su bajo costo, su compatibilidad con la vida humana y - en general por la naturaleza satisfactoria de tales - fluidos. (8)

Estos incluyen una amplia variedad de composiciones químicas, las cuales facilitan perforar un pozo a un costo mínimo. Algunas veces debido a diversas condiciones es - necesario adaptarlas a ser útiles disponiendo de agua - de mar o agua salobre en formaciones salinas.

El fluido más ampliamente usado es el de agua dulce, que está formado por agua-arcilla conteniendo un porcentaje de sal menor de uno por ciento (0 a 10,000 ppm), pero - puede sustituirse por otros fluidos como resultado de - las severas condiciones encontradas durante la perforación, es decir, altas temperaturas, contaminaciones debido a cemento, anhídrido, domos salinos, altas viscosidades y gelatinosidad debido a la hidratación y dispersión de las arcillas de las formaciones perforadas o elevada viscosidad como resultado de un gran contenido de salidos.

Los fluidos base-agua se clasifican de la manera siguiente

te: (8,13)

2.3.1.1. Fluidos de agua dulce (con menos de 10,000 ppm de sal)

- a). Pentoníticos sin tratamiento.
- b). Tratados con fosfatos, pH de 8.5.
- c). Tratados con tanino y sosa, pH de 8.5 a 9.5.
- d). Tratados con tanino y sosa, pH de 12.5 En mados lodos rojos.
- e). Tratados con lignosulfonatos y sosa, pH de 9.0 a 9.5.

2.3.1.2. Fluidos salados.

- a). De agua salobre (10 a 30,000 ppm de sal).
- b). De agua de mar (aproximadamente 30,000 ppm de sal).

2.3.1.3. Cálccicos, cerca de 120 ppm de calcio:

- a). Cálccicos tratados con lignosulfonato de calcio o con taninos.
- b). Bajo de calcio.
- c). Base yeso, tratados con lignosulfonato.
- d). Base cloruro de calcio.

2.3.1.4. Fluidos de bajos sólidos.

2.3.2. LODOS BASE ACEITE (EMULSION INVERSA).

2.3.2.1. DEFINICION.

La mayor parte de los lodos de perforación son suspensiones coloidales y/o emulsiones que se

comportan como fluidos plásticos o no newtonianos en difusión. (10)

Los lodos de Emulsión Inversa, son el resultado de la mezcla de dos fases separadas (aceite-agua), más un agente emulsificante que tiene la propiedad de cambiar tensión de la interfase aceite-agua. En este tipo de fluidos, el agua en forma de gotas finamente dispersa está emulsionada en el aceite formando la fase interna o discontinua, siendo el aceite la fase externa o continua.

EMULSION INVERSAS.

El término emulsión define a un sistema coloidal en el que un líquido en forma de gotas muy finas está dispersando en el seno de otro líquido, sin existir solubilidad mutua entre ambos, es decir, son inmiscibles (No-mezclables).

El método más simple de hacer una emulsión sería agitar una mezcla de dos líquidos inmiscibles. Al agitar un aceite con agua, el líquido puede ser dispersado en gotas (emulsión mecánica), esta emulsión no es estable porque las gotas fluyen rápidamente juntándose nuevamente y los líquidos se separan en dos capas. La facilidad con la cual dos líquidos inmiscibles se pueden emulsificar, aumenta a medida que la diferencia entre las tensiones superficiales disminuye. Sin embargo, estas emulsiones tienen siempre baja estabilidad.

Para lograr la estabilidad de una emulsión, es necesario la intervención de agentes emulsi-

cantes y estabilizadores entre las interfases de los líquidos, siendo muy numerosos y variados y están clasificados en varios grupos, de los cuales el más grande y significativo es de jabones y detergentes. La característica esencial de los emulsificantes es de combinar en su molécula un radical lipofílico grande - que tiene una gran afinidad por el aceite, - mientras que la cabeza polar de la molécula, la tiene el agua como se observa en la figura 3.

La estabilidad de las emulsiones depende principalmente de dos factores:

1. Espesor y compactibilidad de la película protectora (capa de la interfase).
2. De la carga eléctrica de las gotas o de la película.

Además contribuyen a dicha estabilidad: El tamaño de las gotas la reducción entre la diferencia de densidades de las fases la viscosidad de la fase continua y de la emulsión formada.

Estrictamente hablando, una emulsión es estable mientras no se unan las gotas de la fase externa. Algunos investigadores sostienen que el tipo de la emulsión está determinando por la fase que mejor solvente sea para el agente emulsionante, sugieren por ejemplo que si la adsorción del agente emulsionante disminuye la tensión superficial de la interfase del todo correspondiendo al agua mayor proporción a la del

aceite tendremos una emulsión de aceite en agua, así pues corresponderá siempre la mayor tensión superficial a la fase dispersa, en este caso el aceite.

Pero si por el contrario, la adición del emulsificante disminuye en mayor proporción a la tensión superficial del aceite, entonces tendremos una emulsión de agua en aceite, (por corresponder al agua mayor tensión superficial).

Se puede distinguir dos tipos de emulsiones:

Acete-Agua y Agua-Acete, las primeras conducen la corriente eléctrica y pueden ser diluidas con agua y coloreadas con colorantes solubles en agua, además de considerarseles electrolíticas, se pueden diluir con aceites y líquidos lipofílicos y solamente pueden ser coloreadas con colorantes solubles en aceite.

TEORÍA

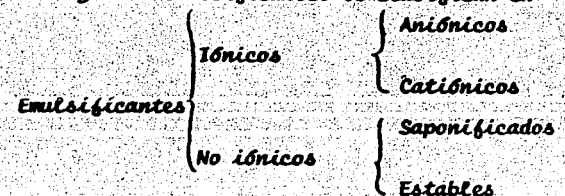
2.3.2.2. EMULSIONANTES Y ESTABILIZADORES.

Estos permiten mantener la estabilidad de la emulsión, tienen la propiedad de disminuir la tensión superficial o interfacial de los líquidos que forman la emulsión, al punto que el agua llega a tener mayor tensión superficial al ser agitada la mezcla, se forman pequeñas gotas que son dispersadas en el aceite. Son por lo general jabones cálcicos (estearatos de calcio), producto de la reacción de saponificación de un ácido graso de alto peso molecular con hidróxido de calcio. Como ácido graso puede usarse el linolico de los agentes vegetales, o aceite de pino. (1)

En la figura #4 se representa a las moléculas de jabón agrupadas sobre la superficie de las gotas de aceite dispersadas formando una capa protectora, en la cual las colas de hidrocarburo de la molécula de jabón están sumergidas en la gota aceitosa, mientras las cabezas polares están dentro del agua.

Esta capa protectora entorpece la unión de las gotas confiriendo a la emulsión mayor estabilidad, el espesor de esta película, figura #4 y 5, es variable, llegando en algunos casos como la albumina, a tener un espesor monomolecular de 13.5 angstroms. Estas gotas, cuyas superficies están cubiertas con moléculas de jabón, están sin embargo cargadas eléctricamente por los grupos carboxilos ionizados del jabón, por eso las gotas se repelen entre sí antes de chocar.

Los agentes emulsificantes se clasifican en:



Los Iónicos constan de un grupo lipofílico orgánico y un grupo hidrófilo. Los aniónicos y catiónicos como su nombre lo indica, son aquellos que debido a sus cargas emigran hacia el ánodo o hacia el cátodo cuando son puestos en un campo eléctrico.

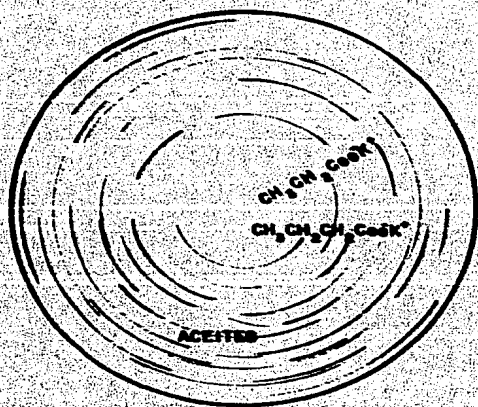


Figura No. 3. Gota de aceite en una emulsión protegida por una capa de moléculas de jabón. Las colas lipofílicas de las moléculas de jabón están sumergidas en el aceite, las cabezas polares se extienden hasta la fase acuosa. (medio de dispersión).

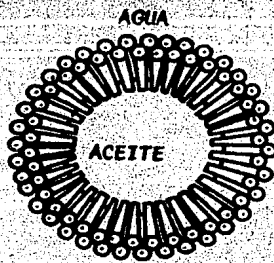


Figura 4.- Orientación molecular de las de las moléculas de jabón estabilizadas en emulsión Aceite en agua

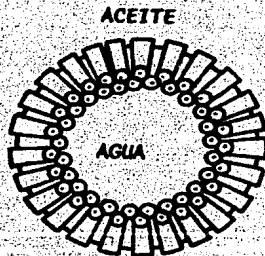


Figura 5.- Inversión de las fases de una emulsión estabilizada con un jabón de sodio al agregar cloruro de calcio.

Los no iónicos, son totalmente covalente y no tienen tendencia a la ionización, siendo por lo tanto más estables.

2.3.2.3. ASENTAMIENTO Y ROMPIMIENTO DE LAS EMULSIONES.

La diferencia entre estos dos estados de la emulsión, es que el asentamiento la separación de las dos fases es incompleta. Las gotas del aceite dispersado se separan lentamente en una capa más concentrada, debido a la diferencia de densidades entre el aceite y el agua, sin embargo las gotas no se unen en tal asentamiento. Este se puede facilitar por centrifugación o por incremento de densidad de la fase continua, agregando una sustancia que interacciona con los componentes para que sea soluble en la fase continua.

Inversamente, este asentamiento se puede prevenir o desaceletar, entre otras cosas, sustancias que aumenten la viscosidad de la fase continua, etc.

En el rompimiento, la separación de las dos fases es total y es de mucha importancia en la industria para la recuperación de los ingredientes de las emulsiones lograndose por medios físicos y químicos. Entre los primeros se incluyen el calentamiento, centrifugación, electroforesis e irradiación con ondas ultrasónicas, entre las segundas, es usual agregar el agente de efecto contrario, por ejemplo:

Las sustancias que producen emulsiones aceite-agua rompen las emulsiones Agua-Aceite y vice-

versa. Las gotas en las emulsiones Aceite-Agua están usualmente cargadas negativamente, rompiéndose por la adición de sales, las emulsiones Agua-Aceite, se rompen agregando jabones - de sodio o aceites sulfonados. Aunque algunas veces la separación de las fases se logra absorbiendo el material dispersado en carbón activado u otro adsorbentes.

Las emulsiones de las grasas o de los aceites grasos, se pueden romper, agregando ácidos, - los iones hidrógeno añadidos disminuyen la disociación de los grupos carboxilo sobre las - superficies de las gotas, reduciendo las cargas y favoreciendo su unión. Por otro lado los alcalis son buenos agentes emulsificantes para las grasas y aceites grasos. (8, 13)

2.3.2.4. FENOMENOS DE DIFUSION OSMOTICA PRODUCIDOS POR LOS FLUIDOS DE EMULSION INVERSA.

El fenómeno de difusión osmótica en los lodos de aceite fue observado en pruebas de laboratorio realizadas con luitas hidrofílicas, estas - observaciones demostraron que el lodo tiene la propiedad de desarrollar fuerzas osmóticas en contra de la formación, con el resultado de - que se extrae agua de las luitas siempre y - cuando una cantidad suficiente de sal esté disuelta en la fase acuosa del lodo. Las pruebas demostraron que la deshidratación de las luitas depende de la concentración del electrolito presente, tanto en el lodo como en la luita.

La deshidratación y subsecuente endurecimiento de la misma, ocurre solo cuando la concentración de sal en la fase acuosa del lodo de aceite es mucho mayor que la concentración de sal en el agua de la lutita.

Por el contrario, la lutita que contiene mayor concentración salina que la fase acuosa del lodo, muestra un aumento en el contenido de agua o se desintegra completamente dispersándose cuando se somete en agua potable. En este caso, el agua emigra del lodo de aceite hacia la lutita.

Muy pequeña cantidad de agua emigra en estas pruebas cuando la salinidad del lodo y la lutita son casi iguales. El grado de deshidratación fue relacionado con la diferencia de concentración salina entre el agua de hidratación de la lutita y el agua del lodo de aceite. Las pruebas de laboratorio demostraron que la emigración de agua se debe a la ósmosis.

Ósmosis es el flujo del solvente de una solución de menor concentración a una solución de mayor concentración a través de una membrana semipermeable. La película interfacial que rodea a cada partícula emulsionada de un lodo de Emulsión Inversa funciona como una membrana semipermeable. Los experimentos de laboratorio comprueban que las propiedades de la membrana son proporcionada por los emulsificantes derivados de los ácidos grasos usados como ingredientes en este tipo de lodos.

En el diagrama de la figura # 6 se ilustra el mecanismo básico de la ósmosis; se considera que cada gota de agua cubierta por la película que rodea a cada gota de agua emulsificada en los lodos de aceite llega a ser, en esencia una celda osmótica cuando está en contacto con el agua de la formación. (6)

La presión osmótica de un lodo de Emulsión Inversa en contacto con la formación de lutitas puede ser calculada por medio de la siguiente fórmula:

$$TT = RT (D_1 M_1 V_1 - D_2 M_2 V_2)$$

Donde:

TT = Presión osmótica (atmósferas).

T = Temperatura absoluta en grado Kelvins ó Grados Centígrados.

R = Constante general del estado gaseoso.

V_1 = Número de iones por mol en la fase acuosa del lodo.

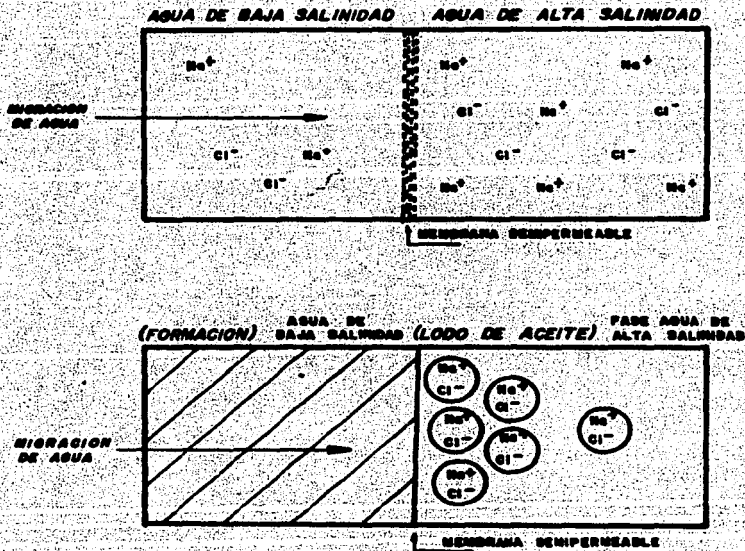
V_2 = Número de iones por mol en la lutita.

D_1 = Coeficiente de ósmosis de la solución salina del lodo.

D_2 = Coeficiente de ósmosis de la solución salina de la lutita.

M_1 = Concentración salina de la fase acuosa - del lodo de Emulsión Inversa expresada en Molaridad.

M_2 = Concentración de sal en la lutita, expresada en Molaridad.



MECANISMO OSMOTICO

Figura 6

Así pues la presión osmótica que puede ser ejercida por lodos de Emulsión Inversa contienen diferentes concentraciones de sal disueltas en contra de formaciones de lutitas hidratadas, están tabuladas en la tabla 1. Los datos tabulados muestran que grandes fuerzas osmóticas pueden ser obtenidas incrementando la concentración de sal en la fase acuosa de 24, 400 lb/pulg² (1,715 Kg/cm²) ejercida contra una formación de lutitas hidratada con agua simple, usando lodo con fase acuosa de solución saturada de cloruro de calcio.

TABLA 1 PRESIONES OSMOTICAS DE UN LODO DE ACEITE

| CONCENTRACION DE SAL DISUELTA | PRESION OSMOTICA PSI |
|-------------------------------|-------------------------|
| Cloruro de Calcio, PPM | |
| 52,600 | 500 |
| 100,000 | 1,100 |
| 182,000 | 3,000 |
| 250,000 | 3,800 |
| 307,000 | 9,400 |
| 357,000 | 13,900 |
| 400,000 | 16,100 |
| 456,000 (saturación) | 24,400 |
| Cloruro de Sodio, PPM | |
| 105,000 | 1,400 |
| 149,000 | 2,200 |
| 189,000 | 3,200 |
| 226,000 | 4,300 |
| 268,00 (saturación) | 5,300 |

Calculada para un lodo de aceite contra lutita de agua dulce, a 25°C.

III.- ANALISIS FISICOS Y QUÍMICOS DE LOS LODOS DE EMULSION INVERSA:

3.1. Analisis Fisicos:

Densidad, Viscosidad Marsh, Viscosidad Aparente, Viscosidad Plástica, Punto de Cedencia, Gelatinosidad, Filtrado A.P.I. (Temperatura ambiente, baja presión), - Filtrado A.P.A.T. (alta presión, Alta temperatura).

3.2. Analisis Químicos:

Contenido de Aceite, Agua Sólidos, Estabilidad de la Emulsión, Salinidad.

Las propiedades físicas y químicas de un lodo de perforación deben ser controladas debidamente para asegurar un desempeño adecuado del lodo durante las operaciones de perforación. Estas son verificadas sistemáticamente en el pozo y se registran en un formulato denominado Informe de Lodo API. (11,13).

El sistema de Emulsión Inversa es muy fácil de controlar si se toma en cuenta que sus propiedades reológicas están íntimamente ligadas a la relación aceite/agua.

Ejemplo:

A). -A menor relación aceite/agua mayores valores reológicos.

B). -A mayor relación aceite/agua menores valores reológicos

Las propiedades que son necesarias conocer -- para un buen mantenimiento son:

5.1.1. D E N S I D A D.

La determinación y control de las densidades de los lodos es esencial para el desempeño -- de algunas fundiciones básicas, tales como la de evitar que el flujo de hidrocarburos y otros fluidos entren al pozo y evitar derrumbes. Si se quiere aumentar el peso es conveniente agregar junto con la barita calculada las cantidades requeridas de diesel-Dril-G, -- agua salada y Drillex-Drilox para mantener la adecuada relación aceite/agua de acuerdo a la nueva densidad del lodo, y si se quiere disminuir, es necesario agregar al volumen total -- del lodo con que se está trabajando, un volumen adicional conocido de diesel-Dril-G, electrolito, Drillex y Drilox de acuerdo a los siguientes datos:

| | | |
|-------------------------|---|---------|
| Diesel Dril-G en litros | = | F x 480 |
| Drillex en litros | = | F x 20 |
| Electrolito en litros | = | F x 500 |
| Drilox en Kgs | = | F x 30 |

Donde F es un factor multiplicativo de proporcionalidad que para encontrar y facilitar el

calculo de este se sugiere las siguiente ecuación

$$F = V_0 \frac{(D_i - D_f)}{(D_f - 0.92)}$$

en donde:

F = Factor de proporcionalidad.

V₀ = Volumen original en metro cúbico.

D_i = Densidad inicial en gr/cc.

D_f = Densidad final en gr/cc.

En tanto que la fórmula para encontrar el peso de la barita es:

$$P_{ba} = \frac{V_t (D_f - D_i)}{\frac{1 - D_f}{D_{ba}}}$$

Siendo:

P_{ba} = Peso de barita.

V_t = Volumen total.

D_i = Densidad inicial.

D_f = Densidad final.

D_{ba} = Densidad de la barita.

Esta fluido trabaja con densidades entre 0.95 a 2,40 gr/cc. Para determinarla se ha adoptado el uso de la balanza Baroid no. 140 con un rango de densidades de 0.72 a 2.88 gr/cc., figura no. 7.

3.1.2. PROPIEDADES REOLOGICAS.

Se denomina así debido a que la ciencia que estudia las propiedades de los fluidos semi-plásticos, se llama Reología. (5,8)

Las propiedades reológicas de los fluidos de perforación son:

La viscosidad aparente (V_a), Viscosidad plástica (V_p), Punto de cedencia (P_c) y la gelatinosidad.

Todos los fluidos siguen un patrón de flujo definido y algunos pueden clasificarse como Fluidos Newtonianos y No Newtonianos. Cuando se miden líquidos como agua, glicerina o aceite delgado con un viscosímetro rotatorio, al graficar el esfuerzo de fricción o de deformación ejercido a diferentes velocidades, producirá una línea de consistencia recta que pasa por el origen y cuya pendiente es la viscosidad absoluta.

Si se hace una gráfica similar con los fluidos de perforación se obtiene una línea de consistencia curva no pasa por el origen y cuya pendiente en cada punto es la viscosidad aparente por lo tanto; los fluidos de perforación son no newtonianos.

El fenómeno causante de que la intersección ocurra en otro punto diferente del origen; se debe a la mínima fuerza necesaria para iniciar el flujo. Cuando la fuerza aplicada se excede del valor del punto de cedencia, iguales incre

mento de fibración serán producidos por iguales incrementos de fuerzas y el sistema adquiere el patrón de flujo de un fluido newtoniano.

3.1.2.1 VISCOSIDAD MARSH

La viscosidad es la resistencia al flujo que tienen los líquidos, la cual es causada por la atracción entre sus moléculas. (1)

A mayor resistencia a fluir, mayor será su viscosidad.

Para medir la viscosidad Marsh se utiliza el embudo marsh y una taza graduada de 1000 ml. - figura no. 8. Esta viscosidad la podemos definir como el tiempo en segundos que tarda en escurrir un litro de lodo a través de un embudo marsh.

Para reducir la viscosidad basta agregar diesel - Dril-G.

Para aumentarla, deberá agregarse agua salada. En ambos casos serán necesarias las cantidades correspondientes de Drillex-Drilox de acuerdo con la tabla III.

3.1.2.2 VISCOSIDAD PLÁSTICA.

La viscosidad es la parte de la resistencia al flujo causada por fricción mecánica, dada en cps. Esta fricción ocurre entre los sólidos -

del fluido, y en el caso de las Emulsiones Inversas, la fricción también es producida por las gotas de agua dispersa en el aceite. Se obtiene restando la lectura de 300 a la lectura de 600 rpm, en el viscosímetro Fann, (figura 9), y viene dada en c.p.s.

La viscosidad aparente se obtiene dividiendo la lectura a 600 rpm entre 2 y va en proporción con la viscosidad Marsh. En el diagrama # 1 se encuentran los valores de la viscosidad plástica y punto de cedencia recomendado para el control del lodo en el campo. (8)

3.1.2.3. PUNTO DE CEDENCIA.

El punto de cedencia o valor inicial del esfuerzo de corte se debe a una propiedad de estructuración por cargas químicas residuales, de las partículas coloidales en suspensión, originando que los líquidos plásticos en reposo adquieran una consistencia gelatinosa la cual desaparece por agitación. A esta propiedad se le denomina Tixotropía. (8)

El punto de cedencia es una medida de las fuerzas de atracción electroquímica de las partículas existentes en el fluido, estas fuerzas son el resultado de las cargas positivas y negativas que hay en la superficie de las partículas. Se obtiene restando la viscosidad plástica a la lectura de 300 rpm.

Ejemplo: $P_c = \text{Lec. } 300 - V_p$.

y se expresa en lb/100 ft²

3.1.2.4. GELATINOSIDAD.

La gelatinosidad es una medida de las fuerzas de atracción de los fluidos en condiciones estáticas, Esta denota las propiedades tixotrópicas de los fluidos. El control del poder de suspensión en sistemas Drllex requiere suficiente fuerza de la gelatinosidad para la correcta suspensión de la barita.

La fuerza de gelatinosidad previene también el asentamiento de los cortes cuando se interrumpe la circulación, en el sistema Drllex, entre mayor sea la relación de gelatinosidad a 0 y los minutos, el poder de suspensión es mayor. Se obtiene con el Viscosímetro Fann. Y se expresa en lb/100 Ft². (8)

3.1.3. FILTRADO A.P.I. Y FILTRADO A.P.A.T.

Dentro de las propiedades importantes de los fluidos de control, tenemos también el filtrado o pérdida de líquido (agua, aceite o ambos según el tipo de fluidos de control).

El filtrado es la medida de la cantidad de líquido que el fluido de control hacia las formaciones permeables, para determinarlo se utilizan, el filtro prensa de baja presión para la prueba A.P.I. fig. 10 y el filtro prensa de alta presión y alta temperatura para la prueba A.P.A.T. fig. 11.

Filtrado A.P.I. , normalmente en el sistema Drillex se caracteriza por tener un filtrado muy bajo (aceite) o de cera al hacerlo con la norma A.P.I.

Filtrado A.P.A.T., es más importante que el filtrado A.P.I. y se lleva a cabo a una presión de 500 lb/psi (35.1 Kgs/cm²) y la temperatura de 300°F (149°C). Los resultados de esta prueba nos indican de una manera clara la estabilidad del lodo. El filtrado A.P.A.T. debe ser totalmente aceite.

Si hay presencia de agua, es señal que la emulsión no es estable y deberá corregirse de inmediato con Drillex-Drilox. (13)

3.2. ANALISIS QUÍMICOS:

3.2.1. CONTENIDO DE ACEITE, AGUA Y SÓLIDOS.

Es de gran importancia conocer las relaciones que existen entre el aceite, agua y sólidos para un mantenimiento adecuado, ya que los cambios están regidos por la variación en los porcentajes de los tres.

La determinación del contenido de llquidos y sólidos de los fluidos de Emulsión Inversa se efectúa por la destilación, (utilizando la Retorta Bannoid No. 870 Fig. 12). Esta consiste de una cámara de calentamiento donde se introduce el fluido a analizar. Cuando la destilación ha sido completa se lee el porcentaje del aceite y del agua directamente en la probeta, la fracción no destilada que queda en la retorta es el tanto por ciento correspondiente a los sólidos, incluyendo los disueltos en la fase acuosa de la emulsión (sales). La relación aceite-agua es la que existe entre los porcentajes del aceite y del agua con respecto a la fase llquida de la emulsión, todos estos datos tienen sus valores adecuados para cada densidad, dichos valores se encuentran en el diagrama No. 2. Para conocer la relación aceite-agua se utilizan los valores obtenidos con

la retorta (porcentaje de aceite y porcentaje de agua) y se aplican las siguientes ecuaciones que expresan y relacionan el grado de proporcionalidad:

$$\text{Aceite} = \frac{100 \times L_d}{L_d + L_a}$$

$$\text{Agua} = \frac{100 \times L_a}{L_d + L_a}$$

Donde:

L_d = Lectura de aceite (en la retorta)

L_a = Lectura de agua (en la retorta)

Para mayor efectividad en el control del lodo, se recomienda mantenerlo más o menos de los valores de relación aceite-agua recomendados en la tabla correspondiente, según la densidad con la que se está trabajando.

Incremento de la relación Aceite/Agua.- Para calcular el Diesel-Drill-G en M^3 que se debe agregar para aumentar la relación a un valor determinado, se aplica la siguiente ecuación en función de los valores del por ciento de la relación de agua, ejemplo:

$$V_a = \frac{V_o \times r_{a_1}}{r_{a_2}} - V_o$$

en donde:

V_a = Volúmen de diesel-Drill-G a adición
nar en metros cúbicos.

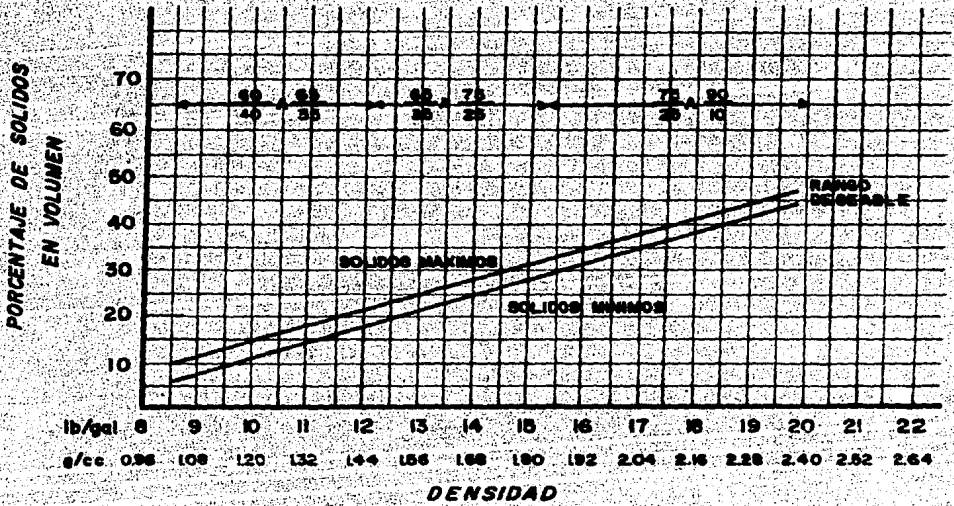
V_o = Volúmen del lodo original en me--
tros cúbicos.

ra_1 = % relación de agua original.

ra_2 = % relación de agua requerida.

Al agregar el Diesel-Drill-G hay que te
ner precacución de agregar a la vez las
proporciones de Drillex-Drilox y Barita
de acuerdo con la tabla No. III.

DIAGRAMA #1



LIMITES DE VARIACION DE LOS VALORES DE RELACION ACEITE-AGUA Y % DE SOLIDOS (EN VOLUMEN) A DIFERENTES DENSIDADES

3.2.2. ESTABILIDAD DE LA EMULSION.

La emulsión prueba (Tester Fig. 12), se usa para determinar la estabilidad de la emulsión midiendo el poder dieléctrico del sistema. Esta determinación se hace por inmersión de los electrodos en el fluido y aumentando el voltaje, hasta que el paso de la corriente queda establecido. El voltaje necesario para que se produzca el flujo de corriente debe notarse, si la lectura es de 80 o más puede considerarse suficiente. Esta prueba no necesariamente indica las condiciones óptimas de la emulsión. (10)

3.2.3. SALINIDAD.

Es de suma importancia la determinación diaria de la misma en la fase acuosa de los Lodos de Emulsión Inversa, ya que manteniendola en un rango adecuado de la formación que se está perforando, se previene la hidratación orrbtica.

El método que se utiliza actualmente es el siguiente: (10)

- a.- Con una jeringa se toma 1 cc. de muestra del Lodo de Emulsión Inversa, el cual se coloca en un vaso de precipitado.
- b.- Se le agregan 10 cc. de alcohol iso--

propollico y se agita durante 1 minuto

c.- Inmediatamente que se rompa la emulsión (cuando se han acentado los sólidos), se toma una muestra de 1 cc. de la mezcla de alcohol y agua (el agua proviene de la emulsión rota).

d.- El cc. de la mezcla es colocado en un matraz ertenmeyer y se le agregan 5 gotas de fenolftaleína, si da coloración rosa, se neutraliza la solución con H_2SO_4 , 0.02 normal, hasta decoloración de la muestra. Se le puede agregar un poco de agua destilada para apreciar mejor el vire. Se le agregan 4 gotas de cromato de potasio.

e.- Se titula con nitrato de plata 0.028 normal, hasta dar rojo ladrillo anotándose el volumen gastado.

f.- La salinidad se calcula de la siguiente manera:

Como el lodo se utiliza solamente NaCl para este tipo de emulsión tenemos:

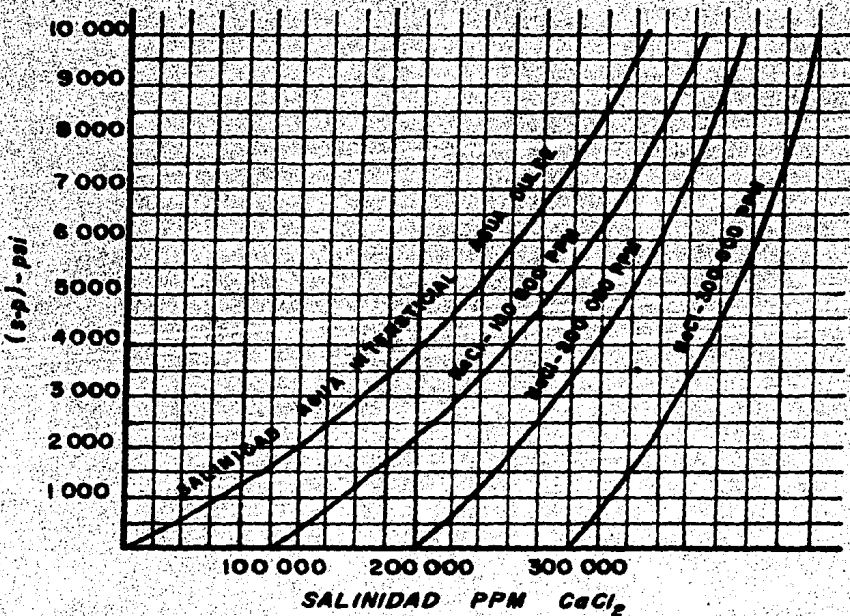
ppm-NaCl =

$$\frac{\text{Vol. AgNO}_3 (1000) (10 + \text{Fracc H}_2\text{O}) (1.65)}{1.20}$$

Fracc, de agua.

En el diagrama no. 2 se da la cantidad de salinidad requerida para lodos base aceite.

DIAGRAMA N.º 2.



SALINIDAD REQUERIDA PARA LODOS BASE ACEITE

3.2.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS LODOS DE EMULSION INVERSA.

Para evaluar adecuadamente la decisión de perforar con un lodo de Emulsión Inversa, a continuación se enumeran las ventajas - que nos reportarla su utilización a saber: (1, 10, 11)

a VENTAJAS.

- 1ro. Mayor resistencia a los contaminantes y consecuentemente mayor estabilidad.*
- 2do. Filtración a la formación baja, siendo de diesel o emulsión, disminuyendo por tanto el peligro de derrumbes.*
- 3ro. Diámetro del agujero uniforme, facilitando las operaciones de pesca, evitandolas en agujeros agrandados por la dispersión de lutitas o arcillas - deleznales.*
- 4to. Mayor seguridad de perforar, disminuyendo las pegadas de tubería por presión diferencial.*
- 5to. Mayor lubricación al sistema.*
- 6to. Menos cambios de barrena y consecuentemente menos desgaste del equipo.*
- 7to. Disminución del torque de la tubería.*
- 8vo. Alta resistencia a las presiones y - temperaturas elevadas.*
- 9no. Protección a las formaciones productoras.*

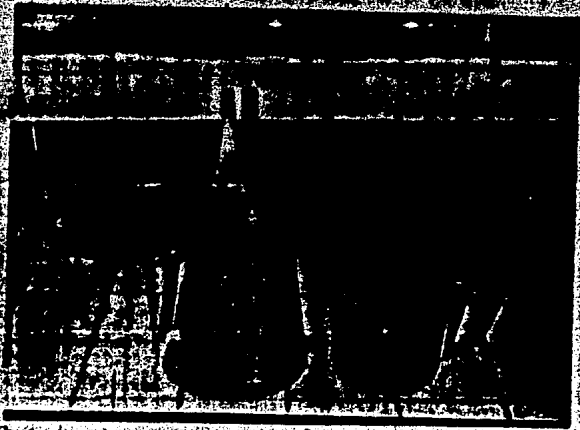
- 10mo. Mayor eficiencia del programa hidráulico, por reducción del coeficiente de fricción.
- 11vo. Sirven como fluido empacantes, facilitando las recuperaciones de tubería en caso necesario.
- 12vo. Facilidad de control, permitiendo que el chango disponga de más tiempo para dedicarse a las bombas, temblorinas, etc.

b. DESVENTAJAS.

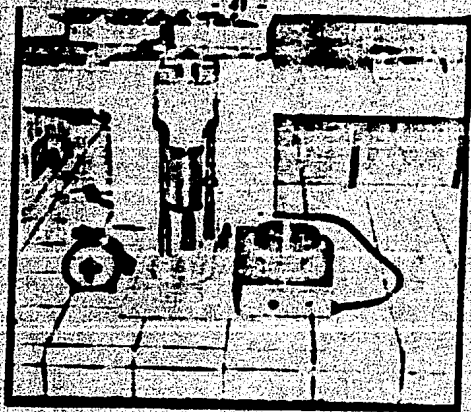
- 1ro. Su alto costo en comparación de los lodos base agua.
- 2do. Dañan las partes de hule que entran en contacto con ellos.
- 3ro. Por su fase continua de aceite crean pésimas condiciones de higiene y seguridad industrial.
- 4to. Disminuyen la velocidad de penetración de las barrenas.
- 5to. Deben cubrirse las presas para evitar la contaminación con el agua de lluvia, también es necesario mantener todas las válvulas de agua cercana perfectamente cerradas para no permitir escurrimiento en ellas.



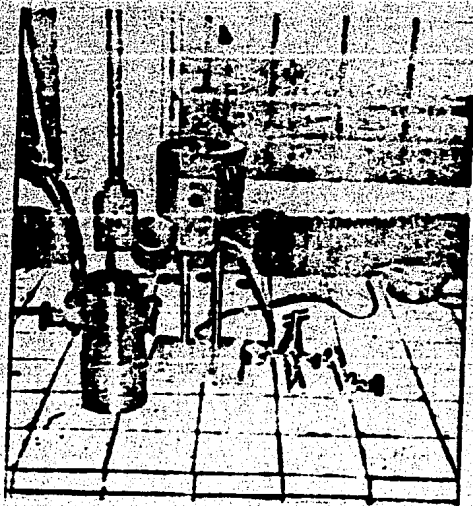
EMERSON & CO.



EMERSON & CO.



VISCOSIMETRO

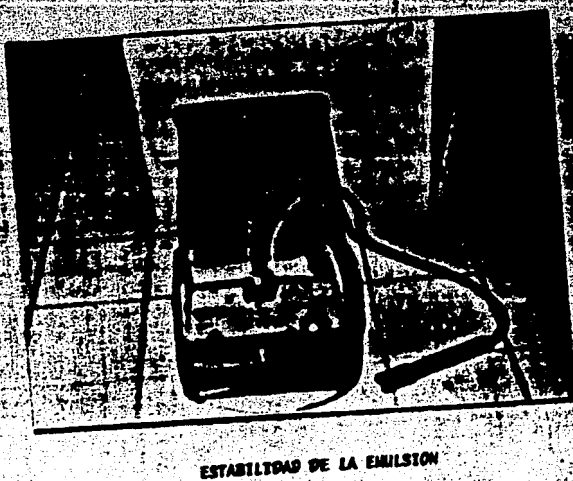


FILTRO PRESIÓN DE ALTA TEMPERATURA

TESIS CON TAPA DE ORO



RETOYA PARA LECTURA Y ESCRIBIR



ESTABILIDAD DE LA EMULSION



REYOTA PARA LIGANDOS Y SOLIDOS



ESTABILIDAD DE LA EMULSION

CAPITULO IV

IV. Tipos de Emulsiones inversas utilizadas actualmente en los Pozos - Petroleros en el area de Villahermosa, TAB. (5)

Se utilizaban anteriormente otros tipos de emulsiones las llamadas: Sistema Invermul, el Sistema Drillex, Sistema Preteril y el Sistema Perfeil, en este caso hablaremos primero del Sistema Drillex:

Actualmente el primero no se usa por ser la mayoria de sus componentes de importación provocando un mayor costo en la perforación por lo tanto hablaremos del segundo que es uno de los que actualmente se usa en México.

4.1.1. COMPOSICION DEL SISTEMA DRILEX.

Este sistema está constituido por las siguientes sustancias que son: A) Drillex, B) Drillex, C) Aceite diesel, D) Agua, - E) Barita, y F) Drill-G como material complementario. (2,8,17)

- A) Drillex, es un emulsificante básico líquido viscoso de color café obscuro constituido por una mezcla de ácidos grasos de alto peso molecular, que son extraídos de aceites vegetales.
- B) Drilox, emulsificante complementario sólido, es un Óxido de Calcio, envasado en sacos de polietileno de 50 Kgs. - que protege al material de la humedad atmosférica. Proviene de la calcinación del CaCO_3 .
- C) Aceite diesel, representa la fase continua del sistema y su porcentaje volumétrico varía de un 40 a 80%. El aceite diesel cuya gravedad específica es de 0.825 a 0.865 - - gr/cc. se obtiene a partir de aceite crudo, por separación de destilados ligeros y de mezclas de destilación - residuales y productos secundarios de refinería.

D) Agua esta es salina con de NaCl (250,000 ppm), ocupa un porcentaje volumétrico en el sistema que varía del 20 al 4%.

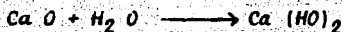
E) Barita, (BaSO_4), es el producto más usado como material densificante, por que además de ser insoluble en agua y en aceite, su elevada densidad promedio de 4.25 gr/cc. da con mayor cantidad, mayor densidad que otros productos.

Este material viene en sacos de 50 Kgs.

F) Drill-G, es un aditivo gelante asfáltico sólido que se usa para mejorar la calidad del diesel y estabilizar el punto de cedencia con altas temperaturas.

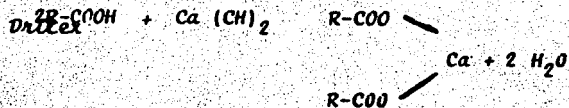
4.1.2. MECANISMO DE FORMACION DE LA EMULSION INVERSA.

Por medio de agitación, el agua se dispersa en la fase continua (diesel), formando una emulsión mecánica. Para dar la estabilidad química a esta emulsión, se agrega el CaO (drillex), el cual proviene de la calcinación del CaCO_3 .



el CaO reacciona con el agua dispersada formando una lechada de hidróxido de calcio. Posteriormente se agrega el ácido graso (drillex), el cual reacciona inmediatamente con la lechada de cal formando el jabón cálcico que rodea a las partículas de agua impregnándolas y evitando que se atraigan entre sí y rompiendo la emulsión (En la Emulsión Inversa el drillex tiene como base la reacción química existente entre el ácido graso (carboxílico monobásico) y el -

(hidróxido de calcio)



Pueden decirse que las capas de jabón cálcico son semipermeables, ya que son solubles en el aceite-diesel e insolubles en el agua, y permiten el fenómeno de difusión osmótica provocado por la diferencia de concentraciones de sal entre el agua de la emulsión y el agua de la formación. El material densificante (Barita) es sostenida por el jabón cálcico que rodea a cada una de las gotas de agua.

Cuando en este sistema se usa CaCl_2 en lugar de NaCl en la fase acuosa, al agregar la cal viva, esta no logra, en gran cantidad reaccionar con el agua dispersada para formar la lechada básica de la reacción principal del sistema, dando una emulsión de baja estabilidad en virtud del efecto del ion común que reprime la reacción. El uso de esta sal requiere de pruebas de laboratorio, mezclando la cal y el cloruro de calcio previamente en agua para después proceder a preparar la emulsión. No obstante, este sistema ha trabajado satisfactoriamente con cloruro de sodio en la fase acuosa en un porcentaje promedio del 15%, además el NaCl es mucho más barato que el CaCl_2 importado. La ventaja del CaCl_2 radica en su mayor solubilidad y por lo tanto, facilita la obtención de la salinidad necesaria.

4.1.3. METODO DE PREPARACION DE UN LODO DRILEX PARA PERFORACION.

Para realizar las pruebas en el laboratorio se utiliza un litro de lodo de emulsión inversa:

675 ml de Diesel
30 gr de Dril-G
50 ml de Drilox
144 ml de salmuera (NaCl)
50 gr de Drilox
144 ml de salmuera (NaCl)

para agregar una sustancia después de la otra siempre hay que dejar un tiempo de 15 minutos para que se homogenice cada sustancia.

A nivel campo se sugiere seguir los seis pasos indicados a continuación haciendo previamente los cálculos de acuerdo a la tabla I.

1. Poner a las presas el volumen diesel Dril-G calculando.
2. Agregar el Drillex necesario (agitando).
3. Agregar la mitad de agua salada preparada al 5% de NaCl.
4. Agregar el Drilox (agitando).
5. Agregar el resto del agua salada (agitando).
6. Ajustar la densidad con borita (agitando siempre).

Las cantidades de materiales necesarios para preparar un metro cúbico de lodo se encuentran especificados en la tabla I y en la tabla II.

TABLA 1

| CANTIDADES SUGERIDAS DE REACTIVOS PARA PREPARAR | | | | | | |
|---|--------|--------|-----------|--------|--------|-------------|
| 1 m ³ DE LODO DRILEX RESISTENTE A | | | | | | |
| 3000 o 20000 lb/pulg ² . | | | | | | |
| DENSIDAD | | DIESEL | DRIL-G | DRILEX | DRILOX | ELECTROLITO |
| Gr/cc | Lb/gal | Lt | 3%(1) Kg. | Lt | Kg | Lt |
| de 1.00 | 8.3 | | | | | |
| a 1.25 | 10.5 | 464 | 14 | 30 | 30 | 402 |
| 1.50 | 12.5 | 459 | 14 | 30 | 30 | 327 |
| 1.70 | 14.2 | 452 | 14 | 35 | 30 | 268 |
| 1.90 | 15.8 | 447 | 14 | 35 | 30 | 209 |
| 2.05 | 17.0 | 444 | 14 | 35 | 30 | 164 |
| 2.20 | 18.3 | 441 | 14 | 35 | 30 | 120 |

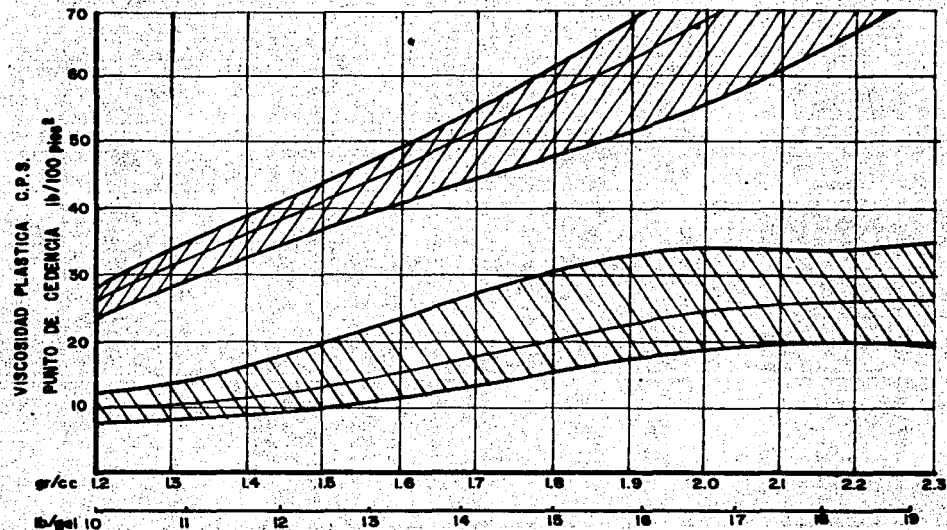
Para densidades menores de 1.00 gr/cc (8.3 lb/gal) SIN BARITA puede prepararse el lodo con la relación aceite-agua que se desee utilizando siempre una concentración mínima de 35 Lt DRILEX por m³ de lodo.

(1) EL DRIL-G puede agregarse en concentraciones mayores al 3% según la calidad del Diesel con que se cuenta.

TABLA II

| CANTIDADES NECESARIAS DE REACTIVOS AL ACONDICIONAR 1.0 m^3 DE | | | | |
|---|-----------------|---------------|-------------------|-------------------|
| FASE LIQUIDA A LOS LODOS DRILEX. | | | | |
| DENSIDAD | PESO ESPECIFICO | DRILEX LITROS | DRILOX KILOGRAMOS | BARITA KILOGRAMOS |
| 7.7 | 0.92 | 20 | 30 | 0.0 |
| 8.3 | 1.00 | 22 | 30 | 110.0 |
| 8.7 | 1.05 | 24 | 31 | 180.0 |
| 9.2 | 1.10 | 25 | 32 | 205.0 |
| 9.6 | 1.15 | 26 | 32 | 270.0 |
| 10.1 | 1.20 | 26 | 32 | 380.0 |
| 10.5 | 1.25 | 27 | 33 | 405.0 |
| 10.9 | 1.30 | 28 | 34 | 510.0 |
| 11.3 | 1.35 | 29 | 34 | 600.0 |
| 11.8 | 1.40 | 30 | 35 | 680.0 |
| 12.2 | 1.45 | 31 | 36 | 795.0 |
| 12.5 | 1.50 | 33 | 37 | 885.0 |
| 12.9 | 1.55 | 35 | 37 | 990.0 |
| 13.3 | 1.60 | 37 | 38 | 1090.0 |
| 13.7 | 1.65 | 39 | 39 | 1230.0 |
| 14.2 | 1.70 | 40 | 40 | 1310.0 |
| 14.5 | 1.75 | 42 | 40 | 1395.0 |
| 15.0 | 1.80 | 43 | 41 | 1560.0 |
| 15.4 | 1.85 | 45 | 42 | 1705.0 |
| 15.8 | 1.90 | 46 | 43 | 1850.0 |
| 16.3 | 1.95 | 48 | 44 | 2020.0 |
| 16.7 | 2.00 | 50 | 45 | 2180.0 |
| 17.0 | 2.05 | 52 | 46 | 2335.0 |
| 17.5 | 2.10 | 54 | 47 | 2490.0 |
| 17.9 | 2.15 | 57 | 49 | 2660.0 |
| 18.3 | 2.20 | 58 | 50 | 2840.0 |

DIAGRAMA #10



LODOS DE EMULSION INVERSA DRILEX

4.2. SISTEMA PROTEXIL.

4.2.1. COMPOSICION DEL SISTEMA PROTEXIL:

A) *Dispersil*, B) *Universil*, C) *Geltex*, D) *Protox-V*, -
E) *Barita*. (3, 8, 17)

A) *DISPERSIL*, es un agente tensoactivo y es el emulsificante principalmente del sistema, también actúa como humectante de los sólidos perforados y del material densificante.

B) *UNIVERSIL*, es un emulsificante secundario a base de asfalto y es dispersable en diesel; proporciona viscosidad al sistema, es también termoestabilizador y reductor de filtrado, es un polvo gris, con densidad de 1.54 gr/ml, se presenta en sacos de 25 Kgs.

C) *GELTEX*, es una arcilla organoflúida dispersable en diesel que genera tixotropía y permite que los sólidos densificantes queden en suspensión cuando se interrumpe la circulación del fluido durante la perforación.

Es un polvo blanco y se presenta en sacos de 25 -- Kgs.

D) *PROTOX-V*, es una cal viva que se utiliza como reductor de filtrado cuando se tiene contaminación con CO₂ durante la perforación.

Es un polvo blanco y se presenta en sacos de 25 -- Kgs.

E) **BARITA**, es un material densificante para fluidos de perforación, el nombre comercial de este producto en esta compañía es PRO-BAR y se añade después de prepararla la emulsión.

Se presenta en sacos de 50 Kgs.

FASE FLUIDA DEL SISTEMA PROTEXIL.

DIESEL.

Es la fase continua del fluido, en México se producen tres tipos de diesel: No. 1, No. 2-D y el Diesel Especial.

La principal diferencia es el contenido de azufre y su punto de anilina; el diesel utilizado para fluidos de perforación es el Diesel Especial, con bajo contenido de azufre (0.5% Max.) y puntos de anilina mayores de 60°C, y menor daño a los implementos de hule del equipo de perforación. Se requiere también que su punto de ignición sea mayor de 52°C.

SALMUERA DE CaCl_2 .

Es la fase interna o dispersa del sistema y se prepara a partir de CaCl_2 sólido y agua o por dilución de la salmuera concentrada.

Las propiedades de dicha salmuera se presentan en la tabla 3. En el sistema PROTEXIL se utilizan salmueras no saturadas, en concentraciones de 250 000 ppm. mínimo y se puede ajustar a la salinidad requerida, dependiendo de las formaciones a perforar.

Esta característica tan especial hace que el sistema

sea de "Actividad balanceada", esto es, que la actividad de la fase interna del fluido, sea igual o mayor a la de la formación y que con ello se obtenga durante la perforación de lutitas, un agujero bien calibrado y estable.

AGUA.

Es la fase interna o dispersa de la emulsión, cuando el fluido se prepara en las plantas de lodo, generalmente se utiliza agua industrial. Sin embargo, cuando se requiere hacer la preparación en el pozo, se puede utilizar cualquier tipo de agua siempre y cuando no sea agua de mar.

4.2.2. PREPARACION DEL SISTEMA PROTEXIL EN LABORATORIO.

1.- EQUIPO REQUERIDO.

Agitador tipo Hamilton Beach, de dos velocidades.

Balanza granataria.

Medidor de intervalos de tiempo con alarma.

Celdas y horno rolador.

PREPARACION DEL FLUIDO A NIVEL LABORATORIO.

En un vaso metálico de 2000 mls, se preparará un litro de emulsión de acuerdo con la concentración de materiales de la tabla # 1. El orden de adición de los materiales y el tiempo de agitación de presentan en la figura #1.

Para el volumen de diesel dado en la tabla 1, agregar la cantidad necesaria de UNIVERSIL y agitar durante 1.5 horas.

Con agitación continua, agregar la cantidad de DISPERSIL y agitar durante media hora.

Añadir el volumen de salmuera requerido y agitar durante una hora y media.

Nota: para la preparación de la salmuera, se determina la cantidad de cloruro de calcio y volumen de agua requeridas de acuerdo a la tabla #2 y se agita durante veinticinco minutos.

Añadir la cantidad de GELTEX y agitar durante media hora.

Si se desea obtener bajo valotes de filtrado en el fluido sin densificar, añadir el GELTEX antes que el UNIVERSIL.

Agregar la cantidad de Pro-Bar. (BARITA) necesaria para obtener la densidad requerida y agitar durante una hora.

RECOMENDACIONES PARA LA ADICION DE MATERIALES.

EL DISPERSIL:

Se debe adicionar lentamente en el vaso que contiene el fluido que se le esta dando tratamiento, de preferencia con una velocidad de dosificación lenta para que sea uniforme el tratamiento y no se encuentren partes del volumen total de fluido en la paredes del vaso y que al analizarlas proporcionan resultados erróneos.

En un vaso disponible, se recomienda poner diesel y añadirle Dispersil para que con dicho Dispersil emul-

sionado se de tratamiento.

EL GELTEX.

Se adiciona al vaso de agitaci3n, ya que es un s3lido y f3cil de integrar al fluldo.

Se debe tener precauci3n es los tratamientos con Este aditivo ya que al a3adir exceso se puede afectar la estabilidad de la emulsi3n.

EL UNIVERSIL.

Es recomendable asicionarlo al vaso y en el pozo por los embudos de succi3n que comuniquen a una presa, - con diesel y mantener en agitaci3n constante para tener una dispersi3n de diesel y Universil es cantidad adecuada para posteriormente adicionar lentamente al fluldo a tratar.

Se debe tener precauci3n en los tratamientos, ya que si se a3ade en exceso, aumenta la viscosidad del - - fluldo, y tarda un poco en integrarse al sistema y logra sus propiedades 3ptimas al dar bastante tiempo de agitaci3n en el vaso de la licuadora 3 al dar 2 3 vueltas dentro del pozo el lodo.

Cuando se a3ade una cantidad considerable de Este pro ducto para tratamiento, despu3s de adicionarlo y de varios minutos en el vaso de la licuadora o de 2 vuel tas el fluldo dentro del pozo, es recomendable que en la presa de succi3n de lodo se dosifique muy lentan te para evitar aumentos de viscosidad, procurando que el diesel se integre en toda la columna del pozo y no se generen partes del vol3men total del fluldo que --

afecten las maniobras de perforación, esto mismo sucede en el vaso de agitación de la licuadora.

LA SALMUERA DE CaCl_2 .

Para prepararse la salmuera adecuadamente se consulta la tabla # 3.

Debe prepararse en un matraz agregando primero el agua y después el CaCl_2 sólido en la cantidad adecuada, agitando constantemente, esto también se puede realizar en la caja de reactivos del pozo en la misma forma, nada más que es conveniente que la caja de reactivos tenga dos salidas independientes a dos presas de lodo distintas para acelerar los tratamientos.

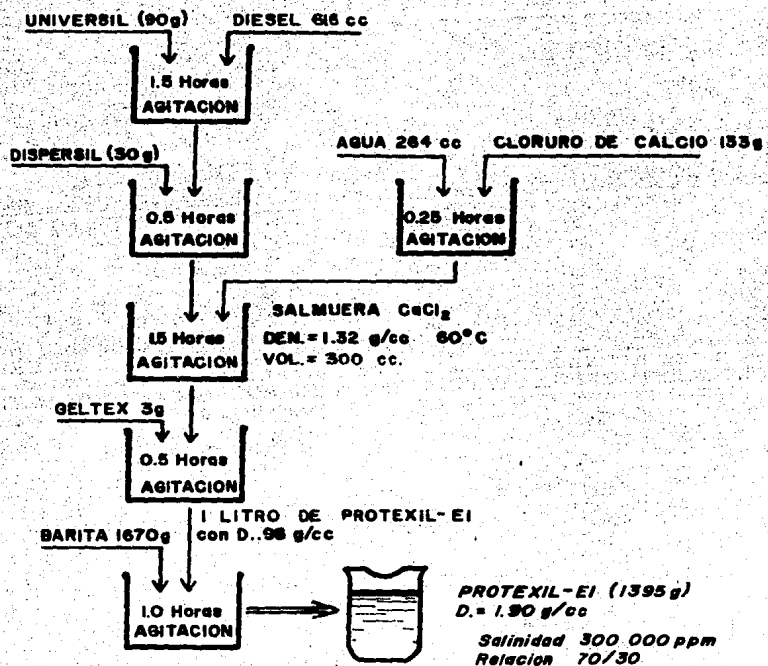
En el caso de los pozos nó se recomienda añadir el CaCl_2 sólido por los embudos de succión, (donde se agregan los sólidos) por que tarda demasiado tiempo en integrarse y antes que eso ocurra se elimina al pasar el fluido por las mallas vibratorias.

Es recomendable desde el inicio de preparación del fluido, ajustar a una salinidad alta y no ajustarla posteriormente.

Se puede utilizar una dilución de la salmuera de CaCl_2 concentrada al 38%.

PREPARACION DEL FLUIDO PROTEXIL-EI-IMP-EN EL LABORATORIO

FIG. 13



FORMULACION PARA PREPARAR 1M DE PROTExIL-EM-IMP SIN DENSIFICAR

TABLA 1

| MATERIAL | | RELACION ACEITE/AGUA | | |
|-------------------------------|------|----------------------|-------|-------|
| | | 60/40 | 70/30 | 80/20 |
| DIESEL | LTS. | 521 | 616 | 713 |
| SALMUERA DE CaCl ₂ | LTS. | 395 | 300 | 203 |
| DISPERSIL (IMP-EI-CA-1) | LTS. | 30 | 30 | 30 |
| UNIVERSIL (IMP-EI-CA-2) | KGS. | 90 | 90 | 90 |
| GELTEX (IMP-EI-CA-3) | KGS. | 3 | 3 | 3 |

CANTIDAD REQUERIDA DE ADITIVOS PARA PREPARAR m^3 DE FLUIDO
PROTEXIL-EM-IMP DENSIFICADO, CON SALINIDAD DE 330,000 ppm.

TABLA 2

| DENSIDAD (Gr/Ml) | RELACION ACEITE/AGUA | DIESEL (LTS) | SALMUERA DE $CaCl_2$ (LTS) | PREPARACION DE LA SALMUERA DE $CaCl_2$ | | BARITA (Kg) | SACOS DE BARITA DE 50 KGS |
|---------------------|-------------------------|-----------------|----------------------------------|---|-------------|----------------|------------------------------------|
| | | | | Kg $CaCl_2$ | LTS DE AGUA | | |
| 1.10 | 60/40 | 515.35 | 390.41 | 173.03 | 343.56 | 26.83 | 0.54 |
| 1.15 | 60/40 | 507.14 | 384.19 | 170.28 | 338.09 | 94.00 | 1.88 |
| 1.20 | 60/40 | 498.89 | 377.94 | 167.51 | 332.89 | 161.14 | 3.22 |
| 1.25 | 60/40 | 490.68 | 371.72 | 164.72 | 327.11 | 228.30 | 4.57 |
| 1.30 | 65/35 | 522.69 | 319.80 | 141.73 | 281.45 | 320.26 | 6.41 |
| 1.35 | 65/35 | 513.76 | 314.35 | 139.31 | 276.64 | 386.97 | 7.74 |
| 1.40 | 65/35 | 504.85 | 308.89 | 136.89 | 271.84 | 453.69 | 9.07 |
| 1.45 | 65/35 | 495.93 | 303.43 | 134.47 | 267.04 | 520.41 | 10.41 |
| 1.50 | 65/35 | 487.01 | 297.98 | 132.06 | 262.24 | 587.13 | 11.75 |
| 1.55 | 65/35 | 478.09 | 292.52 | 129.62 | 257.43 | 653.85 | 13.08 |
| 1.60 | 65/35 | 469.17 | 287.06 | 127.22 | 252.63 | 720.57 | 14.41 |
| 1.65 | 70/30 | 495.78 | 241.46 | 107.02 | 212.48 | 808.87 | 16.18 |
| 1.70 | 70/30 | 486.17 | 236.78 | 104.94 | 208.36 | 875.17 | 17.50 |
| 1.75 | 70/30 | 476.56 | 232.10 | 102.87 | 204.25 | 941.47 | 18.83 |
| 1.80 | 70/30 | 466.96 | 227.42 | 100.80 | 200.13 | 1,007.77 | 20.16 |
| 1.85 | 70/30 | 457.35 | 222.74 | 98.72 | 196.00 | 1,074.07 | 21.48 |
| 1.90 | 70/30 | 447.74 | 218.06 | 96.65 | 191.89 | 1,140.38 | 22.81 |
| 1.95 | 75/25 | 468.13 | 177.32 | 78.60 | 156.05 | 1,234.85 | 24.70 |
| 2.00 | 75/25 | 457.86 | 173.43 | 76.87 | 152.62 | 1,300.52 | 26.01 |
| 2.05 | 75/25 | 447.60 | 169.55 | 75.15 | 149.20 | 1,366.21 | 27.32 |
| 2.10 | 75/25 | 437.33 | 165.66 | 73.43 | 145.78 | 1,431.89 | 28.64 |
| 2.15 | 75/25 | 427.06 | 161.77 | 71.70 | 142.36 | 1,497.58 | 29.95 |
| 2.20 | 75/25 | 416.80 | 157.88 | 69.98 | 138.94 | 1,563.26 | 31.26 |
| 1.95 | 80/20 | 499.55 | 141.92 | 62.90 | 124.89 | 1,253.33 | 25.07 |
| 2.00 | 80/20 | 488.60 | 138.80 | 61.52 | 122.15 | 1,318.62 | 26.37 |
| 2.05 | 80/20 | 477.64 | 135.69 | 60.15 | 199.41 | 1,383.89 | 27.68 |
| 2.10 | 80/20 | 466.69 | 132.58 | 58.76 | 116.67 | 1,449.17 | 28.99 |
| 2.15 | 80/20 | 455.70 | 129.46 | 57.38 | 113.92 | 1,514.65 | 30.29 |
| 2.20 | 80/20 | 444.78 | 126.35 | 56.00 | 111.19 | 1,579.72 | 31.60 |

COMPOSICION Y PROPIEDADES DE LA SALMUERA DE CLORURO DE CALCIO

TABLA 3

| DENSIDAD DE SALMUERA (gr/cc) | SALINIDAD PPM DE CaCl ₂ | gr. de CaCl ₂ | LITROS DE AGUA | LTS. DE AGUA LTS. DE SALMUERA | VOLUMEN DE SALMUERA (LTS.) |
|---------------------------------------|--|--------------------------|----------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1.080 | 92,222 | 101.940 | 1 | 0.977 | 1.023 |
| 1.090 | 104,587 | 117.160 | 1 | 0.973 | 1.027 |
| 1.100 | 120,454 | 136.740 | 1 | 0.969 | 1.031 |
| 1.115 | 133,453 | 154.190 | 1 | 0.965 | 1.036 |
| 1.127 | 146,406 | 171.690 | 1 | 0.961 | 1.040 |
| 1.139 | 171,203 | 203.970 | 1 | 0.956 | 1.046 |
| 1.150 | 173,304 | 229.350 | 1 | 0.952 | 1.050 |
| 1.163 | 185,555 | 227.880 | 1 | 0.947 | 1.055 |
| 1.175 | 197,872 | 246.550 | 1 | 0.943 | 1.060 |
| 1.187 | 210,446 | 266.590 | 1 | 0.937 | 1.067 |
| 1.200 | 222,666 | 286.690 | 1 | 0.932 | 1.072 |
| 1.210 | 235,041 | 306.790 | 1 | 0.927 | 1.078 |
| 1.220 | 246,885 | 326.110 | 1 | 0.923 | 1.083 |
| 1.235 | 258,461 | 348.090 | 1 | 0.917 | 1.090 |
| 1.247 | 270,248 | 369.520 | 1 | 0.912 | 1.096 |
| 1.260 | 280,973 | 390.510 | 1 | 0.906 | 1.103 |
| 1.270 | 291,575 | 410.980 | 1 | 0.901 | 1.109 |
| 1.283 | 300,467 | 430.250 | 1 | 0.896 | 1.116 |
| 1.295 | 309,111 | 448.770 | 1 | 0.892 | 1.121 |
| 1.307 | 322,647 | 475.960 | 1 | 0.886 | 1.128 |
| 1.319 | 336,267 | 503.640 | 1 | 0.880 | 1.136 |
| 1.330 | 346,090 | 527.260 | 1 | 0.873 | 1.145 |
| 1.342 | 355,514 | 550.920 | 1 | 0.866 | 1.154 |
| 1.355 | 363,370 | 577.420 | 1 | 0.859 | 1.164 |
| 1.366 | 376,866 | 603.520 | 1 | 0.853 | 1.172 |
| 1.378 | 386,066 | 628.090 | 1 | 0.847 | 1.180 |
| 1.393 | 394,964 | 652.020 | 1 | 0.842 | 1.187 |
| 1.410 | 412,482 | 701.570 | 1 | 0.829 | 1.206 |

NOTA: Para los cálculos se supone una pureza del Cloruro de Calcio de 100%.

4.3. COMPOSICION DEL SISTEMA PERFOIL.

El sistema de emulsión inversa "PERFOIL" consta de - un paquete de cuatro productos: (4, 10, 11)

Perfoil #1, Perfoil #2, Perfox y Perfoil # 3.

- A) Perfoil #1, Este producto es un emulsificante que actua como agente dispersante en partculas de una de las fases llquidas (agua) que al ser divididas en micropartculas pueden ser facilmente absorvidas por la otra llquida (aceite), produciendo de esta manera una emulsión. También es un excelente reductor de filtrado tanto A.P.T. como A.P.A.T. debido a que es un compuesto que contiene polímeros de aminas modificadas y esta diseñado para trabajar en condiciones extremas en el campo.
- B) Perfoil #2, Es una agente orgánico.
- C) Perfox, es un agente inorgánico; el Perfoil # 2 y el Perfox producen una reacción exotérmica dentro del fluido de perforación que al mismo tiempo que produce un agente tensoactivo soluble, ayuda con su desprendimiento de calor a la reacción del - - Perfoil # 1.
- D) Perfoil #3, es un compuesto coloidal que ayuda a controlar la reología del lodo a manera de suspender mejor tanto a los materiales que le dan densidad como a los recortes de la barrena.

En algunas ocasiones especialmente en épocas de frío, el lodo "Perfoil" mezclado en un vaso en el laborato

rio mostrará una ligera pérdida de fluido o sea se vuelve más viscoso, esto sucede a temperatura ambiente.

El agua usada para componer el lodo "Perfoil" puede ser agua libre, o bien agua con sales químicas.

Naturalmente, el uso de agua es económico, pero puede ser la causa de problemas de lutitas.

Trabajos efectuados en el laboratorio, indican que el agua usada para producir un lodo de emulsión inversa puede, y de hecho deja la emulsión más apretada y moja la formación por el proceso llamado ósmosis. Si esto ocurre cuando se perforan lutitas sensibles al agua se suscitarán problemas.

En el laboratorio se ha descubierto que algunas lutitas se desmoronan, quiebran, etc., al contacto con el agua dulce. Si sales químicas son añadidas al agua - hasta saturación, el efecto de la lutita es minimizado. Las sales químicas pueden ser las siguientes:

NaCl

CaCl₂

KCl

Pensando en este problema de lutitas, recomienda el uso de NaCl como la sal química para utilizarse en el agua para la preparación del lodo "Perfoil".

El lodo "Perfoil" puede ser comprendido de una relación de aceite/agua en el rango aproximado de 60/40 a 85/15. Se saca una relación específica de aceite/agua de 75/25 a través de todo el rango de densidad requie-

ridas en la perforación del pozo, pueden mantenerla - recordando desde luego que el agua en la emulsión inversa es un viscosificador y que más o menos emulsificantes "Perfoil # 1" pueden ser requeridos.

4.3.1. METODO DE PREPARACION DE UN LODO "PERFOIL" PARA PERFORACION.

Para realizar la prueba en el laboratorio se utilizó un litro de lodo de emulsión inversa.

720 ml de Diesel
12 gr. de Perfoil #3
56 gr. de Perfoil #1
60 gr. de Perfox
182 ml de Salmuera (NaCl)
8 ml de Perfoil #2

Para agregar una solución después de la otra siempre hay que homogenizar durante 15 minutos cada una de las soluciones con una agitación de 200 a 250 revoluciones por minuto, Este es un lodo sin peso. Para obtener una relación de aceite/agua de 75/25 de densifico el lodo sin peso a una densidad de 1.5 se le agregó diesel en una cantidad de 568 mililitros, Perfoil # 1 57 gr, agua 189 mililitros, Perfox 60gramos Perfoil #2 6 mililitros, Perfoil #3 6 mililitros, y Barita 767 gramos.

Analizando las gráficas C, D y E se pueden leer las viscosidades plásticas, punto de cedencia y relación Aceite/Agua obteniéndose al rango en que se puede trabajar.

4.3.2. RECOMENDACIONES PRACTICAS.

- 1.- No se agregue barita y/o "Perfoil # 3 al tiempo de agregar el agua.
- 2.- La cantidad de Perfoil #1 utilizado para hacer el lodo es aproximadamente 1/10 del diesel agregado o mayor.
- 3.- Para formar el mejor fluido es necesario agitarlo suficiente hasta que los reactivos estén bien mezclados.
- 4.- Si los sólidos que se incorporan al lodo incrementan la reología, cantidad de Perfoil # 3 a utilizarse será menor o nula.
- 5.- Si se desea reducir la pérdida de fluido (A.P.A. T.) perfoil #1 será necesario.
- 6.- Un cambio en la relación Aceite-Agua implica añadir partes proporcionales de los aditivos "perfoil" si se cre necesario.
- 7.- Si el lodo presenta apariencia opaca, es indicador de que material emulsificante es necesario. "Perfoil #1". Perfoil #2 y "Perfox" son requeridos... Verifique la Estabilidad Eléctrica, debe leer 160 volts o más.
- 8.- Si la viscosidad se incrementa demasiado, agregue "Perfoil #2" en pequeñas cantidades. Si no da resultado, agregue Diesel.
- 9.- Si la viscosidad y/o fuerza de gelación son tan bajas que no limpien el pozo o puedan suspender -

10.- Recuerde que la temperatura disminuye la reología del lodo, por lo tanto debe probarse a 65°C.

T A B L A A

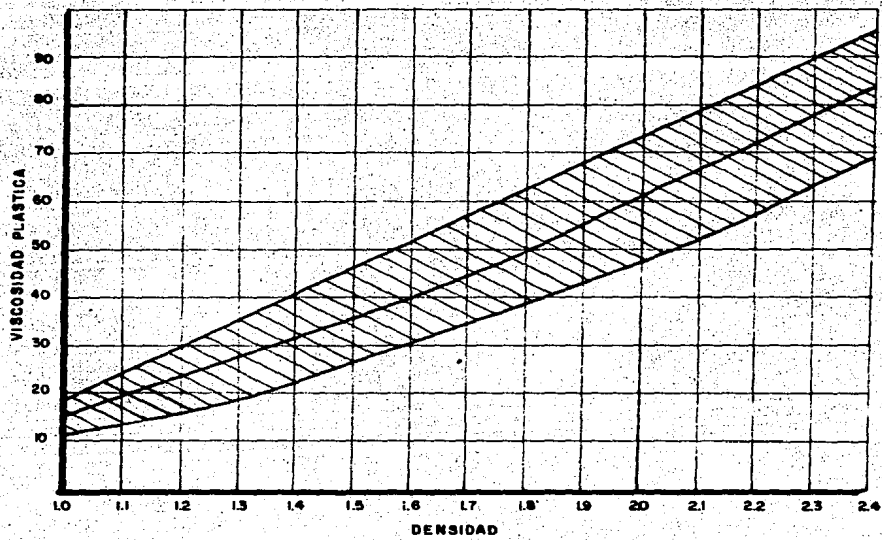
PRUEBAS A EFECTUAR SEGUN NORMAS DEL I,MP.

ORDEN DE ADICION:

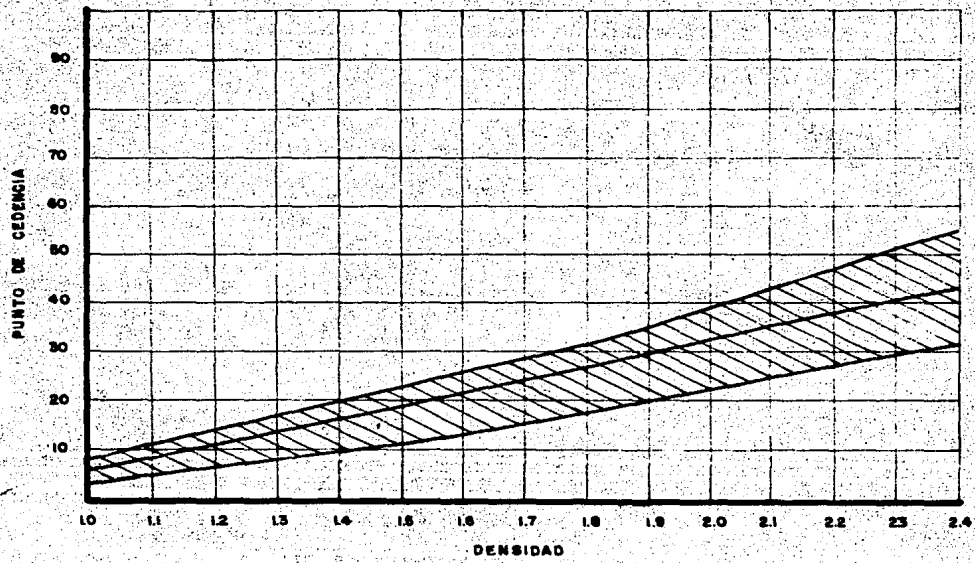
| RELACION Ac/Ag | DENSIDAD | 10. DIESEL (ml) | 20. PERFOIL 1 (gr) | 30. AGUA (ml) | 40. PERFOX (gr) | 50. PERFOIL 2 (ml) | 60. PERFOIL 3 (gr) | 70. BARITA (gr) |
|-------------------|----------|-----------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 60/40 | 1.5 | 454 | 62 | 303 | 60 | 6 | 3 | 767 |
| 70/30 | 1.5 | 530 | 53 | 227 | 60 | 6 | 6 | 767 |
| 80/20 | 2.2 | 446 | 45 | 112 | 60 | 6 | 12 | 1660 |

* CADA FORMULA HACE UN LITRO DE LODO:

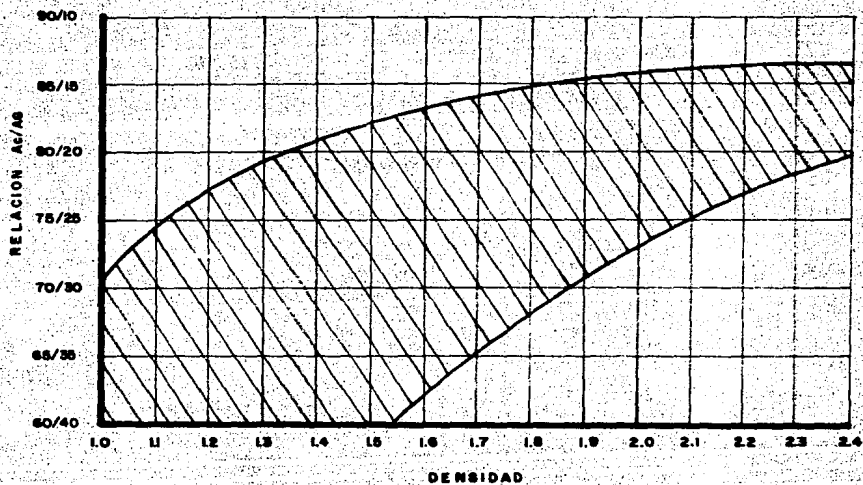
GRAFICA "C"



GRAFICA "D"



GRAFICA "E"



C A P I T U L O V

V. ANALISIS Y PRUEBAS REALIZADAS EN EL LABORATORIO DE MUESTRAS TRAJIDAS DEL CAMPO DE LOS POZOS DE PERFORACION.

LODOS DE EMULSION INVERSA "DRILEX".

| | | | |
|----------|------------|-------------|---------------------|
| Densidad | - - - 1.95 | % agua | - - - - - 18 |
| L600 | - - - 146 | % aceite | - - - - - 46 |
| L300 | - - - 80 | % sólidos | - - - - - 36 |
| Gel | - - - 61/2 | Relación | - - - - - 71/29 |
| Va | - - - 73 | Alcalinidad | - - - - - 0.1 |
| Vp | - - - 66 | Salinidad | - - - - - 25000 ppm |
| Pc | - - - 14 | Filtrade | - - - - - 4 |
| Et | - - - 5400 | Enjarre | - - - - - 2 |

| | | | |
|----------|-----------------|----------------------|---------------------|
| Densidad | - - - 1.97 | % agua | - - - - - 14 |
| L600 | - - - 234 | % aceite | - - - - - 50 |
| L300 | - - - 135 | % sólidos | - - - - - 36 |
| Gel | - - - 8/20 | Relación Aceite/agua | - - - - - 78/22 |
| Va | - - - 117 | Alcalinidad | - - - - - 0.15 |
| Vp | - - - 99 | Salinidad | - - - - - 20000 ppm |
| Pc | - - - 36 | Filtrade | - - - - - 2 |
| Et | - - - 500 volts | | |

| | | | |
|----------|-----------------|----------------------|----------------------|
| Densidad | - - - 2.28 | % agua | - - - - - 16 |
| L600 | - - - 265 | % aceite | - - - - - 42 |
| L300 | - - - 155 | % sólidos | - - - - - 42 |
| Gel | - - - 9/17 | Relación Aceite/agua | - - - - - 72/28 |
| Va | - - - 132.5 | Alcalinidad | - - - - - 0.1 |
| Vp | - - - 110 | Salinidad | - - - - - 225000 ppm |
| Pc | - - - 9 | Filtrade | - - - - - 2 |
| Et | - - - 460 volts | | |

| | | | |
|----------|------------------|----------------------|----------------------|
| Densidad | - - - 2.23 | % agua | - - - - - 18 |
| L600 | - - - 290 | % aceite | - - - - - 38 |
| L300 | - - - 172 | % sólidos | - - - - - 44 |
| Gel | - - - 15/22 | Relación Aceite/agua | - - - - - 73/27 |
| Va | - - - 132.5 | Alcalinidad | - - - - - 0.1 |
| Vp | - - - 118 | Salinidad | - - - - - 178856 ppm |
| Pc | - - - 54 | Filtrade | - - - - - 2 |
| Et | - - - 480 volts. | | |

LODO DE EMULSION INVERSA "PROTEXIL"

| | | | |
|----------|--------------------|----------------------|-----------------------|
| Densidad | - - - 1.83 | % agua | - - - - - 14 |
| L600 | - - - - 211 | % aceite | - - - - - 46 |
| L300 | - - - - 120 | % sólidos | - - - - - 40 |
| Gel | - - - - 10/18 | RELACION Aceite/Agua | - 81/19 |
| Va | - - - - 105 | Alcalinidad | - - - - - 0 |
| Vp | - - - - 91 | Salinidad | - - - - - 302348 ppm. |
| Pc | - - - - 28 | | |
| Et | - - - - 570 volts. | | |

| | | | |
|----------|--------------------|----------------------|-----------------------|
| Densidad | - - - 1.89 | % agua | - - - - - 18 |
| L600 | - - - - 146 | % aceite | - - - - - 46 |
| L300 | - - - - 86 | % sólidos | - - - - - 36 |
| Gel | - - - - 3/10 | RELACION Aceite/Agua | - 72/28 |
| Va | - - - - 73 | Alcalinidad | - - - - - 0.06 |
| Vp | - - - - 60 | Salinidad | - - - - - 200000 ppm. |
| Pc | - - - - 26 | Filtrate | - - - - - 1 |
| Et | - - - - 570 volts. | | |

| | | | |
|----------|--------------------|----------------------|----------------------|
| Densidad | - - - 1.74 | % agua | - - - - - 20 |
| L600 | - - - - 98 | % aceite | - - - - - 46 |
| L300 | - - - - 57 | % sólidos | - - - - - 34 |
| Gel | - - - - 7/10 | RELACION Aceite/Agua | - 69/31 |
| Va | - - - - 49 | Alcalinidad | - - - - - 0 |
| Vp | - - - - 41 | Salinidad | - - - - - 42075 ppm. |
| Pc | - - - - 16 | Filtrate | - - - - - 0.4 |
| Et | - - - - 360 volts. | | |

| | | | |
|----------|--------------------|----------------------|-----------------------|
| Densidad | - - - 1.54 | % agua | - - - - - 26 |
| L600 | - - - - 60 | % aceite | - - - - - 52 |
| L300 | - - - - 31 | % sólido | - - - - - 22 |
| Gel | - - - - 5/7 | RELACION Aceite/Agua | - 67/33 |
| Va | - - - - 30 | Alcalinidad | - - - - - 0.25 |
| Vp | - - - - 29 | Salinidad | - - - - - 240000 ppm. |
| Pc | - - - - 2 | Filtrate | - - - - - 4 |
| Et | - - - - 300 volts. | | |

LODO DE EMULSION INVERSA "PERFOIL"

| | | | |
|----------------|------|------------------------|--------------|
| Densidad - - - | 1.80 | % agua - - - - - | 24 |
| L600 - - - - - | 170 | % aceite - - - - - | 44 |
| L300 - - - - - | 105 | % sólido - - - - - | 32 |
| Gel - - - - - | 7/13 | Relación Aceite/Agua - | 65/35 |
| Va - - - - - | 85 | Alcalinidad - - - - - | 0.15 |
| Vp - - - - - | 65 | Salinidad - - - - - | 2000000 ppm. |

Para mejorar su reología a un litro de este lodo, se agregó 150 ml., de diesel, 11.5 ml., de perfoil #1 1.64ml., de perfoil # 2, 2.5 gr., de Perfoil #3, 12.34 gr., de Perfox y 281 gr., de barita, aumentando su densidad y obteniéndose los siguientes resultados:

Densidad --- 1.80, L600 --- 102, L300 --- 83, Gel --- 3/9, Va --- 67, Vp --- 56, Pc --- 22.

| | | | |
|----------------|------------|------------------------|--------------|
| Densidad - - - | 1.82 | % agua - - - - - | 18 |
| L600 - - - - - | 150 | % aceite - - - - - | 52 |
| L300 - - - - - | 83 | % sólido - - - - - | 30 |
| Gel - - - - - | 3/9 | Relación Aceite/Agua - | 74/26 |
| Va - - - - - | 71 | Alcalinidad - - - - - | -0.1 |
| Vp - - - - - | 59 | Salinidad - - - - - | 2100000 ppm. |
| Pc - - - - - | 24 | | |
| Et - - - - - | 380 volts. | | |

| | | | |
|----------------|------------|------------------------|-------------|
| Densidad - - - | 1.81 | % agua - - - - - | 14 |
| L600 - - - - - | 194 | % aceite - - - - - | 54 |
| L300 - - - - - | 119 | % sólido - - - - - | 32 |
| Gel - - - - - | 8/15 | Relación Aceite/Agua - | 29/71 |
| Va - - - - - | 97 | Alcalinidad - - - - - | 0.1 |
| Vp - - - - - | 75 | Salinidad - - - - - | 190000 ppm. |
| Et - - - - - | 560 volts. | | |

Este lodo se trato por tener alta su reología en este caso se le agrega un ml de perfex para trabajar su punto de cendencia:

Teniendo como resultado:

L600 - - - 162, L300 - - - 94, Va - - - 81, Vp - - - - 68

Pc - - - - 26.

| | | | |
|----------------|------------|------------------------|-------------|
| Densidad - - - | 1.82 | % agua - - - - - | 14 |
| L600- - - - - | 150 | % aceite - - - - - | 54 |
| L300- - - - - | 88 | % sólidos- - - - - | 32 |
| Gel - - - - - | 4/11 | Relación Aceite/agua - | 79/21 |
| Va - - - - - | 75 | Alcalinidad - - - - - | 0.1 |
| Vp - - - - - | 62 | Salinidad - - - - - | 150000 ppm. |
| Pc - - - - - | 26 | | |
| Et - - - - - | 320 volts. | | |

Este equipo tenia problemas de contaminación por eso se tuvieron que tratar los lodos de emulsión inversa para que estuvieran en condiciones.

5.1 TECNICA DE PREPARACION DE UN LODO DE EMULSION INVERSA O LODO BASE ACEITE.

Se prepara un litro de Lodo Emulsión Inversa (Sistema Drillex) para una relación Aceite/Agua 70/30 con una densidad de 1.50 gr/cc de acuerdo con el siguiente procedimiento:

(1,8,10,13)

a) En un vaso métrico de dos litros se prepara un litro de lodo de Emulsión Inversa - de acuerdo con las concentraciones y orden de adición de los componentes establecidos por el proveedor.

Materiales:

| | | |
|----------|---|---------------------------------------|
| Diesel | - | 536 ml |
| Dril G | - | 5 a 7 gr/l |
| Drillex | - | 35 ml |
| Salmuera | - | 245 000 ppm se adiciona en dos parte. |
| NaCl | | |
| Drillex | - | 30 gr. |
| Barita | - | 720 gr. |

El orden de adición de los materiales debe ser con intervalos de 15 minutos y en la forma en que están enumerados, éstos se agitan en un agitador Halmiten Beach a baja velocidad.

b) Una vez agregados los materiales se continúa la agitación hasta una hora (sin Bari-

ta) después se le agrega la barita poco a poco y agitando durante 30 minutos para -
- se homogenize.

5.2 DENSIFICANTE A CONDICIONES EXTREMAS.

Se tomarán aproximadamente 500 ml de Emulsión Inversa del lodo anteriormente preparado y se densifica de 1.50 a densidad de 2.20 gr/cc de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- a) Los 500 ml de lodo se colocan en un vaso - metálico y éste en un agitador Hamilton Beach y se agita a baja velocidad agregando el Diesel necesario y los reactivos recomendados por el proveedor en la tabla, - para elevar la relación Aceite/Agua 70/30 a 80/20.
- b) Se continua la agitación del lodo de Emulsión Inversa del Sistema Drillex en el Hamilton Beach y al cabo de 15 minutos se agrega la Barita necesaria para elevar la densidad de 1.50 a 2.20 gr/cc. La adición de la Barita debe hacerse lentamente y completar el tiempo necesario de agitación -- (30 minutos).

5.3 PROCEDIMIENTO DE EVALUACION.

DETERMINACION DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA SO
BRE LA REOLOGIA.

A la muestra preparada se le determina el efec

to de la temperatura sobre la reología, de acuerdo al siguiente procedimiento:

- a) Se llena el vaso del Viscosímetro Fann VG-35 con la muestra preparada y se coloca una chaqueta de calentamiento, agitandola en - velocidad alta, hasta alcanzar una temperatura de 122°F (50°C).
- b) Al cabo de un minuto y a 122°F se toma la lectura del aparato y se anota como lectura de L-600 rpm.
- c) Una vez tomada la lectura L-600 rpm se le baja la velocidad a L-300 rpm al viscosímetro y se espera la agitación de un minuto y se lee a L-300 rpm.
- d) Ya tomada la lectura de L-600 y L-300 se toma la Gelatinisidad a 0 minutos y a 3 rpm con una temperatura de 122°F y posteriormente se esperan 10 minutos para tomar a - Esto nos da una idea del poder de suspensión del material densificante.

Los valores reológicos y tixotrópicos obtenidos en el viscosímetro Fann mediante esta - - prueba deben de coincidir con la tabla # de - reología.

5.4

EL VOLTAJE. PRUEBA DE ESTABILIDAD DE EMULSION

Se llena un vaso con lodo de la muestra preparada introduciendo en esta un electrodo y -

agitando el lodo y se comienza a leer voltaje en el tester hasta que encienda el foco roja, el resultado obtenido de 460 volts como prueba tipo. La multiplicación por dos se utiliza según normas del Instituto Mexicano del Petroleo.

5.5. DETERMINACION DE LA RELACION ACEITE/AGUA.

Se tomaron 10 centímetros cúbicos de lodo que se prepara y se llena la celda de la retorta, la retorta consiste en una chaquera de calentamiento, un condensador, una celda, dentro de la celda se coloca fibra de acero entre esta y el condensador la cual sirve para obstruir el paso de sólidos hacia el condensador.

5.6. DETERMINACION DE ALCALIDAD Y SALINIDAD.

Con una jeringa de 3ml se toma un centímetro cúbico de lodo E.I., posteriormente se agrega 5ml de alcohol isopropilico para romper la emulsión más 5ml., de agua destilada se agita y se deja en reposo un minuto y se toma 1ml, de la emulsión rota consiste en una agua turbia. Se procede de la siguiente manera:

a) Al centímetro cúbico de la emulsión rota se agrega Fenolftaleina, si pinta color rosa se titula con ácido sulfúrico 0.2N. En nuestro caso, si hay vire de color, y se obtiene 0.15 de Alcalinidad.

- b) A la misma muestra neutralizada con ácido sulfúrico se agrega dicromato de potasio, titulándose con nitrato de plata 1:1000 N dando una alcalinidad de 245,000 ppm de acuerdo a la formulación del inciso.

5.7 DETERMINACION DE FILTRADO A.P.A.T. (ALTA PRESION, ALTA TEMPERATURA).

- a) Se precalienta la chaqueta del filtro prensa a la temperatura de $176^{\circ} C$ ($350^{\circ} F$).
- b) Se llena la celda del filtro prensa con la muestra recién agitada durante un minuto - hasta un centimetro abajo del borde inferior de la tapa. Se colocan el papel filtro y empaque correspondiente, se cierra la celda.
- c) Se coloca la celda en la chaqueta de calentamiento e inmediatamente se le aplican $7Kg\ cm^2$ (100 psi) de presión de CO_2 , dejando -- abierta la válvula superior se la celda. Se coloca el receptaculo de contra presión, -- limpio y seco. Se coloca una probeta graduada de 10 ml en el orificio de salida de la válvula inferior del receptáculo de contra presión.
- d) Se observa la temperatura de la celda y -- cuando alcanza $149^{\circ} C$ se controla el termostato de la chaqueta de calentamiento, cuidando que la temperatura de la celda se manten

ga dentro de un rango de más o menos 3°C - (5°F).

Se aplican 42 Kg/cm² (600 psi) de presión de CO₂ a la celda, inmediatamente se aplican 7 Kg/cm² de presión de CO₂ al receptáculo de contra presión y se abre la válvula inferior de la celda, iniciándose el periodo de prueba en ese momento.

- e) A intervalos convenientes se purga el contenido del receptáculo de contrapresión, cuidando que la presión dentro del mismo, no se abra más allá de 6.3 Kg/cm² (90 psi).

Al cabo de 30 minutos de prueba se cierra la válvula inferior de la celda y se vacía totalmente el receptáculo de contrapresión. Se retira la probeta que contiene el filtrado. Se cierra la fuente de presión.

- f) Se repara el filtrado APAT a 149°C y 35 Kg/cm², como el doble del volumen lido en la probeta. El volumen resultante de agua en caso de haberla, se inscribirá entre parentesis inmediatamente después del volumen total de filtrado.

Dio un filtrado en este caso de 2ml sin presencia de agua.

TIPO DE LODO

| | | | | |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|
| F.I. DRILEX | | | | |
| DENSIDAD | 1.95 gr/cc | 1.97 gr/cc | 2.28 gr/cc | 2.23 gr/cc |
| FILTRADO | 4 mL | 5 mL | 4 mL | 2 mL |
| TEMPERATURA | 120°F | 120°F | 120°F | 120°F |
| GELATINOSIDAD | 6/12 | 8/20 | 9/17 | 15/22 |
| SALINIDAD | 250,000ppm | 200,000ppm | 200,000ppm | 178,856ppm |
| ALCALINIDAD | 0.1 | 0.15 | 0.15 | 0.1 |
| % SÓLIDES | 36 | 36 | 42 | 44 |
| % AGUA | 18 | 14 | 16 | 18 |
| % ACEITE (DIESEL) | 46 | 50 | 42 | 38 |
| VISCOSIDAD APARENTE | 73 | 117 | 132 | 145 |
| VISCOSIDAD PLASTICA | 66 | 99 | 110 | 118 |
| FUENTE DE CEDENCIA | 14 | 36 | 9 | 54 |
| RELACION ACEITE/AGUA | 71/29 | 78/22 | 72/28 | 74/26 |
| EMULSION | 540Volts | 500Volts | 460Volts | 480Volts |
| L-60 | 146 | 234 | 265 | 290 |
| L-300 | 80 | 135 | 155 | 172 |

TIPO DE
LODO

| | | | | |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|
| E. I. DRILEX | | | | |
| DENSIDAD | 1.98 gr/cc | 2.00 gr/cc | 2.00 gr/cc | 1.00 gr/cc |
| FILTRADO | 3 ml | 2.5 ml | 3 ml | 3.5 ml |
| TEMPERATURA | 120°F | 120°F | 120°F | 120°F |
| GELATINOSIDAD | 5/17 | 11/26 | 5/12 | 8/21 |
| SALINIDAD | 220,000ppm | 264,000ppm | 257,000ppm | 278,000ppm |
| ALCALINIDAD | 0.08 | 0.1 | 0.05 | 0.1 |
| % SOLIDES | 40 | 24 | 46 | 40 |
| % AGUA | 9 | 20 | 13 | 14 |
| % ACEITE (DIESEL) | 51 | 56 | 46 | 46 |
| VISCOSIDAD APARENTE | 91 | 124 | 135 | 138 |
| VISCOSIDAD PLASTICA | 71 | 105 | 128 | 112 |
| PUNTO DE CEDENCIA | 40 | 38 | 14 | 42 |
| RELACION ACEITE/AGUA | 85/15 | 73/27 | 78/22 | 77/23 |
| EMULSION | 480VOLTS | 450VOLTS | 500VOLTS | 480VOLTS |
| L-600 | 182 | 248 | 270 | 276 |
| L-300 | 111 | 143 | 142 | 164 |

| TIPO DE LODO | | | | |
|---------------------------|------------|------------|------------|-------------|
| E.I. PERFOIL | | | | |
| DENSIDAD | 1.80 gr/cc | 1.77 gr/cc | 1.82 gr/cc | 1.81 gr/cc. |
| FILTRADO | 5 mL | 2.2 mL | 3 mL | 2.5 mL |
| TEMPERATURA | 120°F | 120°F | 120°F | 120°F |
| GELATINOSIDAD | 7/13 | 3/9 | 4/11 | 8/15 |
| SALINIDAD | 200,000ppm | 210,000ppm | 150,000ppm | 190,000ppm |
| ALCALINIDAD | 0.15 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| % SOLIDOS | 32 | 30 | 32 | 32 |
| % AGUA | 24 | 18 | 14 | 14 |
| % ACEITE (DIESEL) | 44 | 52 | 54 | 54 |
| VISCOSIDAD APARENTE | 85 | 71 | 75 | 97 |
| VISCOSIDAD PLASTICA | 65 | 59 | 62 | 75 |
| PUNTO DE CEDENCIA | 40 | 24 | 26 | 44 |
| RELACION ACEITE / AGUA | 65/35 | 74/26 | 79/21 | 79/21 |
| EMULSION | 480 VOLTS | 380VOLTS | 320VOLTS | 560VOLTS |
| L-600 | 170 | 142 | 150 | 194 |
| L-300 | 105 | 83 | 88 | 119 |

TIPO DE
LODO

| E. I. PERFOIL | | | | |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|
| DENSIDAD | 1.89 gr/cc | 1.70 gr/cc | 1.74 gr/cc | 1.88 gr/cc |
| FILTRADO | 2.5 ml | 2.8 ml | 4.8 ml | 2 ml |
| TEMPERATURA | 120°F | 120°F | 120°F | 120°F |
| GELATINOSIDAD | 5/6 | 5/11 | 4/9 | 8/15 |
| SALINIDAD | 125,000ppm | 148,000ppm | 260,000ppm | 220,300ppm |
| ALCALINIDAD | 0.1 | 0.12 | 0.1 | 0.1 |
| % SOLIDOS | 30 | 28 | 20 | 34 |
| % AGUA | 17 | 20 | 20 | 12 |
| % ACEITE (DIESEL) | 53 | 52 | 48 | 54 |
| VISCOSIDAD APARENTE | 51 | 39 | 79 | 88 |
| VISCOSIDAD PLASTICA | 45 | 45 | 63 | 69 |
| PUNTO DE CEDENCIA | 12 | 12 | 33 | 39 |
| RELACION ACEITE/AGUA | 76/24 | 72/28 | 70/30 | 81/19 |
| EMULSION | 320Volts | 420Volts | 400Volts | 500Volts |
| L-600 | 102 | 90 | 159 | 177 |
| L-300 | 57 | 51 | 96 | 108 |

TIPO DE LODO

| | | | | |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|
| E.I. PRETEXIL | | | | |
| DENSIDAD | 1.83 gr/cc | 1.89 gr/cc | 1.74 gr/cc | 1.54 gr/cc |
| FILTRADO | 3 ml | 1 ml | 0.4 ml | 4 ml |
| TEMPERATURA | 120°F | 120°F | 120°F | 120°F |
| GELATINOSIDAD | 10/18 | 3/10 | 7/10 | 5/7 |
| SALINIDAD | 302348ppm | 200,000ppm | 42075ppm | 240,000ppm |
| ALCALINIDAD | 0 | 0.06 | 0 | 0.25 |
| % SOLIDES | 40 | 36 | 34 | 42 |
| % AGUA | 14 | 18 | 20 | 26 |
| % ACEITE (DIESEL) | 46 | 46 | 46 | 52 |
| VISCOSIDAD APARENTE | 105 | 73 | 49 | 30 |
| VISCOSIDAD PLASTICA | 91 | 60 | 41 | 29 |
| PUNTO DE CEDENCIA | 28 | 26 | 16 | 20 |
| RELACION ACEITE/AGUA | 81/19 | 72/28 | 69/31 | 67/33 |
| EMULSION | 570VOLTS | 570VOLTS | 360VOLTS | 300VOLTS |
| L-600 | 211 | 146 | 98 | 60 |
| L-300 | 120 | 86 | 57 | 31 |

CAPITULO VI.

VI.- COSTO PRIMO.

El costo del fluido de perforación en el sistema Dillex realizado en el laboratorio, con un litro de emulsión inversa es el siguiente:

| MATERIAL | CANTIDAD | COSTO |
|-----------------------|----------|----------|
| DIESEL | 675 ml | \$ 10.39 |
| DRIL-G | 30 gr | \$ 6.18 |
| DRILOX | 50 gr | \$ 3.15 |
| DRILEX | 50 ml | \$ 36.00 |
| AGUA SALADA (NaCl) | 288 ml | \$ 1.86 |
| | TOTAL | \$ 57.58 |

La salmuera se realizó con 175 gr. de NaCl industrial a 500 ml de agua con una Densidad de 1.20 gr/cc.

Para 288 ml de agua se utilizó 100.8 gr. de NaCl con Densidad de 1.20 gr/cc.

Estos costos se tomaron de la lista de precios de materiales para fluidos de perforación con fecha de 23 de Octubre de 1985, y son cambiantes sin previo aviso por los proveedores.

Nota; Este lodo que se preparó es una Emul-

sión Inversa, sin peso por lo tanto no se toma en cuenta el costo de la Barita (Esto es hasta que se densifique para aumentar su peso).

El costo del fluido de perforación en el sistema Protexil realizado en el laboratorio, con un litro de emulsión inversa es el siguiente:

| MATERIAL | CANTIDAD | COSTO |
|----------------------------------|----------|---------|
| DIESEL | 616 ml | \$ 9.48 |
| GELTEX | 3 gr | \$ 3.90 |
| UNIVERSIL | 90 gr | \$17.10 |
| DISPERSIL | 30 ml | \$24.00 |
| SALMUERA (CaCl ₂) | 300 ml | \$ 5.11 |
| TOTAL | | \$59.59 |

La salmuera se preparó con una Densidad de 1.32 gr/cc con 504.40 gr de CaCl₂ en un litro de agua con 336267 ppm.

Para 300 ml de salmuera de CaCl₂ tenemos con una Densidad de 1.32 gr/cc se utilizó 151.32 de CaCl₂ con un costo de \$ 5.11.

Nota: Este lodo que se preparó es una Emulsión Inversa sin peso por lo tanto no se toma en cuenta el costo de la Bari

ta (Esto es hasta que se densifique para ---- aumentar su peso).

El costo del fluido de perforación en el sistema Perfoil realizado en el laboratorio, con un litro de emulsión inversa es el siguiente:

| MATERIAL | CANTIDAD | COSTO |
|--------------------|----------|---------------------|
| DIESEL | 729 ml | \$11.22 |
| PERFOIL #3 | 12 gr | \$3.60 |
| PERFOIL #1 | 56 gr | \$41.44 |
| PERFOX | 60 gr | \$ 2.70 |
| SALMUERA (NaCl) | 182 ml | \$ 1.17 |
| PERFOIL #2 | 8 ml | \$ 2.88 |
| | TOTAL | \$62.29 POR 1 L. |

La salmuera se preparó con 175 gr. de NaCl -- industrial a 500 ml de agua con una Densidad de 1.20 gr/cc.

Para 182 ml de agua se utilizó 63.7 gr de NaCl con densidad de 1.20 gr/cc.

Estos costos se tomaron de la lista de precios de materiales para fluidos de perforación con fecha de 23 de Octubre de 1985, y son cambiantes sin previo aviso por los proveedores.

Este lodo se preparó sin peso por lo tanto no se toma en cuenta el costo de la Barita (Esto es hasta que se densifique para aumentar su peso).

VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

Para evaluar adecuadamente la decisión de perforar un pozo petrolero con un tipo de lodo de Emulsión Inversa a continuación se anumeran las ventajas que nos reportaría - la utilización del "Sistema Drlex" sobre los otros dos tipos de fluidos.

- a) Mayor Fluidez, por lo tanto menores valores reológicos eliminando así altas - caídas de presión, y descartando algunas - pérdidas de fluido debido a éstas.
- b) Mayor avance en la velocidad de perforación por lo que su costo hora/hombre es menor.
- c) Menor costo de los productos usados en la preparación del Lodo Emulsión Inversa del "Sistema Drlex".
- d) Los tratamientos durante la perforación son fáciles de llevar a cabo por el personal del equipo (Chango).
- e) Según el récord de perforaciones llevadas a cabo por el Departamento de Tecnología donde se han utilizado estos TRES tipos, se ha observado que el "Sistema Drlex",

obtiene una calibración mejor de los --
agujeros perforados.

C A P I T U L O VII

VII. CONCLUSIONES.

Las características especiales de los ---
fluidos de Emulsión Inversa, hacen que es
tos sean ideales para perforar formaciones
en las que otros fluidos no rinden resulta
dos satisfactorios.

La Emulsión Inversa DRILEX, resuelve satis
factoriamente los problemas de las lutitas
hidrófilas, domos salinos, y en donde se -
encuentren contaminaciones de agua dulce y
salada y gases sulfhídricos.

La supervisión y mantenimiento de Este ---
fluido es muy importante para lograr tal -
finalidad.

En el aspecto técnico esta emulsión es li
geramente superior a los otros fluidos ---
usados en la perforación de pozos, debido
a que es una emulsión que para elaborarse
cuenta con más sustancias auxiliares, mis
ma que le proporcionan mayor estabilidad,
sobre todo en el caso de contaminaciones de
agua de la formación terrestre, otra de
las ventajas de esta emulsión es que el man
tenimiento de sus propiedades reológicas -
y estabilidad eléctrica es más estable que
el de los otros sistemas (Protexil y Per--
foil).

Y su costo es más económico, lográndose con este tipo de emulsión un avance mayor en la perforación por tener mayor fluldez que otro tipos de emulsión inversa.

VIII BIBLIOGRAFIA

- 1.- BAROID DIVISION: "NATIONAL LEAD COMPANY TECHNOLOGY HAND BOOK".
- 2.- DRILL DE MEXICO: "CATALOGO DE FLUIDOS DE EMULSION INVERSA DRILEX".
- 3.- FLUIDO DE PERFORACION DE EMULSION INVERSA: "CATALOGO DEL SISTEMA PROTEXIL-EI-IMP".
- 4.- EMULSION INVERSA MINERALES Y ACRILIAS, S.A. "CATALOGO DE ADITIVOS PRA FLUIDOS DE PERFORACION PER FOIL".
- 5.- ARCHIVO DEL DEPARTAMENTO DE PERFORACION: "DISTRITO VILLAHERMOSA TABASCO".
- 6.- LABORATORIO DEL INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO.
- 7.- McCRAV & COLE. "TECNOLOGIA DE LA PERFORACION DE POZOS PETROLEROS. CECSA.
- 8.- SUBDIRECCION DE CAPACITACION DEL INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO: "Lodos de Perforacion K / PI / 42".
- 9.- SUBDIRECCION DE CAPACITACION DEL I.M.P.: MANUAL DE PROCEDIMIENTO PARA LA RAMA DE PERFORACION.
- 10.- SUBDIRECCION DE CAPACITACION DEL I.M.P.: FLUIDOS DE EMULSION INVERSA Y SU APLICACION.
- 11.- RECOMMENDED PRACTICE.: "SRANDARD PROCEDURE FOR TESTING - DRILLING FLUIDS". AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. WASHINGTON, D.C.

- 12.- HALLIBURTON CEMENTING TABLES
COPYRIGHT 1979
ED. HALLIBURTON DE MEXICO, S.A. DE C.V.

- 13.- LODOS DE PERFORACION
MUD ENGINNERIG.
K/PI/42

- 14.- MC CRAV & COLE.
TECNOLOGIA DE LA PERFORACION DE POZOS PETROLEROS
ED. C.E.C.S.A.

- 15.- LECCIONES DE PERFORACION ROTARIA
UNIDAD # 1 LECCION # 12
BOMBAS DE LODOS Y EQUIPOS ACONDICIONADOS
K / PI / 52
1980

- 16.- PETROLEUN HORIZONS
THE LEMMIS COMPANY
385 MADISON AVE. NEW YORK
17 N.Y.
1950

- 17.- JONH H, PERRY, Ph. D.
MANUAL DE INGENIERO QUIMICO
TOMO # 1
UNION TIPOGRAFICA
EDITORIA HISPANO/AMERICANA
1974

18.- HOABART H. WILLARD. ET. AL
METODOS INSTRUMENTALES DE ANALISIS
ED. C.E.C.S.A.
1970

19.- H.A. FLÄSCHKA. ET. AL
QUIMICA ANALITICA CUANTITATIVA
VOLUMEN # 1
ED. C.E.C.S.A.
1975

CAPITULO IX

IX. GLOSARIO

- ACEITE SULFONADO.-** *Acete que reacciona con el ácido sulfurico (H_2SO_4) conc. A este proceso se le conoce como sulfonación.*
- ALCALI.-** *Oxido de los metales alcalinos.- Hidróxido de amonio o de algún metal alcalino.*
- A.P.A.T.-** *Alta presión, alta temperatura.*
- A.P.I.-** *Asociación de ingenieros petroleros.*
- BARITA.-** *Sulfato de Barios es el producto más usado como material densificante por ser insoluble en agua y aceite, su peso específico es aproximadamente 4.25 gr/cc.*
- CARBON ACTIVADO.-** *Carbón de leña o de turba especialmente -- tratando para aumentar la propiedad que -- tiene de absorber los gases.*
- DRILOX.-** *Es un óxido de calcio proveniente de la -- calcinación del carbonato de calcio.*
- DRILEX.-** *Es un líquido viscoso de color café oscuro constituido por una mezcla de ácidos -- grasos de alto peso molecular que son ex -- tralados de aceites vegetales.*
- DRIL-G.-** *Este es un material secundario, su impor-- tancia se limita a mejorar las propiedades Tixotrópicas del diesel de mala calidad.*

- DISPERSIL.-** Es un líquido de color café con densidad - de 1.03 gr/ml, también es un agente tenso-activo.
- DIESEL.-** Es un líquido obscuro de bajo contenido de Azufre (0.5 % Max) punto de Anilina mayores de 60° C y punto de ignición mayor de 52° C
- GELTEX.-** Es una arcilla arganofílica dispersable en diesel que genera tixotropía y permite que los sólidos densificantes queden en suspensión cuando se interrumpe la circulación del fluido durante la perforación.
- ELECTROFEROSIS.-** Es la migración de una partícula coloidal cargada por influencia de un gradiente de potencial.
- EMULSION INVERSA.-** Sistema cuya fase continua es el aceite y que tiene del 10% al 40% en volumen de -- agua salina al 5% en peso.
- FLOTABILIDAD.-** Calidad de Flotable, Fuerza que en virtud del principio de Arquímedes resulta del empuje del agua sobre el volumen sumergida.
- GELATINOSIDAD** Es una medida de las propiedades tixotrópicas del fluido y denota la fuerza de floculación en condiciones estáticas.
- GRUPO CARBOXILO.-** Es un agrupamiento funcional que llevan todos los ácidos orgánicos (R-COOH).

- GRUPO HIDROFILICO.** - En el fluido se le llama a aquellas coloides que se estabilizan en soluciones acuosas.
- INMISCIBLES.** - Que no se mezclan entre sí.
- LIPOFILICO.** - Es una sustancia coloidal que se mezcla -- con el petróleo.
- LIPOFILICO ORGANICO.** - Son aquellas sustancias coloidales que -- son solubles en agua por que en su molecula predomina fuertemente los hidrófobos.
- LIPOFILICO HIDROFILO.** Dicese al suspensioide al que se le añade un emulsioide y para presipitarlo se le agrega -- bastante sal.
- LUTITAS HIDROFILAS.** - Es aquella arcilla de origen rocoso, fina-- mente granular, con clavije (que se reduce a láminas) tipo pizarra, que a veces contie ne una sustancia orgánica parecida al petró leo.
- PROPIEDADES REOLOGICAS.** Se estudia las propiedades de los fluidos termoplásticos o semiplásticos como son la Viscosidad aparente (Va), Viscosidad Plásti ca (Vp), Punto de Cedencia (pc).
- PERFOIL # 1.** - Es un agente dispersante en partículas de -- una de las fases líquidas (agua). Que al ser divididas en micro partículas puede ser ab sorbidas por el aceite.
- PERFOIL # 2.** - Es un agente orgánico.
- PERFOIL #3.** - Es un compuesto coloidal que controla la -- reología del lodo a manera de suspender los recortes de la barrena como los materiales densificantes.

VISCOSIDAD APARENTE.- Es la viscosidad que un fluido parece tener en un instrumento dado y una tasa deficiente de corte, es de corte, es igual a la mitad de la lectura a 600 rpm, es una función de la viscosidad plástica y del punto de cedencia.

VISCOSIDAD PLÁSTICA.- Es la medida de la resistencia interna al flujo atribuible a la cantidad, tipo y tamaño de los sólidos presentes en un fluido dado.

PUNTO DE CEDENCIA.- Es la resistencia al flujo inicial de un fluido, representa el esfuerzo o tensión requerido para iniciar el movimiento del fluido.

HUMECTA.- Adhesión de un líquido a la superficie de un sólido.

COLOIDE.- Es un estado de subdivisión de la materia que consiste en grandes moléculas individuales o en agregados de moléculas más pequeñas, dispersadas en tal grado que las fuerzas de superficie se convierten en un factor importante para determinar sus propiedades.

- PERFOX.-** Es un agente Inorgánico.
- TIXOTROPIA.-** Propiedad del gel que al ser agitado pasa al estado líquido volviendo por sí mismo al estado coloidal cuando se deja en estado de reposo.
- VISCOSIDAD.-** Se define como la fuerza interna a fluir y se reporta en Cps.

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

LABORATORIO DE QUÍMICA



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS TERMODINÁMICO DEL PROCESO
PARA LA OBTENCIÓN DE
ACRILONITRILLO

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS QUÍMICAS

PRESENTADA POR

MAESTRO EN CIENCIAS QUÍMICAS

GRADUADO DEL INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

LA HABANA, CUBA, 1964