

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA PETROLERA

PROYECTO DE GRADO



**OPTIMIZACION DEL FLUIDO “DRILL-IN” PARA PERFORAR ZONAS
HIDROCARBURIFERAS DEL CAMPO PATUJUSAL**

POSTULANTE: UNIV. JOEL PABLO QUISPE CANAZA

TUTOR: MSc. ING. MARCO ANTONIO MONTESINOS MONTESINOS

LA PAZ- BOLIVIA

2021



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERIA**



LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a mi madre Elia que con esfuerzo y comprensión me ha ayudado a culminar mis estudios en esta prestigiosa universidad.

A mis familiares y amigos que con su apoyo ayudaron a que pueda seguir con mi camino en los estudios y en la vida.

A mí enamorada Gladys por haberme dado la motivación durante estos años de crecer y ser una gran persona.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mi madre por el apoyo incondicional y por los valores inculcados, y por haberme dado la oportunidad de recibir educación.

Gracias a todos los docentes de la carrera de Ingeniería Petrolera de la Universidad Mayor de San Andres, que cada año van compartiendo sus conocimientos con todos los estudiantes y son un ejemplo a seguir de cómo se debe ser profesionalmente.

Al Ingeniero Marco Antonio Montesinos Montesinos por haberme ayudado tanto en los años que pase con el como estudiante y en la realización de este proyecto.

A mis familiares y amigos por acompañarme en todo el camino recorrido.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE CONTENIDO	iv
INDICE DE FIGURAS.....	vii
INDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	ix
CAPITULO I GENERALIDADES	1
1.1 INTRODUCCION	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.4 OBJETIVOS	3
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
1.5 JUSTIFICACION	4
1.5.1 JUSTIFICACION ECONOMICA.....	4
1.5.2 JUSTIFICACION TECNICA.....	4
CAPITULO II MARCO TEORICO CONCEPTUAL.....	6
2.1 FLUIDOS DE PERFORACION.....	6
2.1.1 INTRODUCCION Y DEFINICION.....	6
2.1.2 FUNCIONES DE UN FLUIDO DE PERFORACION.....	8
2.2 TIPOS DE FLUIDOS DE PERFORACION	14
2.2.1 LODOS NEUMATICOS.....	14
2.2.2 LODOS BASE AGUA.....	15
2.2.3 LODOS BASE ACEITE.....	18
2.2 PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DE LOS FLUIDOS	19
CAPITULO III FLUIDO DE PERFORACION DRILL-IN PARA ZONAS PRODUCTORAS	25

3.1 FLUIDO DRILL-IN.....	25
3.1.1 FUNCIONES DE UN FLUIDO DRILL-IN.....	26
3.1.2 CARACTERISTICAS DEL FLUIDO DRILL-IN.	27
3.1.3 BENEFICIOS Y RAZONES DE USO DEL FLUIDO DRILL-IN.	27
3.1.4 COMPOSICION DEL FLUIDO DRILL-IN	29
3.2 PUENTEEO	30
3.2.1 AGENTES PUENTEANTES.	31
3.2.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE AGENTES PUENTEANTES	31
3.3 CARBONATO DE CALCIO	32
3.3.1 APLICACIONES.....	33
3.4 GRANULOMETRIA DEL AGENTE PUENTEANTE.....	34
3.4.1 METRODO PARA CALCULAR LA GRANULOMETRIA.	37
CAPITULO IV MARCO PRACTICO APLICATIVO	40
4.1 CAMPO PATUJUSAL.....	40
4.2 QUIMICOS Y CONCENTRACIONES	45
4.2.1 ADITIVOS FLUIDOS DRILL-IN.	45
4.2.2 CONCENTRACIONES CARBONATO DE CALCIO.....	45
4.3 ELABORACION DE FLUIDO.....	47
4.3.1 PROCEDIMIENTO DE ELABORACION.....	47
4.3.2 PROCEDIMIENTO PARA ROLAR EL FLUIDO.	47
4.4 PRUEBAS DE LABORATORIO.....	48
4.4.1 PRUEBAS FISICAS.....	48
4.4.2 PRUEBAS QUIMICAS.....	48
4.4.3 PRUEBA DE TAPONAMIENTO DE PERMEABILIDAD (PPT).	49
CAPITULO V ANALISIS Y PROPUESTA DEL FLUIDO DRILL-IN PARA EL CARBONATO DE CALCIO CaCO ₃	53
5.1 RESULTADOS DE LABORATORIO.....	53
5.1.1 FLUIDOS ELABORADOS CON CaCO ₃	53
5.1.2 PRUEBA DE TAPONAMIENTO DE PERMEABILIDAD (PPT).	60

5.2 RANGOS PARA LOS FLUIDOS DRILL-IN.....	64
5.3 ANALISIS DE RESULTADOS	64
3.3.1 ANALISIS PRUEBAS REOLOGICAS.....	64
3.3.1 ANALISIS PRUEBAS PPT.	66
5.4 CALCULO DE HIDRAULICA	67
5.4.1 REOLOGIA DEL FLUIDO PROPUESTO.....	67
5.5 PROPUESTA DE FLUIDO DRILL-IN PARA EL CAMPO PATUJUSAL.	73
CAPITULO VI EVALUACION ECONOMICA.	77
6.1 COSTOS	77
6.2 ANALISIS DE RESULTADOS	83
CAPITULO VII MANEJO AMBIENTAL.	86
7.1 PARAMETROS A CUMPLIR	86
7.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO AMBIENTAL	86
7.3 CONDICIONES DE SEGURIDAD	90
CAPITULO VIII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
8.1 CONCLUSIONES	91
8.2 RECOMENDACIONES.....	92
BIBLIOGRAFIA	94
GLOSARIO TECNICO	96
ANEXOS	101

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1: Sistema de Circulacion	7
FIGURA 2.2: Enfriar y Lubricar el Trepano	8
FIGURA 2.3: Transporte y acarreo de recortes	10
FIGURA 2.4: Control de Presiones	11
FIGURA 2.5: Suspensión de recortes.....	13
FIGURA 2.6: Tipos de Fluidos de Perforacion	19
FIGURA 3.1: Garganta de Poro.....	35
FIGURA 3.2: Curva FA vs Tamaño garganta poral.....	38
FIGURA 3.3: Regla geométrica	38
FIGURA 3.4: Tamaño de partícula.....	39
FIGURA 4.1: Vista satelital Campo Patujusal.	40
FIGURA 4.2: Columna Estratigrafica Campo Patujusal	41
FIGURA 4.3: Arreglo Pozo PJS-3.....	43
FIGURA 4.4: Equipo PPT	52
FIGURA 5.1: Modelo del fluido Propuesto.....	76
FIGURA 6.1: Costo por Barril.....	81
FIGURA 6.2: Costo por Pie.....	81
FIGURA 7.1: Diagrama de flujo de residuos de fluidos	87
FIGURA 7.2: Diagrama de flujo tratamiento de aguas	88
FIGURA 7.3: Diagrama de flujo tratamiento de solidos	89

INDICE DE TABLAS

TABLA 3.1: Componentes fluidos Drill-In.....	29
TABLA 3.2: Propiedades Carbonato de Calcio.....	33
TABLA 4.1: Parametros del Reservorio.....	42
TABLA 4.2: Pozo PJS-3.....	44
TABLA 4.3: Cantidad de Quimicos.	46
TABLA 5.1: Rangos y Parametros.....	64
TABLA 5.2: Filtracion API.....	65
TABLA 5.3: Filtrado Spurt Loss y Filtracion Total.....	67
TABLA 5.4: Componentes y % de Carbonatos.....	74
TABLA 5.5: Lectura Viscosimetro.....	75
TABLA 5.6: Velocidad y Esfuerzo de Corte.....	76
TABLA 6.1: Volumen requerido de fluido para perforar.....	78
TABLA 6.2: Aditivos y coste por unidad.....	79
TABLA 6.3: Concentracion lodo base agua.....	80
TABLA 6.4: Precio Fluido Propuesto.....	82
TABLA 6.5: Precio Fluido Base Agua.....	83
TABLA 6.6: Precio Fluido CAMIX.....	83

RESUMEN

El proponer y presentar una mejor opción de sistema de lodos en la perforación de zonas productoras, en el presente proyecto se desarrolla un estudio de la optimización de la granulometría del carbonato de calcio para optimizar el puenteo en zonas productoras o de interés.

Se presenta las generalidades del proyecto, objetivos y el alcance geográfico que llega a tener y algunos datos y gráficos que serán tomados en cuenta en la parte económica.

Se da a conocer los conceptos y definiciones básicas acerca de los fluidos de perforación, los tipos de fluidos que se pueden tener y distintas propiedades que los mismos poseen.

Tendremos los conceptos y definiciones del fluido Drill-In además del carbonato de calcio, de las ventajas y desventajas de los agentes puenteantes en los fluidos Drill-In, siguiendo con los procedimientos de las pruebas físicas y químicas de los fluidos Drill-In. Además de concentraciones y distintos aditivos utilizados en la preparación del fluido.

Se presentan los resultados de las distintas pruebas obtenidas en laboratorio en especial la Prueba de Taponamiento de Permeabilidad con concentraciones que se utilizan en la empresa QMax. Además de la propuesta para utilizar una composición de carbonato de calcio adecuada para el campo Patujusal.

Se muestra algunas comparaciones y análisis del costo que se puede llegar a tener al utilizar un fluido Drill-In previamente propuesto para su futura aplicación en zonas productoras.

Se explica el manejo ambiental que se puede tener de los fluidos Drill-In y finalmente en el último capítulo se presentan las conclusiones del presente trabajo y las recomendaciones que se deben tener en cuenta al utilizar los fluidos Drill-In, para perforar zonas productoras.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCION

El lodo de perforación es un líquido que circula a través de la sarta de perforación hasta el trepano y regresa a la superficie por el espacio anular. Hasta la fecha un pozo de gas o petróleo no se puede perforar sin este concepto básico del lodo circulante.

En general, los lodos de perforación tendrán muchas propiedades que son benéficas para la operación, pero también algunas otras que no son deseables.

En los pozos una parte fundamental en la perforación son los fluidos o lodos de perforación, de los cuales va depender su éxito o fracaso de la producción de gas o petróleo, ya que la invasión del filtrado del lodo hacia la formación durante la perforación, es una de las principales causas en el daño de la formación.

Hay tres propiedades básicas de los fluidos de perforación que se deben controlar en todas las operaciones de perforación. Estas propiedades son: la densidad, reología y el control del filtrado. Todos los productos que se agregan a un fluido de perforación se hacen con el propósito de controlar una o más de estas propiedades. En este trabajo se tiene como objeto fundamental el análisis de un fluido Drill-In cuya distribución de tamaño de partículas (DPT) del agente puenteante, carbonato de calcio (CaCO_3), sea la más adecuada para puentear la arena productora en el campo Patujusal y de esta manera minimizar el daño a las formaciones en los pozos de dicho campo.

1.2 ANTECEDENTES

En la actualidad, la perforación de pozos direccionales, horizontales o verticales en el subandino boliviano, ha tenido una mayor actividad debido al consumo masivo por los avances tecnológicos modernos. Es esta una de las razones por las que las Empresas, sean estas transnacionales o estatal como YPFB se preocupan por encontrar técnicas que minimicen el daño de formación al perforar las zonas productoras y así incrementar su producción y por ende sus ganancias.

La razón de este proyecto se enfoca en esa necesidad, por lo cual es de interés de la empresa estatal en conjunto con empresas de servicios de fluidos de perforación el interés para buscar un producto que satisfaga las necesidades del cliente y optimice el servicio de la empresa que suministra el fluido para perforar el pozo completo y en especial la zona productora que es lo más importante.

En el presente proyecto de grado se expone toda una secuencia de procedimientos y análisis para seleccionar un agente densificante y puenteante llamado High- mix, el cual es un carbonato de calcio, y que será el componente principal de las formulaciones de un fluido “Drill-In” (fluido para zonas productoras), las cuales fueron sometidas a estudio, para poder aplicar en el campo Patujusal, considerando la información del reservorio a perforar, además de que este fluido es diseñado para cumplir su principal función de reducir el daño a la formación productora, mantiene las propiedades adecuadas para la limpieza del hueco mientras es perforado, crea un revoque que es de fácil remoción y cumple con los estándares de salud, seguridad y medio ambiente.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La falta de información disponible acerca de los fluidos de Perforación y los pocos o casi ningún Trabajos de Investigación realizados en el País al respecto, y sumada la necesidad de encontrar un fluido de perforación que de aportes positivos y posibles soluciones a los problemas

existentes con los actuales daños de formación, son algunas de las razones para el desarrollo de éste Proyecto de grado.

Una de las técnicas para minimizar el filtrado de fluido hacia la formación productora es el puenteo, que se realiza mediante la adición de agentes puenteantes al fluido de perforación, como son los carbonatos de calcio, o sales minerales. Este agente puenteante debe poseer una granulometría específica, que genera una sello efectivo que no altera las características de producción del yacimiento.

Esta es una técnica que no deja pasar solidos hacia el interior de la roca porosa, formando una barrera o revoque. Un puenteo adecuado es el que evita daños de formación y aumenta la productividad de la arena de nuestro interés.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la optimización y propuesta de un fluido de perforación Drill-In compuesto por carbonato de calcio CaCO_3 que permita obtener un puenteo optimo en las formaciones productoras del campo Patujusal.

1.4.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Determinar las funciones y propiedades de un fluido Drill-In para perforar zonas hidrocarburíferas.
- Evaluar los procedimientos para el estudio de un lodo de perforación Drill-In que genere puenteo efectivo en la cara de la arena.

- Realizar el estudio de varios tipos de fluidos Drill-In utilizando carbonatos de calcio de distinta granulometría como agente puenteante.
- Realizar una descripción del manejo ambiental de los productos utilizados en la preparación de los fluidos Drill-In
- Realizar un análisis económico para obtener un beneficio y ahorro al utilizar el fluido que será propuesto para la perforación.

1.5 JUSTIFICACION

1.5.1 JUSTIFICACION ECONOMICA

El Proyecto de grado busca obtener una máxima eficiencia en el proceso de perforación y una producción de hidrocarburo económicamente rentable, mediante una mezcla adecuada del carbonato de calcio para poder minimizar el daño a la formación productora. Lo que implica minimizar costos y en consecuencia maximizar las ganancias que es el punto más importante en la industria de los hidrocarburos.

1.5.2 JUSTIFICACION TECNICA

El presente estudio es una respuesta a la creciente necesidad de buscar alternativas que permitan minimizar el daño de formación, dando lugar a un desarrollo sustentable de las empresas petroleras en las operaciones de perforación y producción de petróleo, traduciéndose en un mayor bienestar para el cliente y generando un impacto social positivo para la población de la zona de influencia, para tal fin este proyecto de grado presenta los resultados de la cantidad necesaria de carbonato de calcio para generar un puenteo efectivo en la cara de la arena y así minimizar el daño de formación.

A través de los resultados obtenidos por el presente proyecto se tendrá claro cuál es el óptimo comportamiento de los fluidos de perforación al atravesar la zona de interés donde dicho fluido debe adaptarse a las condiciones requeridas.

La empresa **Qmax** Solutions es especializada en preparar lodos de perforación, lodos de complementación, control de sólidos y manejo ambiental cuyos datos e información nos serán útiles para realizar la propuesta de un fluido de perforación en base a Carbonatos de Calcio de diferente diámetro.



CAPITULO II

MARCO TEORICO CONCEPTUAL

2.1 FLUIDOS DE PERFORACION

2.1.1 INTRODUCCION Y DEFINICION

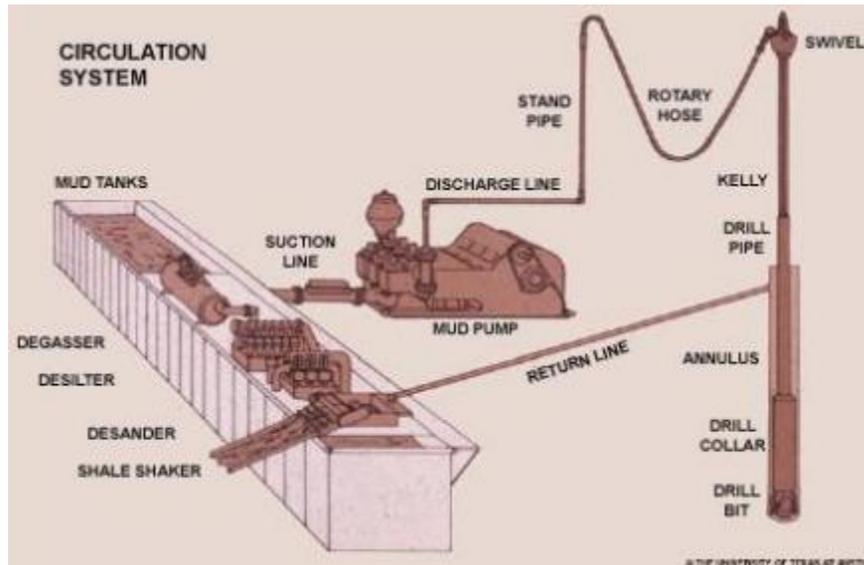
La creciente necesidad de ha obligado al hombre a desarrollar nuevas tecnologías para la búsqueda y obtención de mayores cantidades de hidrocarburos (que hasta el momento es una de las principales fuentes de energía) debido a que los nuevos yacimientos son más difíciles de descubrir y explotar.

Con el transcurso del tiempo, se han ideado varios métodos para la obtención de hidrocarburos (aceite, gas) y la perforación de pozos, el más común y aceptado es el método rotatorio.

La operación de un equipo de perforación implica la rotación de un trepano por medio de un tubo llamado tubería de perforación, en el cual se hace necesario la utilización de un fluido que circula por su interior, pasa a través del trepano y regresa a la superficie por el espacio anular (espacio entre el exterior de la tubería de perforación y el interior del agujero o la tubería de revestimiento), arrastrando con el los recortes.

A continuación en la Figura 2.1 se muestra el sistema de circulación que tiene un fluido desde los cajones hasta la el trepano de perforación el cual se aplica en todos los pozos de perforación.

FIGURA 2.1: Sistema de Circulación



Fuente: Scribd

Los primeros lodos de perforación, datan de 1914, cuando se definió como lodo: “A una mezcla de cualquier arcilla, la cual queda suspendida en el agua por cierto tiempo”.

Este fluido de perforación (también llamado lodo de perforación) tuvo que reunir ciertas condiciones especiales, para obtener su objetivo principal, es mejorar las condiciones de perforación.

La velocidad de eficiencia, seguridad y economía de la perforación, dependen principalmente del comportamiento del fluido de perforación usado. Actualmente la tecnología de los fluidos de perforación es bastante extensa.

DEFINICION DE FLUIDO DE PERFORACION

DEFINICION API: “Es un fluido circulante, usado en la perforación rotatoria, para ejecutar alguna o todas las funciones requeridas. (Operaciones de perforación).

2.1.2 FUNCIONES DE UN FLUIDO DE PERFORACION

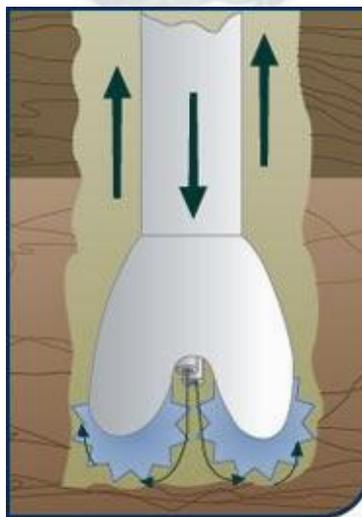
Las funciones de un fluido de perforación son lograr el completo éxito de un programa de perforación manteniendo como se dijo anteriormente eficiencia, seguridad y economía.

Las siguientes son las funciones en orden de importancia:

a) ENFRIAR Y LUBRICAR EL TREPANO

Durante la perforación se produce considerable calor debido al contacto del trepago con la formación. El calor producido se transmite al fluido de perforación, el cual, por circulación, es llevado a la superficie, donde se disipa dicho calor. El fluido de perforación también lubrica el trepago y reduce la fricción de la formación con el trepago y con la sarta de perforación. La mayoría de los fluidos de perforación contiene diferentes aditivos (bentonita, polímeros, etc.) que ayudan a reducir la fricción al enfriar y lubricar el trepago y la sarta de perforación.

FIGURA 2.2: Enfriar y Lubricar el Trepago



Fuente: Fluidos UNSA SRT

b) TRANSMISION DE POTENCIA HIDRAULICA AL TREPANO

El fluido de perforación es el medio a través del cual se transmite la potencia hidráulica al trepano.

Un fluido cuya viscosidad en el trepano se aproxima a la del agua, disminuirá las pérdidas de presión por fricción y aumentará la potencia hidráulica disponible al trepano. Esto se debe a que mientras más baja la viscosidad tenga un fluido, menos pérdida por fricción en las paredes del pozo tendrá, ya que le será más fácil el movimiento y, por lo tanto, aumentara el rendimiento de la potencia hidráulica disponible.

c) TRANSPORTE Y ACARREO DE LOS RECORTES A LA SUPERFICIE

Uno de los aspectos principales en la perforación, es la obtención de un óptimo valor de la “velocidad de penetración”. Para obtenerlo, es esencial el acarreo apropiado de los recortes, de acuerdo con el tipo de trepano, peso, velocidad de rotación y programa hidráulico.

El fluido de perforación deberá proporcionar un flujo adecuado para crear una turbulencia, a través del trepano, que levante y acarree instantáneamente los recortes perforados, esto se realiza mediante el diseño de un programa hidráulico adecuado. De otra manera, la velocidad de penetración será reducida, debido al remolimiento de los recortes por el trepano.

El levantamiento de los recortes depende principalmente de las características reológicas del lodo y de su velocidad. El valor del punto de cedencia deberá controlarse, para obtener el óptimo desplazamiento de los recortes a la superficie.

Esta característica del fluido de perforación, se puede lograr gracias a la propiedad tixotrópica que pueden poseer algunos de ellos, la cual le permite al fluido de perforación mantener en suspensión las partículas sólidas cuando se interrumpe la circulación y luego depositarlos en superficie al reiniciar la misma. Así mismo, bajo condiciones estáticas la fuerza de gelatinización debe evitar que el material densificante se precipite en los fluidos más pesados.

FIGURA 2.3: Transporte y Acarreo de recortes



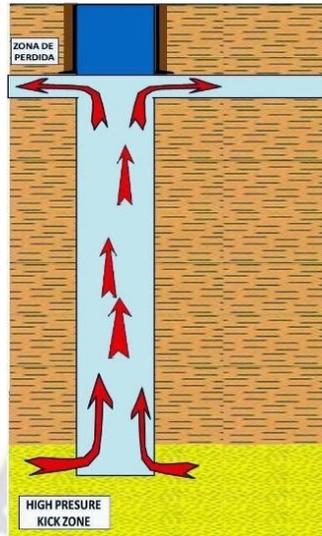
Fuente: Fluidos UNSA SRT

d) CONTROL DE LAS PRESIONES DE FORMACION

La densidad del fluido de perforación debe ser adecuada para contener cualquier presión de formación y evitar el flujo de los fluidos de la formación hacia el pozo, además de dar un cierto margen de seguridad mientras se efectúa un viaje de tubería. Sin embargo, la densidad no debe ser tan alta para crear excesivas presiones diferenciales, las cuales disminuirán la velocidad de penetración y podría causar una pérdida de circulación, así como una posible pegada de tubería.

El fluido de perforación se prepara con la finalidad de contrarrestar la presión natural de los fluidos en las formaciones. Se debe alcanzar un equilibrio justo, es decir, un equilibrio tal en el que la presión ejercida por el fluido de perforación (presión hidrostática) contra las paredes del pozo sea suficiente para contrarrestar la presión que ejercen los fluidos que se encuentran en las formaciones, el petróleo y el gas; pero que no sea tan fuerte que dañe el pozo. Si el peso del fluido de perforación fuese muy grande, podría provocar la fractura de la roca y el fluido de perforación se perdería hacia la formación.

FIGURA 2.4: Control de Presiones



Fuente: Fluidos UNSA SRT

e) ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE POZO

Estabilizar las paredes del pozo mientras se perfora a través de formaciones inestables, es una función de gran importancia. Las causas de la inestabilidad en las formaciones pueden ser numerosas y son diferentes en cada área.

Estas causas deben quedar bien definidas, para así poder formular en fluido de perforación con los requerimientos físicos y químicos que permiten evitar el problema. Para asegurar la estabilidad del agujero, el revoque, la densidad, el flujo y la actividad química del lodo deberán ser ajustados.

f) AYUDA EN TOMA DE REGISTROS ELECTRICOS

El lodo debe suministrar en medio apropiado para evaluar las formaciones a través de los Registros Eléctricos.

Para tomar los Registros Eléctricos se requiere que el fluido de perforación sea un medio conductor eléctrico, que permita obtener las propiedades eléctricas de los diferentes fluidos de la formación.

La evaluación apropiada de la formación se dificulta enormemente si la fase líquida del fluido de perforación se ha desplazado al interior de la formación, o bien si el fluido altera las propiedades químicas o físicas del agujero.

g) SUSTENTACION DE LA SARTA DE PERFORACION Y DE REVESTIMIENTO

El fluido de perforación tiene, entre otras funciones la de sustentar la sarta de perforación y de revestimiento. Esto se realiza por medio de un empuje ascendente que obra en la tubería al estar sumergida en el fluido de perforación. Este empuje dependerá de la profundidad a la que se encuentre la tubería y de la densidad del fluido sustentante.

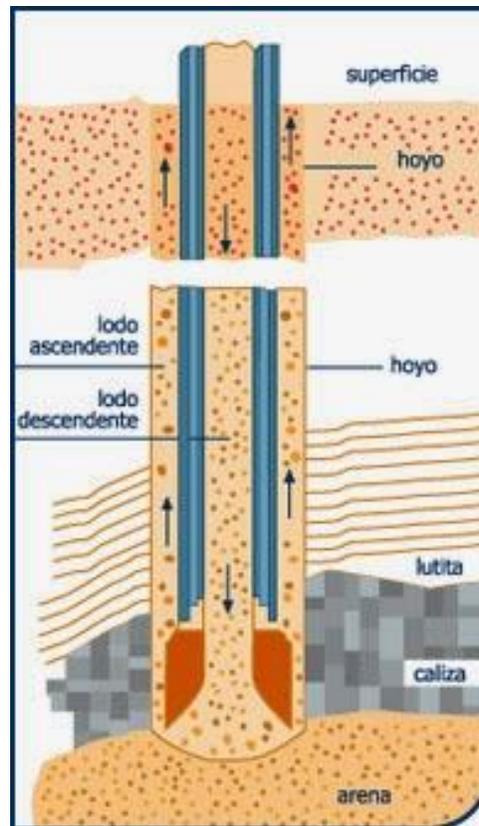
Cuando el fluido considerado es aire, el empuje es casi nulo, por la baja densidad del aire, pero en el caso de un pozo donde la tubería se encuentra sumergida en lodo, el empuje puede ser considerable y se deberá de tomar en cuenta para obtener un análisis real de las variables involucradas en el pozo.

h) SUSPENSION DE LOS RECORTES

La suspensión de los recortes se efectúa principalmente cuando la circulación del fluido es detenido por un tiempo determinado durante un viaje de tubería, o por cualquier otra causa. Los recortes que no han sido removidos deberán de quedar suspendidos, ya que si no se efectúa el fenómeno anterior, caerán al fondo y causaran problemas al meter nuevamente la tubería de perforación y al reanudar la perforación, reduciendo la velocidad de perforación al producir atascamiento del trepano con los recortes sueltos asentados.

La velocidad de asentamiento de una partícula a través del fluido de perforación, depende de la densidad de la partícula, así como la densidad, la viscosidad y la gelatinosidad o tixotropía del fluido.

FIGURA 2.5: Suspensión de Recortes



Fuente: Fluidos UNSA SRT

La gelatinosidad previene el asentamiento al reducir el grado de caída de las partículas, sin embargo altas gelatinosidades requieren altas presiones de bombeo para iniciar la circulación. Debido a esto se deberán programar, antes de hacer cualquier operación, las propiedades que convengan para un cierto objetivo. En algunas ocasiones se puede dejar de perforar y circular antes de sacar la tubería de perforación, a fin de limpiar el agujero de cortes y presumir el asentamiento de estas durante el viaje de la tubería.

2.2 TIPOS DE FLUIDOS DE PERFORACION

2.2.1 LODOS NEUMATICOS

a) AIRE SECO

Aire seco es el medio ideal para obtener altos valores de velocidad de penetración. La capacidad de acarreo de los cortes depende de la velocidad anular. Su aplicación queda restringido por agujeros inestables, formaciones productoras de agua y factores económicos. Aunque la perforación con aire puede continuar en la presencia de flujo de gas, la posibilidad de explosiones en el agujero, debido a una mezcla crítica de gas-metano, es siempre una amenaza.

b) NIEBLA

La perforación con niebla, es la perforación de aire seco con pequeñas cantidades de agua y surfactantes espumosos inyectados a altas velocidades en una corriente de aire. La niebla se puede usar para perforar áreas donde se encuentren pequeñas cantidades de agua de formación. Como con el aire seco, la capacidad de acarreo de la niebla depende únicamente de la velocidad anular. El peligro de una explosión subterránea es también obstáculo para la perforación con niebla.

c) ESPUMA

Los lodos de espuma se elaboran inyectando agua y surfactantes espumosos, en una corriente de aire, creando una espuma viscosa. Las espumas estables se hacen inyectando un lodo conteniendo surfactantes espumosos a una corriente de aire.

La capacidad de acarreo de estos fluidos depende en mayor grado de la viscosidad del fluido que de la velocidad anular. Las espumas se utilizan cuando existen flujos débiles de las formaciones atravesadas. En comparación con el aire, la espuma ejerce una presión mayor, que actúa sobre los fluidos de las formaciones.

d) LODOS AEREADOS

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

2.2.2 LODOS BASE AGUA

a) LODOS INICIALES

Los lodos iniciales se usan en la perforación del agujero del tubo conductor. Usualmente consisten de una mezcla viscosa de bentonita o atapulgita, que proveen al lodo de una buena capacidad de acarreo para limpiar los agujeros de gran diámetro. Los lodos iniciales se desechan después de haber perforado el agujero del tubo conductor, debido a que no se tiene instalado el equipo de recuperación del fluido.

b) LODO BENTONITICO

Los lodos tratados con bentonita son fluidos de perforación simples que se pueden utilizar en la perforación de pozos someros en áreas no problemáticas. La bentonita mejora la capacidad de acarreo y previene los problemas que se presentaría perforando solamente con agua.

c) LODOS TRATADOS CON FOSFATO

Los fosfatos son productores inorgánicos (dispersantes) usados para reducir la viscosidad de los lodos bentoníticos que han sido contaminados con sólidos de la formación o cemento. Los fosfatos no controlan el filtrado y son inestables a temperaturas mayores de 150 °F. De cualquier manera los fosfatos son los dispersantes químicos más eficientes, y solo se necesita una pequeña cantidad para controlar las propiedades de flujo.

En las partes superiores del pozo o en pozos someros en lugar de tratamientos costosos a base de lignitos y surfactantes se pueden utilizar fosfatos, siempre y cuando no existan problemas de altas temperaturas de fondo.

d) LODOS GEL – QUIMICOS

Un lodo gel-químico consiste de bentonita y pequeñas concentraciones de un adelgazante (reductor de viscosidad) como el quebrancho o un lignosulfonato. Un lodo de este tipo es similar en su aplicación al lodo tratado con fosfatos, pero puede ser utilizado a mayores profundidades.

e) LODO TRATADO CON LIGNITOS Y LIGNOSULFONATOS

Los lodos tratados con lignosulfonatos son el último avance a partir de un lodo gel-químico. A medida que la concentración de sólidos aumenta, se hace necesario añadir mayores cantidades de lignosulfonatos para controlar el valor de cedencia y la consistencia gel del lodo. Los lodos con lignosulfonatos son también los más resistentes a la contaminación por calcio o a un aumento en el contenido de cloruros. Los lodos con lignitos y lignosulfonatos se pueden usar para preparar lodos de densidad elevada y son estables a temperatura hasta 400 °F. El porqué de la combinación de estos dos ingredientes químicos, se debe a que los lignitos son efectivos para controlar el filtrado, mientras que los lignosulfonatos son adelgazantes más efectivos.

f) LODOS CALCICOS

Los lodos cálcicos son aplicables en la perforación de capas de poco espesor de anhídrita y también en aquellas zonas donde las lutitas deleznable y los flujos de agua salada son comunes.

Estos lodos difieren de los otros lodos base agua, en que las arcillas sódicas (bentonita) se convierten en arcillas cálcicas a través de la adición de cal y yeso.

g) LODOS CON POLIMEROS DE BAJO CONTENIDO DE SÓLIDOS NO DISPERSOS

Los lodos de bajo contenido de sólidos no dispersos son el resultado de recientes avances tecnológicos entre la industria química de los polímeros y la tecnología de la perforación. El objetivo de este tipo de lodos, es que en lugar de dispersar los sólidos en el lodo, los recubre y los flocula para facilitar su desplazamiento y así mejorar la estabilidad y las características de perforación del fluido de perforación.

Diversos tipos de lodos de polímeros de bajo contenido de sólidos no dispersos se han elaborado usando varios polímeros con o sin bentonita y evitando el uso de dispersante. Estos lodos se elaboran mediante la adición de bentonita con polímeros floclulantes, para usar menos bentonita, o sea una concentración menor de sólidos en su elaboración. También se preparan utilizando polímeros reductores, poco recubridores y floclulantes, para su aplicación en formaciones bentoníticas. Un buen lodo de este tipo permitirá obtener altas velocidades de perforación, gracias a sus propiedades tixotropicas y filtrantes. Son también los lodos base agua más estable a la temperatura, debido a su bajo contenido de sólidos y pueden ser densificados a cualquier valor.

h) LODOS SALADOS

-Lodos de baja salinidad: En estos lodos se exhiben altas velocidades de filtración y revoques gruesos. Para su control se utilizan reactivos orgánicos. Su PH generalmente es mayor a 8. Con el uso de valores de PH mayores a 9.5, se controla la fermentación de los agentes reductores de filtrado. La suspensión es difícil, debido a la floclulación de las arcillas, donde para mejorar esta propiedad se utiliza atapulgita o bien bentonita que deberá ser hidratada en agua dulce.

-Lodos salados saturados: Estos lodos se utilizan para perforar domos salinos, donde existen problemas de agrandamiento del agujero con otros lodos. Es necesario controlar el filtrado antes de llegar al domo salino, por medio de agentes de control de filtración. El control de sus propiedades consiste en la adición de agua salda para reducir la viscosidad, de atapulgita para aumentar su poder de sustentación, y de agentes reductores para controlar el filtrado.

-Lodos salados de aplicación especial: Algunos de estos sistemas se elaboran a partir de polímeros, los cuales aumentarían la viscosidad del agua salada. Su aplicación principal es en operaciones de reparación de pozo o en la perforación costafuera y en áreas de lutitas donde no se necesitan lodos de alta densidad. Otros sistemas son similares a los lodos convencionales, pero incluyen aditivos para la estabilización de la lutita.

2.2.3 LODOS BASE ACEITE

a) LODOS DE ACEITE

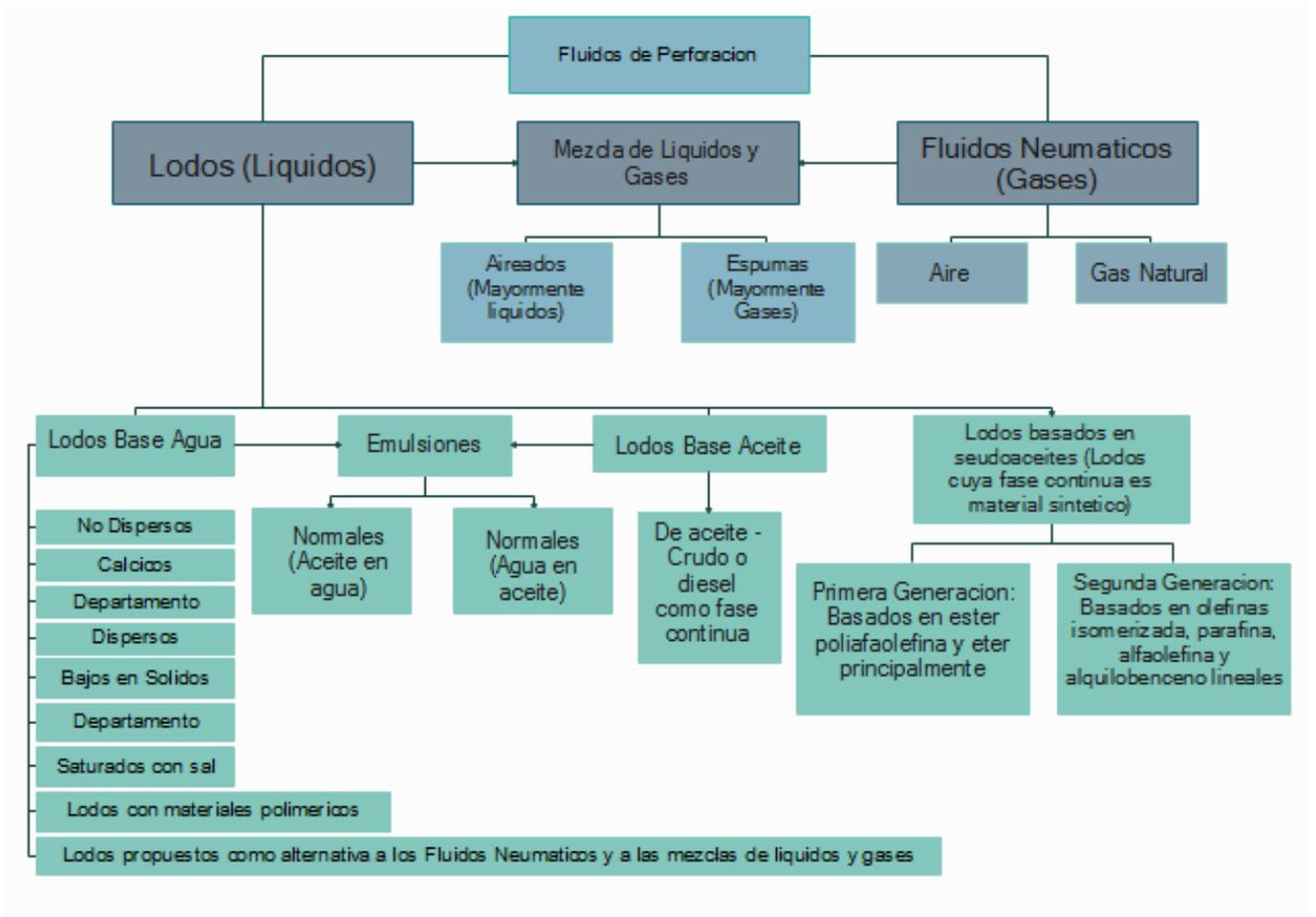
Los lodos de aceite son usados principalmente para evitar las contaminaciones de agua de las formaciones productoras y para muestreo de formación en estado nativo. Son también inertes a las contaminaciones tales como de H₂S, secciones de sal y anhídrita. Los lodos de aceite se elaboran comúnmente con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

b) EMULSION INVERSA

Las emulsiones de agua en aceite, contienen al agua como “fase dispersa” y al aceite (usualmente diésel) como fase continua. Valores hasta de 40% de agua se pueden dispersar y emulsificar en aceite. Las emulsiones inversas tienen las características de los lodos base aceite. Estos fluidos son estables a altas temperaturas, son inertes a la contaminación química y pueden ser densificados después de ser ajustada la relación aceite –agua. El uso de los lodos de aceite y de emulsión inversa, requiere medidas de seguridad para protección del medio ambiente.

Una distinción obsoleta entre dos tipos de lodos a base de aceite. En el pasado, los lodos a base de aceite de emulsión inversa eran aquellos con más de 5 % vol. de agua emulsionada y los lodos a base de aceite eran aquellos con menos de 5 % vol. de agua. Hoy en día, esta distinción no es pertinente porque el término general lodo a base de aceite abarca todas las concentraciones de agua.

FIGURA 2.6: Tipos de Fluidos de Perforación



Fuente: La Comunidad Petrolera

2.3 PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DE LOS FLUIDOS

a) DENSIDAD DEL LODO

La densidad del lodo es una propiedad expresada en términos de la masa por unidad de volumen. Idealmente, se desea que el lodo tenga una densidad tan baja como la del agua, para lograr óptimas velocidades de penetración y disminuir las pérdidas de circulación. Sin embargo, un lodo con densidad dos veces y media más de la del agua podrá ser necesario para prevenir o controlar un derrumbe ocasionado por formaciones deleznable.

Por regla general, para obtener con seguridad la óptima velocidad de penetración, la densidad del lodo deberá mantenerse a un valor mínimo, que equilibrara la presión de la formación y suministrara un leve sobre balance, para dar seguridad contra sondeos del pozo durante viajes y conexiones de tubería.

Son excepciones para esta regla cuando se está perforando en un área con baja permeabilidad y formaciones sobre presionadas o en áreas donde formaciones plásticas o hidratables tienden a cerrarse sobre el agujero que está siendo perforado. En el primer caso la solución sería perforar usando un preventor rotatorio en la superficie, para controlar el flujo de la formación. En el segundo caso, además de ajustar otras propiedades del lodo, se aumenta su densidad para evitar los derrumbes de las formaciones.

Como sucede con otras propiedades del lodo, la habilidad para controlar eficazmente la densidad, es el control de la naturaleza y el contenido de sólidos en el lodo. Esto depende de las formaciones perforadas, la velocidad de penetración, el equipo superficial de control de sólidos, el tipo de lodo utilizado, la calidad de los reactivos, y la calidad del personal calificado para la perforación del pozo. Todos estos factores, con excepción de las formaciones perforadas, pueden ser controlados y mejorados.

b) REOLOGIA

La reología está relacionada con los esfuerzos cortantes generados por el lodo mientras este fluye y el comportamiento del mismo en la suspensión de los cortes hasta la superficie y la generación de las fuerzas estáticas de gel para suspender los sólidos cuando se detiene la circulación. Estas propiedades son:

Viscosidad Aparente (VA): Es una medida relativa a la resistencia del fluido a fluir. Por efectos de adhesión y cohesión proporcionado por la atracción entre las moléculas y el comportamiento de las partículas suspendidas en el fluidos de perforación.

Viscosidad Plástica (VP): Es una medida absoluta de la resistencia al flujo, debido a la fricción mecánica de los sólidos dispersos en el lodo determinado por la cantidad, tamaño y forma de estos

y la viscosidad de la fase continua. Un aumento en VP significa un aumento en el contenido de sólidos y/o una reducción en el tamaño de estos. El control se hace con dilución.

Según la definición:
$$\text{Viscosidad} = \frac{\text{Esfuerzo de Corte}}{\text{Velocidad de corte}} \quad \text{Ec.1}$$

Punto de cedencia (YP): Es la resistencia al flujo originada por la atracción de las cargas eléctricas sobre las superficies de las partículas dispersas en el lodo. Es una función del tipo de sólidos y las cargas con ellos asociados, concentración de estos sólidos y de la naturaleza iónica de las sales disueltas presentes en el fluido.

Es la propiedad que nos da capacidad de transporte de los cortes de perforación. En un fluido NO-Newtoniano se deberá aplicar una fuerza determinada para iniciar el flujo, esta fuerza es el punto cedente.

Se utilizan para evaluar las propiedades de flujo, capacidad de limpieza del hueco y característica de adelgazamiento por corte.

Esfuerzo Cedente (YS): Es la fuerza requerida para iniciar el flujo; el valor calculado del esfuerzo cortante cuando la velocidad de corte es cero; es independiente del tiempo, pero se lo considera como una resistencia del gel en un tiempo cero.

Resistencia de gel: Es la medida de las fuerzas interparticulares en el fluido a condiciones estáticas. Es de vital importancia mantener los sólidos en suspensión cuando se ha parado la circulación en la operación. Estas resistencias de gel son medidas en intervalos de 10s, 10 min y 30 min en un viscosímetro.

La reología permite determinar y controlar:

- Capacidad de limpieza del hueco
- Propiedades de suspensión
- Caída de presiones producidas en la sarta y en el espacio anular

- Presiones de surgencia.
- Reducir o minimizar las posibilidades de dañar la formación.

c) **PERDIDA DE FILTRADO**

Cuando la presión hidrostática ejercida por la columna de fluido en el pozo es mayor que la presión de la formación, cierta proporción de la fase líquida del lodo se filtrará a través de las paredes permeables del pozo hacia el interior de las formaciones, generando un revoque con la fase sólida en la parte exterior del pozo.

Existen dos tipos de filtrado en el pozo; el estático en donde el lodo está en reposo y el espesor del revoque aumenta con el tiempo y el filtrado dinámico cuando el lodo está en movimiento, el revoque es más delgado pero la pérdida de fluido es mayor.

d) **RESISTIVIDAD**

Es la resistencia que ejerce un fluido al paso de corriente eléctrica. Esta propiedad es requerida para determinar la veracidad de los resultados de los registros eléctricos.

Para fluidos de emulsión inversa esta medida es importante para determinar la estabilidad de la emulsión y se llama estabilidad eléctrica.

e) **ALCALINIDAD**

Las valoraciones de alcalinidad determinan las concentraciones de iones hidroxilo (OH^-), bicarbonato (HCO_3^-) y carbonatos ($(\text{CO}_3)_2$) midiendo la cantidad de ácido requerido para reducir el PH. Los boratos, silicatos. Fosfatos, sulfatos y ácidos orgánicos (como el lignito) también pueden entrar en la valoración y/o los cálculos del tratamiento, con la base en los valores de alcalinidad.

La alcalinidad es la potencia de combinación de una base, medida por la cantidad de ácido que puede reaccionar para formar una sal.

f) PH DEL LODO

El valor de PH se usa para determinar acidez o basicidad de las soluciones. El valor de PH se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrogeno. Bajos valores de PH corresponden a una cidez creciente y altos valores de PH corresponde a una alta basicidad. Un cambio de una unidad de PH corresponde a un aumento de diez veces la concentración de iones hidrogeno.

En general los lodos de perforación deben ser alcalinos con valores de PH que osciles entre 8 y 13 para prevenir la corrosión en la tubería, preservar y activar los aditivos del lodo y mantener las propiedades reologicas.

g) LUBRICIDAD

Es la disminución de la resistencia a la fricción de la sarta a la rotación y al movimiento vertical del pozo (torque y arrastre), incrementando la vida útil del trepano y la sarta. La fricción puede suceder entre la sarta y el revestimiento o las paredes del hueco.

h) TIXIOTROPIA Y ESFUERZO GEL

La tixotropía es la propiedad demostrada por algunos fluidos que forman una estructura de gel cuando están estáticos, regresando luego al estado de fluido cuando se aplica un esfuerzo de corte. Está relacionada con la capacidad de suspensión del fluido y se controla, en la misma forma, como se controla el punto cedente.

Esta fuerza debe ser lo suficientemente bajo para:

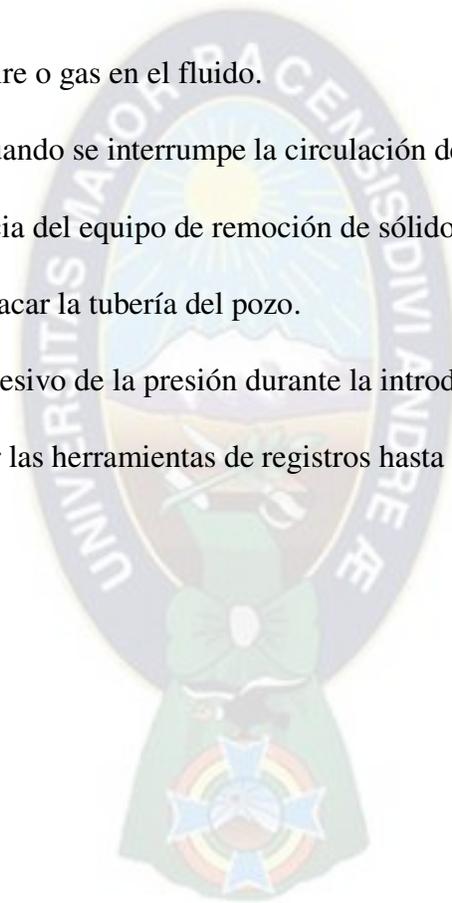
- Permitir el asentamiento de los sólidos en los tanques de superficie, principalmente en la trampa de arena.
- Permitir buen rendimiento de las bombas y una adecuada velocidad de circulación.

- Minimizar el efecto de succión cuando se saca la tubería.
- Permitir el desprendimiento del gas incorporado al fluido.

La resistencia de gel formado depende de: cantidad y del tipo de sólidos en suspensión, tiempo y temperatura.

Los esfuerzos de gel excesivos pueden causar complicaciones, tales como:

- Entrampamiento del aire o gas en el fluido.
- Presiones excesivas cuando se interrumpe la circulación después de un viaje.
- Reducción de la eficacia del equipo de remoción de sólidos.
- Pintoneo excesivo al sacar la tubería del pozo.
- Aumento brusco y excesivo de la presión durante la introducción de la tubería en el pozo.
- Incapacidad para bajar las herramientas de registros hasta el fondo.



CAPITULO III

FLUIDO DE PERFORACION DRILL IN PARA ZONAS HIDROCARBURIFERAS

3.1 FLUIDO DRILL IN

Los Fluidos “Drill-In” son especialmente formulados para minimizar el daño de formación, de esta manera se preserva el potencial de productividad del pozo.

Los Fluidos de perforación convencionales pueden causar serios daños a los reservorios productivos. Este impacto puede ser minimizado reduciendo la pérdida de fluido y controlando el contenido de sólidos. Al controlar estos dos parámetros, se reduce la invasión de filtrado dentro de la formación y ayuda a obtener una zona de aislamiento reservorio- cemento en el caso de cementación. En completaciones a hueco entubado, las elevadas caídas de presión y disparos de alta penetración pueden ayudar a reducir los efectos de daño de formación causados por fluidos convencionales. En completaciones a hueco abierto, el filtrado y la costra de lodo deben tener la capacidad de fácil remoción sin necesidad de tratamiento. Los fluidos “Drill-In” son especialmente diseñados para reducir el daño de formación y descartar la remoción de revoque en tales pozos. Son extremadamente importantes en pozos horizontales, donde las bajas caídas de presión hacen más difícil la remoción de revoque.

Una variedad de fluidos pueden ser usados como base en los lodos “Drill-In”, tales como agua, aceite y fluidos sintéticos. La selección depende del tipo de formación, composición química de los fluidos del yacimiento, y los métodos de completacion y mecanismo de daño.

El puenteo de la zona de producción es la clave para evitar daños a la formación. Los materiales de puenteo que se utilizan en los fluidos Drill-In incluyen carbonato de calcio dimensionado y sal dimensionada.

Al puentear zonas de producción, adquiere importancia el dimensionado de partículas. Para puentear eficazmente es preciso saber el diámetro del poro de la formación. Una regla empírica

usada en la industria para calcular un diámetro de poro desconocido, es tomar la raíz cuadrada de la permeabilidad en milidarcys. Para puentear eficazmente la zona de producción, el 20-30% por peso del material de puenteo debe ser un tercio del tamaño de poro en micrones.

Las pruebas de filtración con fluidos Drill-In se realizan usando un disco cerámico que refleja lo más exactamente posible el tamaño de poro de la formación. Estas pruebas se pueden utilizar en el campo para determinar la correcta aplicación del sistema de fluidos Drill-In.

3.1.1 FUNCIONES DEL FLUIDO DRILL-IN

Un fluido Drill-In debe poseer las propiedades deseables de un buen fluido de perforación, como se explicó anteriormente, y proporcionar los atributos necesarios de un fluido de terminación. La función principal de un fluido Drill-In es desarrollar una torta de filtro que previene efectivamente el daño de formación (deterioro de producción) y que se elimina fácilmente. Como norma, un fluido Drill-In como fluido de perforación, al igual que el fluido de perforación en si, debe proporcionar la lubricidad, inhibición, suspensión de sólidos, y la estabilidad del pozo.

Ofrecer un control eficaz de las pérdidas lentas de filtrado en un intervalo amplio de permeabilidades de formación. También el de dar una estabilidad a las paredes del hoyo y al mismo tiempo minimizar el ensanchamiento del hoyo.

Protección de la formación es fundamental durante la perforación de la zona de producción ya que el daño a la formación puede afectar negativamente el potencial del pozo de producción. Este daño se reduce al mínimo en la zona de interés con el uso de profundización en los fluidos, los fluidos especializados para perforar y la protección de las formaciones de petróleo/gas que se producen.

Facilitar la remoción del revoque con o sin rompedores o fluido para disolver los sólidos puenteantes, dependiendo del tipo de completación programada para el pozo. Es posible que se requieran rompedores o fluidos para disolver sólidos puenteantes y la remoción del revoque, que está en la cara de la formación, se logra al hacer fluir el pozo.

3.1.2 CARACTERISTICAS DEL FLUIDO DRILL-IN

- Un fluido Drill-In debe tener ciertas características una de las más importantes es no contener arcillas o materiales densificantes que podrían ser insolubles en ácido que pueden migrar dentro de la formación y taponar los poros.
- Un fluido y el filtrado no debe modificar las características de la formación humectado por agua a humectado por aceite o viceversa.
- Debe estar hecho o elaborado con agentes viscosificantes rompibles o solubles en ácido, agua o solventes que no causen precipitados ni emulsiones, materiales de filtrado y agentes de taponamiento de tamaño apropiado, limitando el filtrado hacia la formación y asegurando una buena limpieza, lubricidad e inhibición del pozo.
- El filtrado no debe formar emulsiones con los fluidos de la formación, debido a que esto podría causar el taponamiento de la misma.
- Tratar de minimizar el ensanchamiento del pozo y proporcionar la estabilidad al mismo.
- Las partículas deben tener una granulometría apropiada para sellar las gargantas porales de la formación.
- El filtrado debe ser compatible con los fluidos de la formación con el objetivo de no precipitar las escalas de minerales.

3.1.3 BENEFICIOS Y RAZONES DE USO DEL FLUIDO DRILL-IN

Los beneficios que encontramos en los fluidos Drill-In son varios ya que su óptimo funcionamiento y su precisa selección hacen que se tengan menos problemas y riesgos en el pozo además de sus diferentes aplicaciones como pueden ser aplicados en los intervalos productores y diseñados

esencialmente para minimizar el daño a la formación y maximizar su producción, proveen un nivel superior de limpieza del pozo, siendo efectivos de igual manera en relación al costo.

Debe tener y es recomendable un contenido mínimo de sólidos desarrollados reológicamente y diseñados para la perforación de las formaciones productoras, que sufren daños causados por los fluidos de perforación convencionales, claro está que existen ocasiones que se ocupan fluidos Drill-In libres de sólidos dependiendo las circunstancias.

Los fluidos Drill-In se basan en una técnica de sellamiento, que controla eficazmente la pérdida del fluido hacia la formación y ofrece una zona de revoque que puede ser removida de manera fácil y eficaz, logrando un rápido proceso de producción.

El controlar las pérdidas de fluidos hacia la zona productora es muy importante, ya que el fluido que ingresa aun cuando esté libre de sólidos puede afectar la producción de hidrocarburos cuando la invasión es grande, por lo tanto se debe controlar las perdidas utilizando un sistema de partículas sólidas controladas, capaz de producir un revoque impermeable transitorio que selle la formación expuesta al pozo. Este bloqueo o sellamiento de la zona de producción es la clave para evitar daños a la formación.

El mecanismo de control de pérdidas de fluido que se aplica en el sistema Drill-In, es el resultado directo del sellamiento mecánico de partículas de carbonato de calcio apropiadamente diseñadas, el que permite obtener un sello efectivo en las gargantas porales, obstaculizando la migración de finos hacia la formación, minimizando cualquier efecto de daño a la zona productora, reduciendo el daño producido a la permeabilidad y mejorando la productividad potencial del pozo.

Los fluidos Drill-In, generalmente están conformados por mezclas de carbonato de calcio con una selección adecuada del tamaño de las partículas del mismo, estos fluidos tienen como propiedad la solubilidad de hasta un 98% en ácido clorhídrico (HCl) al 15%, lo que garantiza el levantamiento de los medios de comunicación porosos después de la invasión, son sumamente importantes en los pozos horizontales y direccionales donde los bajos diferenciales de presión de yacimiento al pozo, hacen que las operaciones de limpieza sean más difíciles; los fluidos de perforación

convencionales cargados de sólidos deben ser evitados durante la perforación de intervalos horizontales o a su vez el incremento de la viscosidad esto para que se pueda hacer una limpieza adecuada en donde después no existan problemas como pegas de tubería o pérdida de circulación.

3.1.4 COMPOSICION DEL FLUIDO DRILL IN

La composición del fluido Drill-In depende mucho de la selección del fluido y de las demandas que se tengan con relación al requerimiento del fluido, este puede ser más económico, más costoso, o a su vez también depende de la configuración del pozo, si es vertical, direccional u horizontal y de mucha importancia de las características de la formación.

Cualquiera que sea las necesidades siempre debe constar con agentes importantes que hacen al fluido único para las secciones de interés, se debe tener agentes viscosificantes, agentes de sellamiento o puenteo, agentes para el control de la filtración, además de estos componentes dependiendo las necesidades tienen agentes inhibidores, biocidas, lubricantes, controladores de pH dependiendo las características del fluido.

En la tabla 3.1 se muestra un cuadro con los diferentes componentes que se cuenta para realizar el fluido Drill-In:

TABLA 3.1: Componentes Fluido Drill-In

COMPONENTE	FUNCION
<i>STARDRILL</i>	<i>Controlador de Filtrado</i>
<i>HIDROXIDO DE SODIO</i>	<i>Control de Alcalinidad</i>
<i>CARBONATO DE CALCIO</i>	<i>Agente Sellante</i>
<i>KELZAN</i>	<i>Agente Viscosificante</i>
<i>AGUA</i>	<i>Fluido Base</i>

Fuente: QMax Ecuador S.A.

3.2 PUENTEEO

Al realizar un fluido Drill-In, se debe tener en cuenta varios factores importantes para que el fluido pueda actuar y realizar sin problemas su trabajo. El material puenteante, como el tamaño de las partículas debe ser aceptado por la formación para que sus características eviten y a su vez aporten a la disminución del daño de formación en las zonas de interés.

Para este trabajo se puede contar con el carbonato de calcio que es un material puenteante, el más utilizado con características mecánicas y químicas para ser utilizado en el diseño de los fluidos Drill-In, estas características permite que se forme un revoque consistente en el pozo, que soporte fuertes impactos causados por la sarta de perforación y las altas presiones diferenciales. Químicamente, este es soluble en ácido por lo tanto puede ser removido de los poros de la matriz y de esta manera recobrar la permeabilidad de la roca.

Las técnicas de puenteo o sellamiento es utilizada para como su nombre lo dice sellar las zonas productoras de hidrocarburos las cuales eviten la filtración de fluidos tanto de perforación como del mismo pozo y de los sólidos de las formaciones perforadas esto para evitar el daño de formación que producen problemas tanto inmediatos como a largo plazo, esto formando una capa o revoque que haga que la formación se vuelva impermeable sin que después tenga problemas con los revoques, su dureza y espesor, para esto se debe tener en cuenta ciertos criterios como son:

La selección del tamaño de partícula del carbonato de calcio el cual debe ser analizado y tener en cuenta propiedades como de la porosidad, la permeabilidad, el tamaño de las gargantas porales y la determinación de la geometría de los poros de la roca, ya que las partículas más gruesas deben formar un sello en los espacios porosos, con esto haciendo menos porosa a la formación y menos permeable, además las partículas más pequeñas o coloidales deben taponar los espacios que dejan los sólidos del agente puenteante así haciendo un revoque y reduciendo la permeabilidad al máximo dejando pasar lo mínimo de fluido y filtrados a la formación.

La concentración del material puenteante que se utiliza en los fluidos de perforación con el fin de reducir la invasión ya sea de sólidos o de filtrado que sufre el medio poroso, pero siempre depende

de las características petrofísicas del medio poroso, de la distribución de tamaño de partícula del material, y de las condiciones bajo las cuales ocurre la filtración. Existen varias teorías sobre una buena técnica de puenteo sea la de Abrams, Hands o la más reciente de Vickers.

3.2.1 AGENTES PUENTEANTES

Para realizar una técnica de puenteo óptimo se tiene agentes de sellamiento diversos como son:

a) MATERIAL DENSIFICANTE

Un agente densificante es el que incrementa densidad en el fluido de perforación y que puede o no tener una distribución granulométrica controlada, los tipos de densificantes más utilizados son:

- Carbonato de calcio
- Sal / cloruro de sodio
- Hematita, barita

b) MATERIAL SELLANTE

El agente sellante es el que posee una distribución granulométrica controlada; se puede obtener comercialmente en varios tamaños. Puede usarse como sólido total en el fluido o como parte de ellos. Los tipos de materiales sellantes más utilizados son:

- Carbonato de calcio
- Sal / Cloruro de sodio

3.2.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE AGENTES PUENTEANTES

Debemos tener en cuenta los siguientes puntos para utilizar los Fluidos Drill-In al momento de realizar la perforación:

Ventajas:

- Ofrece la función de puenteo para zonas de diferentes rangos de permeabilidad de un yacimiento.
- Al tener un adecuado tamaño de partícula crean un revoque interno que fácilmente es removido aun por bajas presiones de producción sin necesidad de rompedores de fluidos que disuelven al agente puenteante.
- Minimiza el daño a la formación debido a que se crea un revoque sellante de muy baja permeabilidad, soportando altos sobrecargas de presión.
- Una adecuada distribución de tamaño de partículas del agente puenteante crea un revoque consistente y delgado, previene la invasión de sólidos y otros componentes del lodo.

Desventajas:

- Si el tamaño de partícula del agente puenteante no es seleccionado adecuadamente para dicho reservorio, ocasionaría un alto espesor de revoque y permeable de tal forma que ingresaría con mayor velocidad el filtrado a la formación e invasión de sólidos ocasionando daño a la formación.
- El agente puenteante al tener otros aditivos en su composición puede no ser compatibles con los fluidos de la formación ocasionando la reducción de su permeabilidad.

3.3 CARBONATO DE CALCIO

El carbonato de calcio es el producto que se obtiene de moler las rocas sedimentarias como calizas puras y tomar las partes más finas como ejemplo de estas rocas tenemos las rocas dolomíticas o cálcicas generalmente con más del 98% de contenido de CaCO_3 .

Se lo prefiere por ser soluble al ácido y puede ser disuelto fácilmente en el proceso de remoción en la zona productora. El tamaño de partícula debe tener un adecuado control de tal forma que provea también un adecuado peso. El tamaño de partícula a ser escogidas depende relativamente de la caracterización de la formación a ser perforada además de sus propiedades.

En la Tabla 3.2 se observa las propiedades físicas del Carbonato de Calcio.

TABLA 3.2: Propiedades del Carbonato de Calcio

PARAMETROS	CARACTERISTICAS
<i>pH</i>	8-9
<i>COLOR</i>	<i>Blanco-Gris</i>
<i>TAMAÑO DEL GRANO</i>	0 (99% Pasando Malla 40 MESH) 325 (96% Pasando Malla 325 MESH)
<i>SOLUBILIDAD EN AGUA</i>	<i>Insoluble</i>
<i>FORMA</i>	<i>Polvo/Partículas</i>
<i>SOLUBILIDAD EN ACIDO</i>	1.3 mg/100 g a 18 °C
<i>GRAVEDAD ESPECIFICA</i>	2.7-2.9
<i>PUNTO DE EBULLICION</i>	2570 °C

Fuente: QMax Ecuador S.A.

3.3.1 APLICACIONES

El Carbonato de calcio puede utilizarse en fluidos de perforación base agua y base aceite y también fluidos de completación y reparación. Cuando se utiliza como agente puenteante o viscosificante las concentraciones varían desde 10 a 50 de 29 a 143 kg/m³. El Carbonato de calcio, sea fino, mediano o grueso se utiliza para usos diferentes como por ejemplo, si es fino se lo utiliza como

agente densificante, si es mediano o grueso se lo utiliza como agente puenteante y para controlar el filtrado.

Para el cálculo del Carbonato de calcio que se requiere en las concentraciones de fluidos de perforación para aumentar la densidad se las puede calcular de la siguiente manera con las formulas:

$$\text{Carbonato de calcio, } \frac{\text{lb}}{\text{bl}} = \frac{909(W2-W1)}{22-W2}$$

Donde:

W2 = Peso del lodo inicial (lb/gal)

W1 = Peso del lodo deseado (lb/gal)

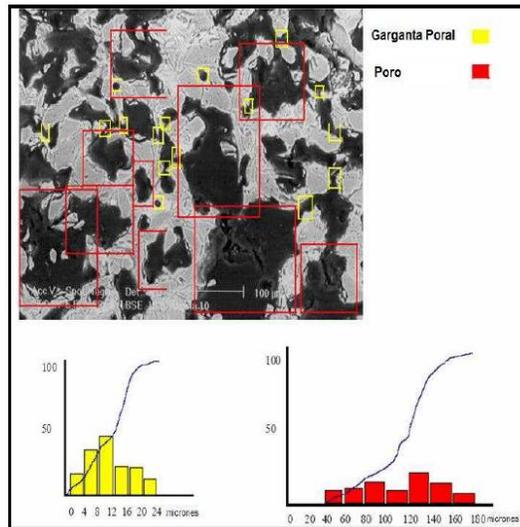
Cuando se necesitan granos más grandes que los finos, se utilizan los medianos y gruesos para control de filtrado. También se puede utilizar como controlador de pérdidas de circulación en formaciones altamente permeables. Al perforar con altas presiones diferenciales es efectivo ya sea por causas de condiciones de trabajar sobre balance o al trabajar en zonas agotadas.

3.4 GRANULOMETRIA DEL AGENTE PUENTEANTE

Para poder realizar una adecuada distribución de la granulometría se debe tener en cuenta el concepto claro de garganta poral ya que de este concepto depende mucho del trabajo a realizarse en el puente.

Garganta de Poro: Son las conexiones entre los espacios porales y deben mantenerse abiertas para permitir el flujo. Puede determinarse mediante dos métodos: Inyección de mercurio o microscopia electrónica.

FIGURA 3.1: Garganta de Poro



Fuente: Drill-in Fluid Design

La selección del Carbonato de Calcio debe ser realizada con un adecuado tamaño de partícula que vaya de acuerdo al tamaño de garganta poral de las zonas de interés. La selección granulométrica del Carbonato de Calcio debe ser basado en diferentes criterios como:

Abrams en 1977 sugiere que tanto el tamaño y la concentración de las partículas de puente que se requieren para minimizar la profundidad de una torta de filtro interno. En concreto, el tamaño de las partículas del material de transición debe ser al menos igual o mayor de un tercio de las aberturas del poro medio de la roca del yacimiento. En segundo lugar, la concentración del tamaño de las partículas se debe en gran cantidad de al menos 5% en volumen de los sólidos en la composición de lodo final, incluyendo los sólidos de perforación. Estas directrices son de uso frecuente en el campo hoy en día cuando se sabe poco acerca de la distribución de tamaño de poro de un depósito. En estos casos los diseños líquidos utilizan una amplia gama de partículas en un intento de proporcionar una amplia gama de capacidades de puenteo.

Hands propone que el D90 (el tamaño de partícula por debajo del volumen total del material puenteante debe ser igual al tamaño de la garganta poral) para limitar la penetración del lodo en la estructura del poro.

Un nuevo criterio el de Vickers habla sobre una gran proporción del flujo de producción de un reservorio provendrá de la mayor garganta poral, por lo tanto estas zonas de mayor permeabilidad/porosidad no deben ser ignoradas. También un número considerable de gargantas de poros puede ser muy pequeñas en comparación con el tamaño medio (D50). En esencia, cuando las partículas son seleccionadas por los grandes, medio y algunos de los poros más pequeños, el resultado neto es una distribución de tamaño de partícula que hace un trabajo bastante eficiente de sellar todos los poros del yacimiento. Incluyendo la mayor parte de los espacios vacíos en el medio de la retorta de filtro en sí.

Para crear un efecto de bloqueo, una gran cantidad de pequeñas partículas o partículas de diferentes formas son requeridas para satisfacer las carencias entre las partículas. Sin llenar las brechas, podrían dar como resultado filtrado, invasión de polímeros y pequeñas partículas de invasión.

Es conveniente seleccionar una distribución de tamaño de partículas (PSD), que de manera eficiente y rápida puentee las más grandes, medianas y pequeñas fracciones de tamaño de garganta poral. Esta (PSD) optima debe ser seleccionada sobre la base de la D90, D50 y D10 de la distribución del depósito de la garganta del poro. Para superar la eficiencia de puenteo obtenido con el uso del método de teoría de empaquetamiento ideal (IPT), se supuso que más comparaciones de emparejamientos de las fracciones podría ser necesarias.

Una serie de pruebas de laboratorio de filtración y disk sandpack (discos de empaquetamiento de arena) se llevaron a cabo para demostrar que coincidiera con el PSD, se combina con objetivos adicionales de gargantas porales que daría como resultado en la reducción de la rata de filtración y mejorados resultados de retorno de permeabilidad y de pruebas de taponamiento de permeabilidad. Las fracciones elegidas como objetivos adicionales incluidos la D75 y D25. Con los cinco objetivos, D90, D75, D50, D25 y D10, se ha traducido en lo que hemos llamado, “El método Vickers”. Los siguientes criterios para la combinación de puenteo debe cumplir con las siguientes normas o adaptarse lo más parecido y cercano posible para lograr la pérdida de líquido mínimo en un depósito y el mejor puenteo posible en la formación.

- D90 = garganta de poro más grande.

- $D_{75} < 2/3$ de la garganta de poro más grande.
- $D_{50} \pm 1/3$ de la garganta medio de los poros.
- $D_{25} 1/7$ de las gargantas medio de los poros.
- $D_{10} >$ garganta de poro más pequeño

Este método está basado en parte por pruebas de laboratorio y más criterios recientes que es el mejor método utilizado para tener resultados más reales en el campo y mejores resultados de taponamiento de permeabilidad y puenteo en las zonas de interés, sumado también al conocimiento de ciertos datos que nos servirán para el emparejamiento de las normas de este criterio como los resultados tomados y especificados en la caracterización de la formación.

El empaquetamiento compacto es un fenómeno colectivo que requiere la utilización de una amplia gama de partículas para iniciar rápido la construcción de la retorta. Otra forma de visualizar la necesidad de una amplia gama de tamaños de partículas para el inicio del empaquetamiento ideal es observar el empaquetamiento suelto de esferas.

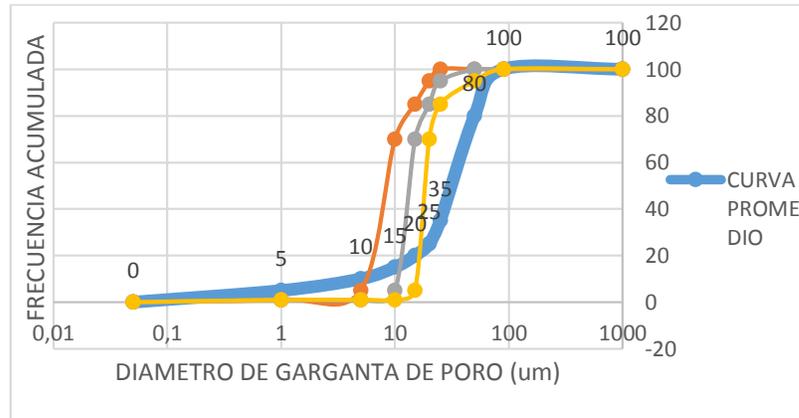
3.4.1 METODO PARA CALCULAR LA GRANULOMETRIA

Basándose en los criterios mencionados anteriormente se recomienda los siguientes pasos para obtener una óptima granulometría del agente puenteante a usarse en los fluidos Drill-In:

Paso 1

- Se toma de la gráfica el tamaño de garganta promedio, frecuencia acumulada de 50, para la mayor población de garganta (Figura 3.2).
- Se hace lo mismo para el tamaño de poro.

FIGURA 3.2: Curva FA vs Tamaño garganta Poral

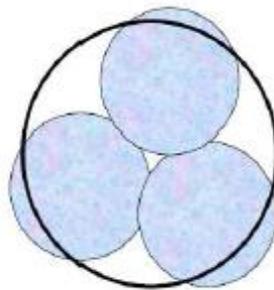


Fuente: Drill-in Fluid Design

Paso 2

- Se tabulan los valores promedio de garganta y de poro
- Se divide esos tamaños de garganta y de poro entre 3 y se tabula

FIGURA 3.3: Regla Geométrica



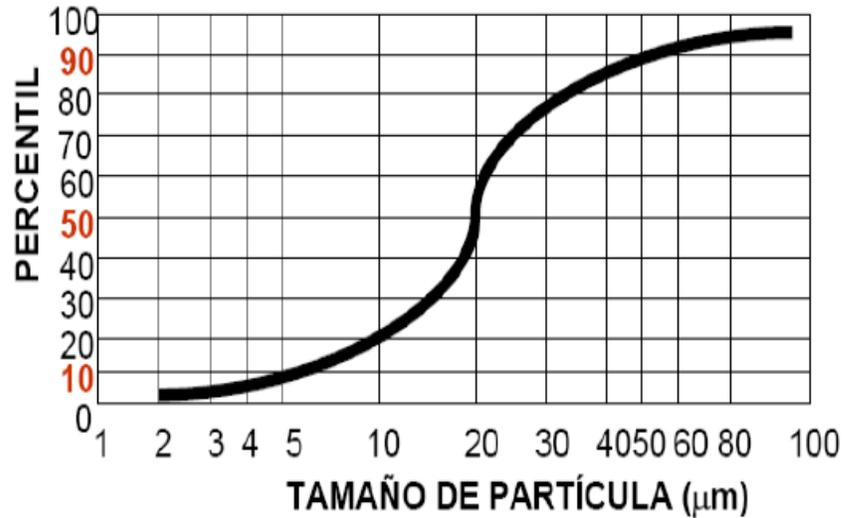
Fuente: Drill-in Fluid Design

Existe una regla “geométrica” de filtración: Esferas de diámetro equivalente a un tercio del diámetro de un círculo, harán puente entre ellas sobre el círculo como se muestra en la figura 3.3.

Paso 3

- Se buscan las gráficas de distribución granulométrica del agente de puente
- Se determina para cada grafica el tamaño que corresponde a los percentiles 10, 50 y 90 se tabulan figura 3.4

FIGURA 3.4: Tamaño de Partícula



Fuente: Drill-in Fluid Design

Paso 4

Comparando los valores de tamaños de garganta y poro y la de percentiles de granulometría:

- Se determina cual distribución tiene un D10 equivalente o similar al tercio de la garganta de poro
- D90 debe ser similar al tamaño de poro.

CAPITULO IV

MARCO PRÁCTICO APLICATIVO

4.1 CAMPO PATUJUSAL

El Campo Patujusal (PJS) fue descubierto con la perforación del pozo PJS-X1 a una profundidad moderada de 2200 mts. Este pozo fue perforado en marzo de 1993 con una producción de petróleo de 34.8 °API en la formación Petaca.

FIGURA 4.1: Vista satelital del Campo Patujusal.



Fuente: YPFB Chaco 2014

El reservorio Petaca es un campo subalerno-saturado con una presión original de 2270 psi @ una profundidad de -1366.4 metros sobre el nivel del mar. El mecanismo de impulso del reservorio es el efecto combinado de la expansión de fluidos y/o posiblemente la actividad del acuífero.

Estructuralmente, el campo Patujusal está cerrado en el flanco Norte por una falla Noroeste Sureste. Al Sur el cierre es suave y bien definido. Los cierres Este y Oeste son el producto de los hundimientos normales de la estructura.

FIGURA 4.2: Columna Estratigrafica Campo Patujusal

PATUJUSAL						
GRUPO	SISTEMA	FORMACION	ESPESEM	LITOLOGIA	RESERVORIOS	DESCRIPCION LITOLOGICA
CENOZOICO	TERCIARIO	CHACO	1380			Areniscas marron, grano fino a medio, con sabulos y clastos diseminados, friables, intercalados con limolitas y arcillitas plásticas marron rojizas.
		YECUA	200			Arcillitas marron claras, ligeramente calcáreas, intercaladas en la base con margas verdes.
		PETACA	45		*	Areniscas gris verdosas y marron friables, intercaladas con limolitas y arcillitas marron violáceas.
MESOZOICO	CRETACICO	YANTATA	85			Areniscas gris blanquecinas, grano fino, friables, tiene concreciones calcáreas.
		ICHOA	360			Areniscas marron rojizas, grano fino a medio, buena selección, matriz arcillosa, friable. En la base se presenta un conglomerado con clastos de caliza.
PALEOZOICO	SILURICO	EL CARMEN	247			Arenisca Sara: Arenisca blanquecina, grano fino a medio redondeado, bien seleccionado, cemento silíceo, en partes carbonatico, dura, compacta, porosidad regular.
P.SIL						Areniscas blanquecinas y tonalidad rojiza.

Fuente: YPFB Chaco 2014

En total se han perforado 18 pozos, de los cuales los primeros 12 fueron ejecutados por YPFB, los restantes 6 pozos fueron perforados por Chaco S.A. El único pozo no productor es el PJS-17, el mismo que fue perforado como un side track de investigación en un área exploratoria desde la locación del pozo PJS-15H.

En el sector Este algunos niveles del Petaca están limitados erosionalmente. La Formación Petaca ha sido dividida en dos horizontes arenosos que tienen un espesor promedio combinado de 60m. Estas areniscas, las cuales se depositaron en un ambiente fluvial asociado con un plano aluvial, han sido descritas como friables y de grano fino. El análisis de núcleos muestra la porosidad en un rango entre 15%-26% y la permeabilidad alrededor de 240 md.

Tenemos parámetros del reservorio:

TABLA 4.1: Parámetros del Reservorio

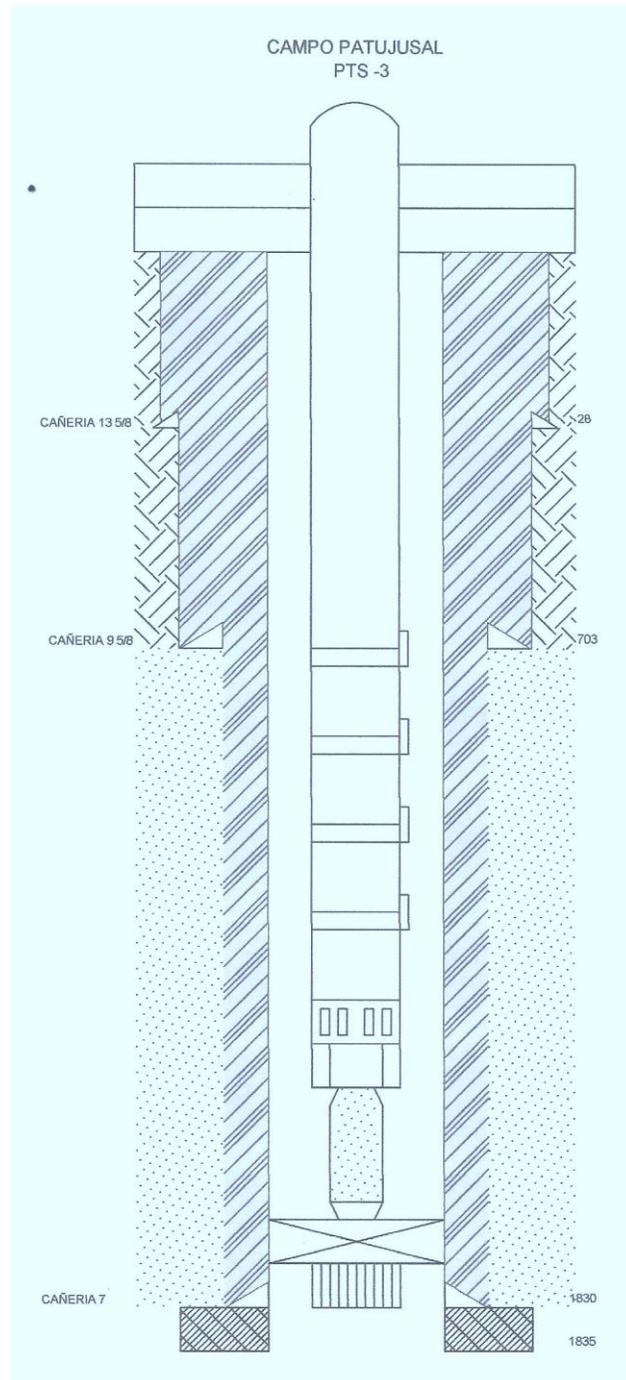
<i>Formación</i>	<i>Petaca</i>
<i>Por %</i>	20.8
<i>Sw</i>	53.6
<i>Datum [pie]</i>	4511
<i>Temp[°F]</i>	155
<i>Pres [Psia]</i>	2273
<i>Bo</i>	1220
<i>OOIP</i>	613.7

Fuente: YPFB Chaco 2014

El análisis de la arena productora es importante, por lo tanto para encontrar una cantidad necesaria de lodo que se podría llegar a utilizar se tendrá en cuenta el siguiente arreglo, el cual proviene de uno de los pozos perforados del campo Patujusal que cuenta con datos necesarios, los cuales se podrán utilizar para comparar resultados.

El tipo de Reservorio del campo Patujusal es de Petroleo y gas en solución con una gravedad **API** [60°F] de **34.7**

FIGURA 4.3: Arreglo Pozo PJS-3



Fuente: YPFB Chaco

El pozo de referencia a utilizar será el PJS-3 que cuenta con algunos datos extras para calcular volúmenes que nos ayudara en los capítulos posteriores.

TABLA 4.2: Pozo PJS-3

X Coordenadas	Y Coordenadas	Prof. (MD)	TVD	TVDSS	Elev.KB	Desv.Grado
4121165.78	8132576.97	1835.00	1643	-1492.97	224.30	45°
CAÑERIAS	OD [plg]	PESO [lb/ft]	GRADO		ROSCA	ZAPATO [m]
Superficial	13 3/8	54	K-55		8RD-STC	28
Intermedia	9 5/8	47	N-80		8 RD-STC	703
Produccion	7	23	N-80		8 RD-LTC	1830
Liner						
TUBERIAS	Piezas	OD [plg]	PESO [lb/ft]	GRADO	ROSCA	
Liner Corto	179	2 7/8	6.4	N-80	HYD	

Fuente: YPFB Chaco

Proponer un fluido Drill-In simple con diferente granulometría de Carbonato de Calcio para poder minimizar el daño a la formación con diferentes métodos de puenteo y un buen estudio de la caracterización del campo en donde desea utilizar el fluido para poder optimizar el trabajo que realizan los fluidos. La selección de la composición del fluido Drill-In simple depende de las necesidades tanto técnicas como económicas de las empresas contratantes y de la disposición de los aditivos con los que cada empresa contratada cuente, para este caso el fluido necesita una base de almidón procesado como controlador de filtrado en nuestro caso la presencia de Stardrill y de Q-OAC HV, un viscosificante como la goma xantica (Kelzan XVD) y carbonato de tipo Ay B, esos son los aditivos que sumados al agua serán los componentes del fluido Drill-In simple propuesto. Al cual se le analizara en parte técnica y económicamente para su posible aplicación en la sección en el campo Patujusal o alguno que cumpla características parecidas.

4.2 QUIMICOS Y CONCENTRACIONES

4.2.1 ADITIVOS DEL FLUIDO DRILL-IN

KELZAN XCD

Es un viscosificador para lodos de base agua salina y dulce. Es una goma xantica biopolimerica de alto peso molecular. En pequeñas cantidades proveen altos puntos de cedencia y bajas viscosidades plásticas, siendo estable a una temperatura de 150°C.

Las concentraciones normales están en el rango de 0.25 a 1 kg/m³. Por experiencias en pozos perforados estas concentraciones pueden ser incrementadas de acuerdo con la capacidad de transporte deseada.

STARDRILL

Su eficiencia está en el control de perdida de fluido. Se puede aplicar en concentraciones de acuerdo a lo requerido para cada sistema de fluidos. La asociación del Stardrill con la bentonita y otros polímeros refuerzan las propiedades de un fluido de perforación que proporciona una excelente costra para evitar que el lodo se pierda por aquel agujero. A una temperatura de 150°C es estable.

Las hojas de seguridad de los distintos aditivos se encuentran en el Anexo 3 del presente trabajo.

4.2.2 CONCENTRACIONES CARBONATO DE CALCIO

El Carbonato de calcio se añade dependiendo del peso de lodo que se requiera. Para esto utilizamos la ecuación 2 previamente escrita que ayuda en el cálculo de la cantidad requerida de CaCO₃. Para nuestro caso utilizaremos un peso de lodo de 9 LPG para la arena, el cual se ha tenido como peso aceptable para perforar el campo Patujusal.

$$CaCO_3 \frac{lb}{bbl} = \frac{909(9-8.3)}{22-9} = 48.95 \frac{lb}{bbl}$$

KELZAN

Debido a datos bibliográficos en la utilización de este aditivo se decidió usar 2.5 lb/bl de Kelzan debido a la obtención de buenos resultados en la reología del fluido.

$$2.5 \frac{lb}{bbl} \times \frac{1 Kg}{2.2 lb} \times \frac{1000 g}{1 Kg} \times \frac{1 Bbl}{42 gal} \times \frac{1 gal}{3.785 lt} = 7.148 \frac{g}{lt}$$

STARDRILL

El Stardrill experimentalmente se ha comprobado que usándolo de 5 a 6 lb/bl reduce la cantidad de filtrado que ingresa hacia la formación asegurando un filtrado viscoso para un revoque impermeable.

$$5 \frac{lb}{bbl} \times \frac{1 Kg}{2.2 lb} \times \frac{1000 g}{1 Kg} \times \frac{1 Bbl}{42 gal} \times \frac{1 gal}{3.785 lt} = 14.29 \frac{g}{lt}$$

A continuación se tiene la siguiente tabla de cantidad y valores a utilizar para el lodo:

TABLA 4.3: Cantidad de Químicos

COMPONENTE	CANTIDAD (gr/lt)
CARBONATO DE CALCIO	139.96
KELZAN	7.148
STARDRILL	14.29

4.3 ELABORACION DEL FLUIDO

El proceso de elaboración del fluido Drill-In está basado en el manual de hojas técnicas de procedimientos de la empresa **Qmax**.

Existe una estandarización de los diámetros de los carbonatos usados que vienen dados en micras, pulgadas y milímetros. A los cuales se los conoce como mallas o mesh.

4.3.1 PROCEDIMIENTO DE ELABORACION

A continuación se describen los pasos que se deben realizar tomando en cuenta los datos propuestos en la tabla 4.3:

Procedimiento del Fluido Drill-In

- Pesar el CaCO_3 , el Kelzan y Stardrill e una balanza electronica
- Medir y añadir 1.2 litros de agua en una jarra metalica.
- Agitar el agua en el Hamilton Beach, añadir Stardrill y agitar por 10 minutos.
- Añadir Kelzan a la mezcla y dejar agitando por 20 minutos
- Añadir en CaCO_3 y agitar por 20 minutos mas.

4.3.2 PROCEDIMIENTO PARA ROLAR EL FLUIDO

Rolar un fluido consiste en calentar y mantener en movimiento el lodo de perforación por 16 horas con el fin de simular las condiciones del reservorio y el desgaste a los que son objetos los compuestos del fluido, el procedimiento es sencillo.

Procedimiento para Rolar un fluido

- Colocar el fluido dentro de la celda especial y asegurar con una llave hexagonal
- Colocar las celdas dentro del horno de rolado.
- Encender el horno y esperar 16 horas.

4.4 PRUEBAS DE LABORATORIO

4.4.1 PRUEBAS FISICAS

Para las pruebas físicas que se debe realizar al fluido Drill-In tenemos las pruebas de:

- Densidad
- Reología y Fuerza Gel
- Filtrado API
- Concentracion de Hidrogeno

Dichas pruebas son aquellas realizadas en laboratorios al igual que en el laboratorio de la carrera de Ingeniería de Petrolera, por lo cual los procedimientos para la toma de datos de las pruebas físicas es el mismo que se realiza como parte del programa de la carrera, además que este estará especificado en la parte de Anexos 1 del presente trabajo

4.4.2 PRUEBAS QUIMICAS

Para las pruebas Químicas que se debe realizar al fluido Drill-In tenemos las pruebas de:

- Contenido de ION Cloruro
- Dureza Total de Calcio

El procedimiento de las mismas estará especificado en la parte de ANEXOS del presente trabajo.

4.4.3 PRUEBA DE TAPONAMIENTO DE PERMEABILIDAD (PPT)

La Prueba de Taponamiento de Permeabilidad (PPT) es una prueba innovadora que permite semejar las condiciones más reales tanto de presión y temperatura del reservorio para interactuar con el fluido de perforación así como también con la formación que en este caso es simulada por las pastillas de medir la cantidad de filtrado y el revoque que el fluido produce en la cara de la formación.

El principal parámetro que se estudia en el equipo PPT, es la cantidad de filtrado de lodo que invade a la formación en el transcurso de un determinado tiempo. Otro parámetro es el revoque, en el cuál se considera su espesor y la textura del mismo.

Partes del equipo PPT:

- Ensamble de presurización con CO₂
- Recibidor de contrapresión.
- Válvula de bola para entrada de presión.
- Válvula vástago de presurización.
- Camisa de calentamiento.
- Celda con tapa doble.
- Llave especial para asegurar las tapas de la celda
- Herramienta en T con pistón.
- Válvula para entrada hidráulica.
- Bomba hidráulica.
- Manguera de transmisión de fluido hidráulico.

El equipo PPT se muestra en la figura 4.4 que se encuentra mas adelante proporcionada por la empresa Qmax Ecuador.

Armado del equipo PPT:

Conectar a la corriente eléctrica la camisa de calentamiento y luego girar la perilla del termostato hasta el número 10, una vez alcanzada la temperatura deseada (200 °F) mover la perilla al número 3 para estabilizar la temperatura, registrar el tiempo que le toma al equipo alcanzar la temperatura deseada.

El manejo del equipo debe realizarse con precauciones y con el equipo de laboratorio adecuado.

1. Remojar el disco de cerámica en el fluido base del lodo por lo menos 10 minutos.
2. Poner grasa de silicona en los O-rings y poner la tapa IN dentro de la celda, asegurarla muy bien con la llave especial.
3. Colocar la celda en la camisa de calentamiento, girar en forma circular hasta sentir que la celda se asienta y no gira.
4. Colocar grasa de silicona en los O-ring del pistón, y con la herramienta en T colocar el pistón dentro de la celda, mover hacia arriba y hacia abajo para constatar el libre movimiento del mismo, desenroscar la herramienta T y retirarla.
5. Colocar la válvula vástago en la parte inferior de la camisa de calentamiento y conectar la manguera de la bomba hidráulica a la válvula.
6. Colocar 300 ml de fluido de perforación dentro de la celda con cuidado de no derramar fluido en los O-rings.
7. Abrir las válvulas de entrada de fluido hidráulico y cerrar la válvula de alivio de la bomba, ingresar fluido hidráulico hasta que el lodo llegue al tope del recipiente.
8. Colocar el disco de cerámica.
9. Poner grasa en los O-ring de la tapa OUT y colocarla, asegurarla con la llave especial.
10. Colocar la válvula vástago superior y la válvula de bola.
11. Colocar el recipiente receptor de contrapresión y asegurarlo con la chaveta.
12. Colocar el presurizador y asegurarlo con la chaveta.
13. Asegurar todas las válvulas hasta que estén cerradas.

Procedimiento para determinar la PPT

- Revisar si la bomba de fluido hidráulico está completamente llena y si no está proceder a colocar el fluido.
- Ingresamos fluido hidráulico hasta que el manómetro marque 200 psi.
- Después de que la presión de 200 psi este estabilizada volvemos a ingresar fluido hidráulico hasta que el manómetro marque 1 350 psi.
- Poner 350 psi con el presurizador ubicado en la parte superior del equipo, hay que tomar en cuenta que le diferencial de presión debe ser de +/- 1 000 psi.
- Abrir lentamente la válvula del vástago $\frac{1}{4}$ y luego abrir la válvula de bola.
- Luego de 30 segundos abrir la válvula de purga y captar el filtrado en una probeta, una vez que deje de salir fluido cerrar la válvula, al fluido que salió se le denomina el Spurt loss.
- Mantener la presión de 1 350 Psi sobre la celda durante los 30 minutos de la prueba, ya que al purgar el filtrado sufre una caída de presión en dicha celda.
- Abrir la válvula de purga cada 5 minutos hasta los 30 minutos que termina la prueba, captando el filtrado en la probeta.
- Una vez terminada la prueba, cerrar la válvula de purga y abrir la válvula de alivio de la bomba, con la finalidad de que el aceite hidráulico retorne a la bomba.
- Dejar las válvulas (vástagos) de entrada y salida abiertas y la válvula de bola también abierta para que la contrapresión desaloje el aceite hidráulico de la celda.
- Apagar y desconectar la camisa de calentamiento.

Desarmado del equipo PPT:

Una vez que el equipo esté completamente frío fijarse que el equipo este despresurizado, en caso de no estarlo abrir la válvula de purga, poner una probeta por si sale algún remanente de lodo, cerrar todas las válvulas para empezar a desarmarlo.

1. Retirar la chaveta que asegura el equipo de presurización y seguidamente retirar dicho equipo.

2. Quitar la chaveta del recibidor de contrapresión y retirarlo.
3. Retirar la válvula vástago superior girándolo muy lentamente.
4. Retirar la tapa OUT de la celda utilizando la llave especial.
5. Retirar el disco de cerámica con mucho cuidado y desalojar el lodo de la celda.
6. Retirar la válvula vástago inferior.
7. Sacar la tapa IN
8. Utilizando la herramienta T retirar el pistón del interior de la celda.
9. Lavar los implementos que se encuentren con fluido y dejar secar completamente.

FIGURA 4.4: Equipo PPT



Fuente: QMax Ecuador S.A.

CAPITULO V

ANÁLISIS Y PROPUESTA DEL FLUIDO DRILL-IN PARA EL CaCO₃

5.1 RESULTADOS DE LABORATORIO

Para las pruebas de laboratorio que se mostraran a continuación se tomara en cuenta aquellas pruebas realizadas por la empresa QMAX realizada a para diferentes fluidos, que se usa para hacer fluidos Drill-In y sus debidas proporciones para obtener diferentes resultados y observar cuál de todos los fluidos se adapta más a los requerimientos del campo donde será aplicado, dentro de los parámetros y propiedades más cercanas a lo requerido para minimizar el daño a la formación y cumplir con las condiciones del lodo para obtener un buen puenteo.

Las pruebas de laboratorio se realizan para todos los fluidos elaborados. A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada fluido elaborado, en las respectivas pruebas físicas y prueba especial (PPT).

Cabe indicar que la Prueba de Taponamiento de Permeabilidad se realiza en discos filtro cerámico de aloxita con un diámetro de 2 ½ pulgadas y con un espesor de ¼ pulgadas.

Debido a especificaciones de la Compañía Q-MAX ECUADOR S.A. se realiza en éstos discos con una permeabilidad de 50 micrones.

5.1.1 FLUIDOS ELABORADOS CON CaCO₃

Composición:

Carbonato	Kelzan	Stardrill
48.95 lb/bbl	1 lb/bbl	2 lb/bbl

Fluido 1: Carbonato A325 100%

PRUEBAS FISICAS						
PH	9.23	GELES				
DENSIDAD	9.02	<i>TIEMPO</i>	10''	10'	30'	
FILTRADO API		<i>ANTES DE ROLAR</i>	4	5	5	
<i>ANTES DE ROLAR</i>	9 ml	<i>DESPUES DE ROLAR</i>	4	4	4	
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	10.5 ml					
REOLOGIA						
<i>VELOCIDAD</i>	Ø3	Ø6	Ø100	Ø200	Ø300	Ø600
<i>ANTES DE ROLAR</i>	4	5	15	20	24	33
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	3	4	16	19	23	30
PRUEBAS QUIMICAS						
<i>ALCALINIDAD</i>	0.3 y 4.2 ml de concentración de Ácido Sulfúrico 0.02N					
<i>CLORUROS</i>	0.7 ml de concentración de Nitrato de Plata					
<i>CALCIO</i>	0.2 ml de concentración de Versenato					

Fluido 2: Carbonato A100 100%

PRUEBAS FISICAS						
PH	9.4	GELES				
DENSIDAD	9	<i>TIEMPO</i>	10''	10'	30'	
FILTRADO API		<i>ANTES DE ROLAR</i>	5	4	4	
<i>ANTES DE ROLAR</i>	9.1 ml	<i>DESPUES DE ROLAR</i>	4	4	4	
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	10.5 ml					
REOLOGIA						
<i>VELOCIDAD</i>	Ø3	Ø6	Ø100	Ø200	Ø300	Ø600
<i>ANTES DE ROLAR</i>	4	5	17	20	25	34
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	4	4	13	17	21	30
PRUEBAS QUIMICAS						
<i>ALCALINIDAD</i>	0.4 y 3.6 ml de concentración de Ácido Sulfúrico 0.02N					
<i>CLORUROS</i>	0.6 ml de concentración de Nitrato de Plata					
<i>CALCIO</i>	0.2 ml de concentración de Versenato					

Fluido 3: Carbonato A200 100%

PRUEBAS FISICAS						
PH	9.15	GELES				
DENSIDAD	9	<i>TIEMPO</i>		10''	10'	30'
FILTRADO API		<i>ANTES DE ROLAR</i>		5	3	3
<i>ANTES DE ROLAR</i>	8 ml	<i>DESPUES DE ROLAR</i>		4	3	3
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	9 ml					
REOLOGIA						
<i>VELOCIDAD</i>	Ø3	Ø6	Ø100	Ø200	Ø300	Ø600
<i>ANTES DE ROLAR</i>	4	5	15	19	23	30
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	5	6	17	20	25	31
PRUEBAS QUIMICAS						
<i>ALCALINIDAD</i>	0.6 y 3.9 ml de concentración de Ácido Sulfúrico 0.02N					
<i>CLORUROS</i>	1.5 ml de concentración de Nitrato de Plata					
<i>CALCIO</i>	0.25 ml de concentración de Versenato					

Fluido 4: Carbonato A325 50% - A100 50%

PRUEBAS FISICAS						
PH	9.08	GELES				
DENSIDAD	9.05	<i>TIEMPO</i>		10''	10'	30'
FILTRADO API		<i>ANTES DE ROLAR</i>		5	4	4
<i>ANTES DE ROLAR</i>	8.5 ml	<i>DESPUES DE ROLAR</i>		5	4	4
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	10 ml					
REOLOGIA						
<i>VELOCIDAD</i>	Ø3	Ø6	Ø100	Ø200	Ø300	Ø600
<i>ANTES DE ROLAR</i>	4	5	16	20	24	32
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	4	5	15	20	24	32
PRUEBAS QUIMICAS						
<i>ALCALINIDAD</i>	0.4 y 3.8 ml de concentración de Ácido Sulfúrico 0.02N					
<i>CLORUROS</i>	1.5 ml de concentración de Nitrato de Plata					
<i>CALCIO</i>	0.6 ml de concentración de Versenato					

Fluido 5: Carbonato A100 50% - A200 50%

PRUEBAS FISICAS						
PH	9.096	GELES				
DENSIDAD	9	<i>TIEMPO</i>	10''	10'	30'	
FILTRADO API		<i>ANTES DE ROLAR</i>	6	6	6	
<i>ANTES DE ROLAR</i>	8.2 ml	<i>DESPUES DE ROLAR</i>	4	4	4	
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	9.5 ml					
REOLOGIA						
<i>VELOCIDAD</i>	Ø3	Ø6	Ø100	Ø200	Ø300	Ø600
<i>ANTES DE ROLAR</i>	5	6	18	23	26	34
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	4	5	16	21	23	31
PRUEBAS QUIMICAS						
<i>ALCALINIDAD</i>	0.4 y 3.7 ml de concentración de Ácido Sulfúrico 0.02N					
<i>CLORUROS</i>	0.7 ml de concentración de Nitrato de Plata					
<i>CALCIO</i>	0.3 ml de concentración de Versenato					

Fluido 6: Carbonato A325 50% - A200 50%

PRUEBAS FISICAS						
PH	9.2	GELES				
DENSIDAD	9	<i>TIEMPO</i>	10''	10'	30'	
FILTRADO API		<i>ANTES DE ROLAR</i>	6	5	5	
<i>ANTES DE ROLAR</i>	8.2 ml	<i>DESPUES DE ROLAR</i>	4	4	4	
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	9 ml					
REOLOGIA						
<i>VELOCIDAD</i>	Ø3	Ø6	Ø100	Ø200	Ø300	Ø600
<i>ANTES DE ROLAR</i>	5	6	17	22	25	34
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	3	4	15	19	22	30
PRUEBAS QUIMICAS						
<i>ALCALINIDAD</i>	0.3 y 3.2 ml de concentración de Ácido Sulfúrico 0.02N					
<i>CLORUROS</i>	0.7 ml de concentración de Nitrato de Plata					
<i>CALCIO</i>	0.5 ml de concentración de Versenato					

Fluido 7: Carbonato A325 60% - A200 40%

PRUEBAS FISICAS						
PH	9.08	GELES				
DENSIDAD	9.02	<i>TIEMPO</i>	10''	10'	30'	
FILTRADO API		<i>ANTES DE ROLAR</i>	6	6	6	
<i>ANTES DE ROLAR</i>	9 ml	<i>DESPUES DE ROLAR</i>	5	6	6	
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	9 ml					
REOLOGIA						
<i>VELOCIDAD</i>	Ø3	Ø6	Ø100	Ø200	Ø300	Ø600
<i>ANTES DE ROLAR</i>	5	6	16	21	25	33
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	5	6	12	21	24	32
PRUEBAS QUIMICAS						
<i>ALCALINIDAD</i>	0.1 y 3.1 ml de concentración de Ácido Sulfúrico 0.02N					
<i>CLORUROS</i>	1 ml de concentración de Nitrato de Plata					
<i>CALCIO</i>	0.2 ml de concentración de Versenato					

Fluido 8: Carbonato A200 70% - A100 30%

PRUEBAS FISICAS						
PH	9.14	GELES				
DENSIDAD	9	<i>TIEMPO</i>	10''	10'	30'	
FILTRADO API		<i>ANTES DE ROLAR</i>	5	5	5	
<i>ANTES DE ROLAR</i>	9 ml	<i>DESPUES DE ROLAR</i>	3	3	3	
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	9.5 ml					
REOLOGIA						
<i>VELOCIDAD</i>	Ø3	Ø6	Ø100	Ø200	Ø300	Ø600
<i>ANTES DE ROLAR</i>	4	6	17	22	25	34
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	3	4	14	18	21	30
PRUEBAS QUIMICAS						
<i>ALCALINIDAD</i>	0.3 y 3.4 ml de concentración de Ácido Sulfúrico 0.02N					
<i>CLORUROS</i>	0.7 ml de concentración de Nitrato de Plata					
<i>CALCIO</i>	0.3 ml de concentración de Versenato					

Fluido 9: Carbonato A200 80% - A325 20%

PRUEBAS FISICAS						
PH	9.13	GELES				
DENSIDAD	9.03	<i>TIEMPO</i>	10''	10'	30'	
FILTRADO API		<i>ANTES DE ROLAR</i>	6	6	6	
<i>ANTES DE ROLAR</i>	8.8 ml	<i>DESPUES DE ROLAR</i>	5	6	6	
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	10 ml					
REOLOGIA						
<i>VELOCIDAD</i>	Ø3	Ø6	Ø100	Ø200	Ø300	Ø600
<i>ANTES DE ROLAR</i>	5	6	18	23	26	34
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	4	6	18	22	25	33
PRUEBAS QUIMICAS						
<i>ALCALINIDAD</i>	0.4 y 3.9 ml de concentración de Ácido Sulfúrico 0.02N					
<i>CLORUROS</i>	0.65 ml de concentración de Nitrato de Plata					
<i>CALCIO</i>	0.2 ml de concentración de Versenato					

Fluido 10: Carbonato A325 50% - A200 25% - A100 25%

PRUEBAS FISICAS						
PH	9.07	GELES				
DENSIDAD	9.02	<i>TIEMPO</i>	10''	10'	30'	
FILTRADO API		<i>ANTES DE ROLAR</i>	5	6	6	
<i>ANTES DE ROLAR</i>	8 ml	<i>DESPUES DE ROLAR</i>	4	4	4	
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	10.5 ml					
REOLOGIA						
<i>VELOCIDAD</i>	Ø3	Ø6	Ø100	Ø200	Ø300	Ø600
<i>ANTES DE ROLAR</i>	4	5	17	22	25	33
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	4	5	16	20	23	30
PRUEBAS QUIMICAS						
<i>ALCALINIDAD</i>	0.4 y 4.3 ml de concentración de Ácido Sulfúrico 0.02N					
<i>CLORUROS</i>	0.7 ml de concentración de Nitrato de Plata					
<i>CALCIO</i>	0.2 ml de concentración de Versenato					

Fluido 11: Carbonato A325 70% - A200 20% - A100 10%

PRUEBAS FISICAS						
PH	9.25	GELES				
DENSIDAD	9.02	<i>TIEMPO</i>	10''	10'	30'	
FILTRADO API		<i>ANTES DE ROLAR</i>	5	5	5	
<i>ANTES DE ROLAR</i>	8.4 ml	<i>DESPUES DE ROLAR</i>	3	3	3	
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	10 ml					
REOLOGIA						
<i>VELOCIDAD</i>	Ø3	Ø6	Ø100	Ø200	Ø300	Ø600
<i>ANTES DE ROLAR</i>	4	5	16	21	25	33
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	3	4	14	18	20	28
PRUEBAS QUIMICAS						
<i>ALCALINIDAD</i>	0.4 y 4.3 ml de concentración de Ácido Sulfúrico 0.02N					
<i>CLORUROS</i>	0.7 ml de concentración de Nitrato de Plata					
<i>CALCIO</i>	0.3 ml de concentración de Versenato					

Fluido 12: Carbonato A325 80% - A200 10% - A100 10%

PRUEBAS FISICAS						
PH	9.21	GELES				
DENSIDAD	9	<i>TIEMPO</i>	10''	10'	30'	
FILTRADO API		<i>ANTES DE ROLAR</i>	5	5	5	
<i>ANTES DE ROLAR</i>	7.5 ml	<i>DESPUES DE ROLAR</i>	5	6	6	
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	8.5 ml					
REOLOGIA						
<i>VELOCIDAD</i>	Ø3	Ø6	Ø100	Ø200	Ø300	Ø600
<i>ANTES DE ROLAR</i>	4	6	16	23	26	34
<i>DESPUES DE ROLAR</i>	5	6	16	20	24	32
PRUEBAS QUIMICAS						
<i>ALCALINIDAD</i>	0.3 y 3.8 ml de concentración de Ácido Sulfúrico 0.02N					
<i>CLORUROS</i>	0.65 ml de concentración de Nitrato de Plata					
<i>CALCIO</i>	0.2 ml de concentración de Versenato					

5.1.2 PRUEBAS DE TAPONAMIENTO Y PERMEABILIDAD (PPT)

Fluido 1: Carbonato A325 100%

PRUEBAS ESPECIALES					
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 5 DARCYS,20 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	0.2	0.4	0.5	0.7	0.8
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 10 DARCYS,35 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	0.3	0.6	0.7	0.8	0.85

Fluido 2: Carbonato A100 100%

PRUEBAS ESPECIALES					
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 5 DARCYS,20 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	0.5	1.6	1.7	1.7	1.8
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 10 DARCYS,35 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	0.5	1.5	1.7	1.8	1.9

Fluido 3: Carbonato A200 100%

PRUEBAS ESPECIALES					
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 5 DARCYS,20 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	1	1.5	2	2.2	2.3
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 10 DARCYS,35 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	0.8	1.6	1.9	2.3	2.5

Fluido 4: Carbonato A325 50% - A100 50%

PRUEBAS ESPECIALES					
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 5 DARCYS,20 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	1.3	1.8	2.1	2.5	2.8
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 10 DARCYS,35 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	1.4	2	2.5	2.5	2.8

Fluido 5: Carbonato A100 50% - A200 50%

PRUEBAS ESPECIALES					
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 5 DARCYS,20 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	0.6	0.8	1.3	1.5	2
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 10 DARCYS,35 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	1.2	1.4	1.7	1.7	2.4

Fluido 6: Carbonato A325 50% - A200 50%

.PRUEBAS ESPECIALES					
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 5 DARCYS,20 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	0.5	0.7	1	1.3	1.3
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 10 DARCYS,35 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	1.4	2	2.4	2.6	2.8

Fluido 7: Carbonato A325 60% - A200 40%

PRUEBAS ESPECIALES					
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 5 DARCYS,20 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	0.7	1.2	1.7	2	2
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 10 DARCYS,35 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	0.9	1.7	2	2.7	2.7

Fluido 8: Carbonato A200 70% - A100 30%

PRUEBAS ESPECIALES					
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 5 DARCYS,20 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	0.4	0.7	1.1	1.2	1.4
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 10 DARCYS,35 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	0.5	1.2	1.7	1.7	1.8

Fluido 9: Carbonato A200 80% - A325 20%

PRUEBAS ESPECIALES					
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 5 DARCYS,20 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	0.3	0.55	0.8	1.2	1.2
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 10 DARCYS,35 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	0.5	0.7	1	1.2	1.4

Fluido 10: Carbonato A325 50% - A200 25% - A100 25%

PRUEBAS ESPECIALES					
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 5 DARCYS,20 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	0.5	0.75	1	1.2	1.2
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 10 DARCYS,35 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	0.6	1	1.2	1.5	1.5

Fluido 11: Carbonato A325 70% - A200 20% - A100 10%

PRUEBAS ESPECIALES					
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 5 DARCYS,20 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	0.15	0.3	0.4	0.7	0.7
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 10 DARCYS,35 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	0.3	0.5	0.65	0.8	1

Fluido 12: Carbonato A325 80% - A200 10% - A100 10%

PRUEBAS ESPECIALES					
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 5 DARCYS,20 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	0	0.3	0.3	0.3	0.3
PRUEBA PPT (PASTILLA DE 10 DARCYS,35 MICRON)					
<i>TIEMPO</i>	30''	7.5'	15'	22.5'	30'
<i>FILTRADO(ml)</i>	0.05	0.3	0.3	0.3	0.3

5.2 RANGOS PARA LOS FLUIDOS DRILL-IN

Después de haber observado los resultados de las diferentes pruebas de los fluidos en las tablas mostradas previamente, estos deben estar dentro o cerca de los rangos pre establecidos para cumplir con las respectivas propiedades del fluido propuesto para utilizarlo en las formaciones productoras del campo Patujusal.

Los rangos de los parámetros pre-establecidos se presentan en la tabla 5.1 los cuales serán considerados para los resultados mostrados.

TABLA 5.1: Rangos de Parámetros

PARAMETROS	RANGOS
Peso del Lodo	9 - 9.5
pH	9 - 9.2
Filtrado API	6 ml – 9 ml
Yield Point	15 - 30
Viscosidad Plástica	Mínimo posible
Cloruros	800 - 1200
Calcio	100 - 800
Spurt Loss	0 ml – 1 ml
Filtrado PPT	< 3 ml

5.3 ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS GRANULOMETRIAS

5.3.1 ANALISIS PRUEBAS REOLOGICAS

Como se observa en la tabla , la mayoría de los resultados entra en los rangos de este parámetro lo que indica que las propiedades de gelificación ayudara a que el fluido funcione como debería tanto en las bombas como en el espacio anular donde tendrá la velocidad deseada para poder tanto circular como tener la propiedad de retener los sólidos y llevarlos a superficie con respecto a los

resultados después de rolar se observa que la viscosidad plástica y el yield point no varían y se mantienen en los mismos rangos aunque las lecturas muestran una decaída de las propiedades reológicas permisibles ya que al estar en el hoyo y en circulación pierden sus propiedades originales pero manteniendo propiedades necesarias para realizar el trabajo adecuado del fluido Drill-In.

En la tabla 5.2, se muestran los resultados de la filtración API en los cuales se observa la capacidad de filtración y revoque, en esta prueba es muy importante notar el comportamiento del controlador del filtrado. Se logra observar lo importante del controlador en esta prueba a su vez el Stardrill es el adecuado y el más utilizado para las zonas productoras. Se debe tener en cuenta que aparte de esta prueba se debe analizar también las pruebas PPT para llegar a una conclusión del debido filtrado que tiene cada fluido propuesto.

TABLA 5.2: Filtración API

FLUIDO	ANTES DE ROLAR (ml)	DESPUES DE ROLAR (ml)
1	9	10.5
2	9.1	10
3	8	9
4	8.5	11
5	8.2	9.5
6	8.2	9
7	9	9
8	9	9.5
9	8.8	10
10	8	10.5
11	8.4	10
12	7.5	8.5

Las pruebas químicas son también de mucha importancia, ya que no solo debe cumplir con las funciones como sostener circular y puentear sino que también debe tener las composiciones químicas necesarias para no causar daños en ciertas formaciones.

Los resultados de las pruebas mostradas se encuentran en el rango establecido, así como también las pruebas de cloruros y alcalinidad, considerando así fluidos químicamente aptos para su uso, pero también dependerá de la procedencia del agua con las que se elabore los fluidos.

5.3.2 ANALISIS PRUEBAS DE TAPONAMIENTO DE PERMEABILIDAD

Esta prueba es la más importante de este estudio ya que muestra los resultados más cercanos a las condiciones reales dentro de las formaciones productoras realizadas.

Como se puede observar en la tabla 5.3, la mayoría de los resultados de Spurt Loss (Filtrado a los 30 segundos) se encuentran en los rangos establecidos, lo cual nos indica que los carbonatos presentes en cada fluido cumplen con la función de sello al iniciar la prueba. El filtrado total al analizar las pruebas nos dio a entender que aunque la mayoría de fluidos cumplen con los parámetros establecidos al iniciar la prueba tienen diferencia al terminar la prueba, ya que al momento que sigue circulando el fluido de perforación este va introduciendo en la zona de producción.

La prueba que nos permitió el conocer con mayor certeza los fluidos óptimos fueron las pruebas de taponamiento de permeabilidad (PPT). Es que de esta manera descartamos algunos fluidos por presentar filtrados altos y que no cumplen con las características de formar un buen sello.

TABLA 5.3: Filtrado Spurt Loss vs Total

FLUIDOS	SPURT LOSS 30 s – (ml)	FILTRADO TOTAL 30 min – (ml)
1	0.2 – 0.3	0.8 – 0.85
2	0.5	1.8 – 1.9
3	1 – 0.8	2.3 – 2.5
4	1.3 – 1.4	2.8
5	0.6 – 1.2	2 – 2.4
6	0.5 – 1.4	1.3 – 2.8
7	0.7 – 0.9	2 – 2.7
8	0.4 – 0.5	1.4 – 1.8
9	0.3 – 0.5	1.2 – 1.4
10	0.5 – 0.6	1.2 – 1.5
11	0.15 – 0.3	0.7 – 1
12	0 – 0.05	0.3

5.4 CALCULOS DE HIDRAULICA

5.4.1 REOLOGIA DEL FLUIDO PROPUESTO

Una vez que las propiedades reológicas para un fluido fueron determinadas, los cálculos de hidráulica se realizan para determinar el efecto que este fluido tendrá sobre las presiones del sistema. Las presiones críticas son la presión total del sistema (presión de bombeo), la pérdida de presión a través del trépano y la pérdida de presión a través del espacio anular.

El objetivo principal de la optimización de la hidráulica es lograr un equilibrio entre el control del pozo, la limpieza del pozo, la presión de bombeo, la ECD y la caída de presión a través del trépano.

La ecuación de Ley Exponencial para tuberías está basada en las indicaciones del viscosímetro de lodo a 300 y 600 RPM

Para los Fluidos tenemos:

En la tubería:

$$np = 3.32 \log\left(\frac{\emptyset 600}{\emptyset 300}\right)$$

$$kp = \frac{5.11 * \emptyset 300}{511^{np}}$$

En el espacio anular:

$$na = 0.657 \log\left(\frac{\emptyset 100}{\emptyset 3}\right)$$

$$ka = \frac{5.11 * \emptyset 100}{170.2^{na}}$$

Donde:

n = Índice de Comportamiento [Adimensional]

k = Índice de Consistencia [Centipoise]

$\emptyset 600$ = Lectura del Viscosímetro a @600

$\emptyset 300$ = Lectura del Viscosímetro a @300

$\emptyset 100$ = Lectura del Viscosímetro a @100

$\emptyset 3$ = Lectura del Viscosímetro a @3

Fluido 1:

En la tubería:

$$np = 3.32 \log\left(\frac{33}{24}\right)$$

$$kp = \frac{5.11 * 24}{511^{0.46}}$$

$$np = 0.46$$

$$kp = 6.96$$

En el espacio anular:

$$na = 0.657 \log\left(\frac{15}{4}\right)$$

$$ka = \frac{5.11 * 15}{170.2^{38}}$$

$$na = 0.38$$

$$ka = 10.88$$

Fluido 2:

En la tubería:

$$np = 3.32 \log\left(\frac{34}{25}\right)$$

$$kp = \frac{5.11 * 25}{511^{0.44}}$$

$$np = 0.44$$

$$kp = 8.21$$

En el espacio anular:

$$na = 0.657 \log\left(\frac{17}{4}\right)$$

$$ka = \frac{5.11 * 17}{170.2^{0.41}}$$

$$na = 0.41$$

$$ka = 10.57$$

Fluido 3:

En la tubería:

$$np = 3.32 \log\left(\frac{30}{23}\right)$$

$$kp = \frac{5.11 * 23}{511^{0.38}}$$

$$np = 0.38$$

$$kp = 10.99$$

En el espacio anular:

$$na = 0.657 \log\left(\frac{15}{4}\right)$$

$$ka = \frac{5.11 * 15}{170.2^{38}}$$

$$na = 0.38$$

$$ka = 10.88$$

Fluido 4:

En la tubería

$$np = 3.32 \log\left(\frac{32}{24}\right)$$

$$np = 0.41$$

$$kp = \frac{5.11 * 24}{511^{0.41}}$$

$$kp = 9.51$$

En el espacio anular:

$$na = 0.657 \log\left(\frac{16}{4}\right)$$

$$na = 0.39$$

$$ka = \frac{5.11 * 16}{170.2^{0.39}}$$

$$ka = 11.03$$

Fluido 5:

En la tubería:

$$np = 3.32 \log\left(\frac{34}{26}\right)$$

$$np = 0.39$$

$$kp = \frac{5.11 * 26}{511^{0.39}}$$

$$kp = 11.67$$

En el espacio anular:

$$na = 0.657 \log\left(\frac{18}{5}\right)$$

$$na = 0.36$$

$$ka = \frac{5.11 * 18}{170.2^{0.36}}$$

$$ka = 14.47$$

Fluido 6:

En la tubería:

$$np = 3.32 \log\left(\frac{34}{25}\right)$$

$$np = 0.44$$

$$kp = \frac{5.11 * 25}{511^{0.44}}$$

$$kp = 7.89$$

En el espacio anular:

$$na = 0.657 \log\left(\frac{17}{5}\right)$$

$$ka = \frac{5.11 * 17}{170.2^{0.35}}$$

$$na = 0.35$$

$$ka = 14.39$$

Fluido 7:

En la tubería:

$$np = 3.32 \log\left(\frac{33}{25}\right)$$

$$kp = \frac{5.11 * 25}{511^{0.4}}$$

$$np = 0.4$$

$$kp = 10.54$$

En el espacio anular:

$$na = 0.657 \log\left(\frac{16}{5}\right)$$

$$ka = \frac{5.11 * 16}{170.2^{0.33}}$$

$$na = 0.33$$

$$ka = 15$$

Fluido 8:

En la tubería:

$$np = 3.32 \log\left(\frac{34}{25}\right)$$

$$kp = \frac{5.11 * 25}{511^{0.44}}$$

$$np = 0.44$$

$$kp = 7.89$$

En el espacio anular:

$$na = 0.657 \log\left(\frac{17}{4}\right)$$

$$ka = \frac{5.11 * 17}{170.2^{0.41}}$$

$$na = 0.41$$

$$ka = 10.57$$

Fluido 9:

En la tubería:

$$np = 3.32 \log\left(\frac{34}{26}\right)$$

$$kp = \frac{5.11 * 26}{511^{0.39}}$$

$$np = 0.39$$

$$kp = 11.67$$

En el espacio anular:

$$na = 0.657 \log\left(\frac{18}{5}\right)$$

$$na = 0.36$$

$$ka = \frac{5.11 * 18}{170.2^{0.36}}$$

$$ka = 14.47$$

Fluido 10:

En la tubería:

$$np = 3.32 \log\left(\frac{33}{25}\right)$$

$$np = 0.4$$

$$kp = \frac{5.11 * 25}{511^{0.4}}$$

$$kp = 10.54$$

En el espacio anular:

$$na = 0.657 \log\left(\frac{17}{4}\right)$$

$$na = 0.41$$

$$ka = \frac{5.11 * 17}{170.2^{0.41}}$$

$$ka = 10.57$$

Fluido 11:

En la tubería:

$$np = 3.32 \log\left(\frac{33}{25}\right)$$

$$np = 0.4$$

$$kp = \frac{5.11 * 25}{511^{0.4}}$$

$$kp = 10.54$$

En el espacio anular:

$$na = 0.657 \log\left(\frac{16}{4}\right)$$

$$na = 0.39$$

$$ka = \frac{5.11 * 16}{170.2^{0.39}}$$

$$ka = 11.03$$

Fluido 12:

En la tubería:

$$np = 3.32 \log \left(\frac{34}{26} \right)$$

$$np = 0.39$$

$$kp = \frac{5.11 * 26}{511^{0.39}}$$

$$kp = 11.67$$

En el espacio anular:

$$na = 0.657 \log \left(\frac{16}{4} \right)$$

$$na = 0.39$$

$$ka = \frac{5.11 * 16}{170.2^{0.39}}$$

$$ka = 11.03$$

Como podemos observar en los índices de consistencia k (centipoise), e índice de comportamiento de flujo n (adimensional) el cual debe estar entre los rangos $0 < n < 1$

Estos resultados obtenidos nos ayudaran a la selección y propuesta del fluido Drill-In para el campo Patujusal que se tomara en cuenta en el siguiente punto del presente trabajo.

5.5 PROPUESTA DE FLUIDO DRILL-IN PARA EL CAMPO PATUJUSAL

Al analizar los resultados de las tablas mostradas previamente tanto de las pruebas físicas, químicas y las pruebas de taponamiento de permeabilidad (PPT) en los 12 fluidos, se observó que la mayoría de los fluidos cumplen con los parámetros establecidos, principalmente con las pruebas de pH, densidad, reología y filtrado API, debido a que las cantidades de viscosificante y controlador de filtrado no variaron.

Al analizar la prueba nos permitió el conocer con mayor certeza los fluidos óptimos fueron las pruebas de taponamiento de permeabilidad (PPT). Es que de esta manera descartamos algunos fluidos por presentar filtrados altos y que no cumplen con las características de formar un buen sello, pero el fluido 12 se encuentra dentro de los parámetros establecidos en cuanto respecta a filtración especialmente en la prueba PPT.

Además se observa que en el cálculo de los índices de consistencia y comportamiento del fluido 12 tanto en la tubería como en el espacio anular los resultados de dichos índices no varían uno respecto a otro lo cual ayuda a facilitar el comportamiento reológico que tendrá nuestro fluido propuesto para perforar zonas intermedias con la composición que se muestra en la tabla 5.4

Por lo cual se recomienda el fluido 12 para que se pueda realizar las pruebas en los respectivos núcleos del campo Patujusal, y de esta manera poder determinar el filtrado y el Spurt Loss en el núcleo de la zona productora del campo.

A continuación en la siguiente tabla 5.4, se indica los componentes y porcentajes respectivos carbonatos para ser usados en las pruebas que se deberían realizar a la zona productora:

TABLA 5.4: Componentes y % de Carbonatos

CARBONATOS	PORCENTAJE %
A325	80
A200	10
A100	10
Utilizar Carbonato A325 que representa una concentración de 112 g/l y también la cantidad de 14 g/l de los carbonatos A200 y A100 aproximadamente.	

Para la selección de granulometría para el campo Patujusal depende de ciertos factores como el análisis del núcleo de la zona de producción y que tengan las características necesarias para que tanto las zonas productoras no sufran de un daño de formación y también el fluido tenga una mezcla adecuada de carbonatos que puedan hacer un buen trabajo de puenteo y minimizar la filtración.

Por lo tanto teniendo en cuenta los datos que se tiene de la arena productora del campo Patujusal mostrados en el Capítulo 4 del presente trabajo, los cuales muestran que los rangos de

permeabilidad y porosidad promedio de la zona productora, se pueden realizar las pruebas con la mezcla propuesta del fluido 12.

Con esta comparación analizamos las leyes de puenteo de Vickers, criterio que ha sido tomado en cuenta para que los resultados de la adecuada granulometría de la mezcla de carbonatos cumplan con los rangos adecuados para ser utilizados en el fluido de perforación, con lo cual podremos obtener los resultados más reales y resultados en la prueba PPT que reflejarán lo más cercano a las condiciones de las zonas productoras.

Seleccionado ya el fluido propuesto para la perforación de pozos en la campo Patujusal también podríamos considerar los siguientes cálculos:

Para la gráfica del modelo de ley de potencias con los datos del fluido 12 utilizamos las siguientes ecuaciones para llenar la tabla mediante conversiones:

TABLA 5.5: Lecturas Viscosímetro

N(RPM)	Ø
3	4
6	6
100	16
200	23
300	26
600	34

Mediante las ecuaciones para convertir:

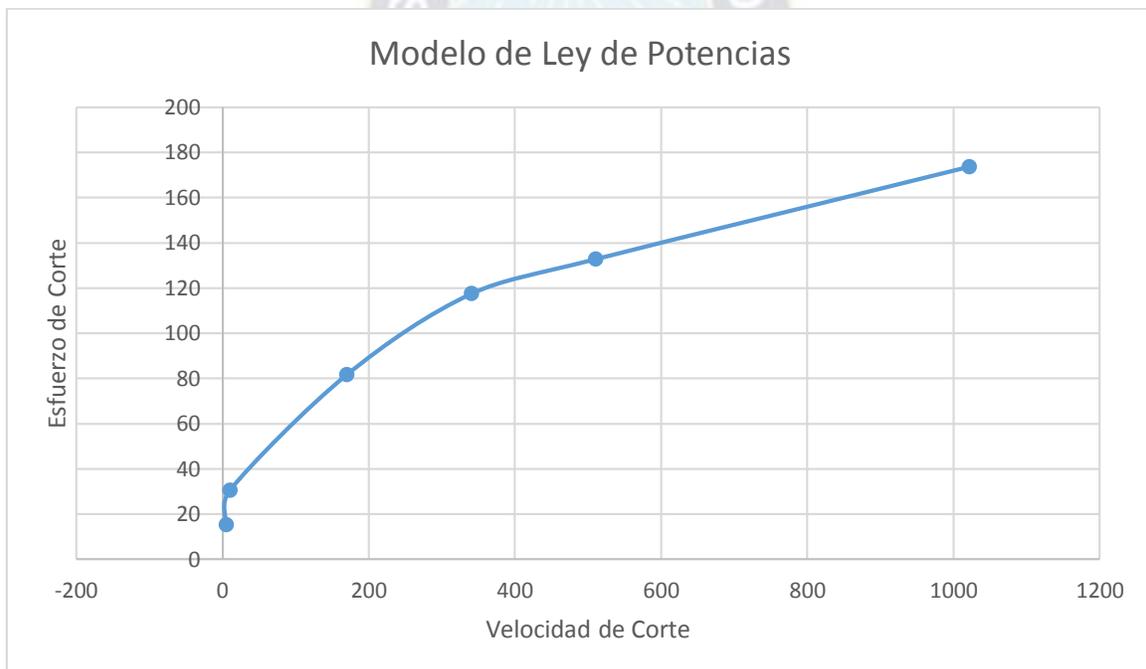
$$\tau = 5.1109 * \phi = \text{dinas/cm}^2$$

$$\gamma = 1.703 * N = \text{seg}^{-1}$$

TABLA 5.6: Velocidad y Esfuerzo de Corte

γ (Velocidad de corte)	τ (Esfuerzo de corte)
5.109	15.33
10.218	30.66
170.3	81.77
340.6	117.55
510.9	132.88
1021.8	173.77

FIGURA 5.1: MODELO DEL FLUIDO PROPUESTO



Como se puede observar en la gráfica el fluido cumpliría el Modelo de Ley de Potencias

CAPITULO VI

EVALUACION ECONOMICA

6.1 COSTOS

Para el análisis de costos vamos a considerar principalmente el valor económico y las cantidades requeridas de cada producto que llegarían a ser utilizados para realizar el fluido Drill-In en la zona de producción del campo Patujusal.

La comparación se realizara con un fluido de perforación base agua, fluido CAMIX y un fluido que se utiliza actualmente en la perforación.

Cabe recalcar que las cantidades para la elaboración de cada fluido pueden variar dependiendo del pozo que se vaya a perforar o se esté perforando principalmente por el espesor de las arenas, pero las concentraciones de los aditivos serán las mismas.

Para dar un panorama utilizaremos el arreglo de un pozo del campo Patujusal mostrado en el capítulo 4 de este trabajo:

$$V = \frac{ID^2(plg)}{1029.4} \times Prof(ft) = (Bbl)$$

Para el tramo intermedio:

$$V1 = \frac{9.001^2}{1029.4} \times 2306.43 = 181.53(Bbl)$$

Para el hueco:

$$V2 = \frac{8.375^2}{1029.4} \times (6020.34 - 2306.43) = 253.06(Bbl)$$

Para el volumen de la herramienta de perforación:

$$Vh1 = \frac{5^2 - 4.276^2}{1029.4} \times 2306.43 = 15.05 (Bbl)$$

$$Vh2 = \frac{3^2 - 2.764^2}{1029.4} \times (6020.34 - 2306.43) = 4.91(Bbl)$$

Para el volumen aproximado se elevara un poco la cantidad de volumen requerido

$$Vc 9 \frac{5}{8} = 181.53 - 15.05 = 166.48 (Bbl)$$

$$Vh 8 \frac{3}{8} = 253.06 - 4.91 = 248.15 (Bbl)$$

TABLA 6.1: Volumen aproximado requerido de fluido de fluido para perforar.

LUGAR	VOLUMEN (Bbl)
Cañería 9 5/8	170
Hueco 8 3/8	250
Perdidas + Dilución	80
Total	500

En la siguiente tabla podemos obtener los precios de los productos y aditivos para la preparación del fluido Drill-In.

Las hojas de seguridad de los distintos aditivos se encuentran en el Anexo 3 del presente trabajo.

TABLA 6.2: Aditivos y coste por unidad

Productos	Tamaño por Unidad	Costo [\$]
D Barita	45.4 [Kg]	14.52
D Bentonita Natural	100 [Lbs]	30.01
D Camix	50 [Kg]	14.89
D Carbonato de Calcio	50 [Kg]	11.91
D Defoam X 5	5 [Gal]	175.00
D Drilling Detergent	55 [Gal]	402.50
D Glymax MC	55 [Gal]	791.12
D Kelzan XCD	25 [Kg]	288.46
D Lipcide G2	5 [Gal]	118.77
D Maxdrill 55	55 [Gal]	1349.55
D Nitrato de Calcio	25 [Kg]	31.04
D QFree	55 [Gal]	874.06
D QLube	55 [Gal]	756.98
D QPAC LV	22.7 [Kg]	130.00
D QPAC Regular	22.7 [Kg]	130.00
D QStop F, M , C	11.4 [Kg]	33.08
D Soda Caustica	25 [Kg]	22.96
D StarDrill/Aquastar	25 [Kg]	127.16
D Super Sweep	15 [Lbr]	160.00
D Synerfloc A-25D	25 [Kg]	135.61
D Walnut F, M, C	22.7 [Kg]	25.39

Fuente: Qmax Ecuador

Las concentraciones que se utilizaran para los aditivos para los fluidos con los que se compararan son:

TABLA 6.3: Concentraciones lodo base agua

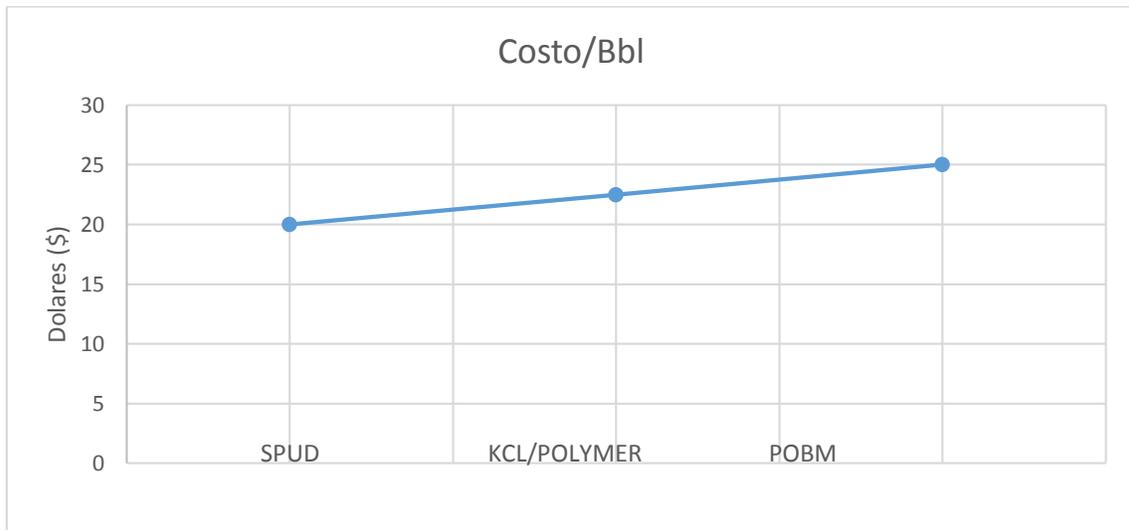
Lodo Base Agua (WBM)	
ADITIVOS	CONCENTRACION
Agua	0.69 L
Bentonita Sodica	10 g/L
Celulosa polianonica	8.0 g/L
Goma Xantana	1.5 g/L
Encapsulante	3.0 g/L
Amina Cuaternaria	25 ml/L
Lucricante	10 ml/L
CaCO ₃	60 g/L
Agente de Punteo	5.0 g/L
Baritina	350 g/L
Solidos de Formación	50 g/L

Fuente: Scienci Direct

Esta formulación tiene una densidad de 9 – 9.5 LPG y pH igual a 9. Cada uno de los aditivos cumple una función específica. La bentonita incrementa levemente la viscosidad del agua y aporta sólidos para el control de filtrado; la celulosa polianiónica o PAC es un polímero de alta calidad, soluble en agua diseñando para controlar el filtrado del lodo y sin modificar sustancialmente la viscosidad; la goma xantana es un polímero natural capaz de modificar la viscosidad del fluido a bajas concentraciones y es tixotrópico; el encapsulante se emplea para estabilizar los recortes generados por el trepano y evitar la dispersión de las arcillas presentes en los mismos; la amina se utiliza para inhibir las arcillas presentes en las paredes del pozo y recortes; el lubricante tiene como función lubricar el trepano y sarta de perforación evitando que los recortes se adhieran; el CaCO₃ y agente de puenteo bloquean tanto fisuras y/o fracturas de la roca mejorando el control de filtrado del lodo; la baritina es el principal densificante del sistema y los sólidos de formación o arcillas simulan el aporte de sólidos luego de la circulación del fluido en el pozo.

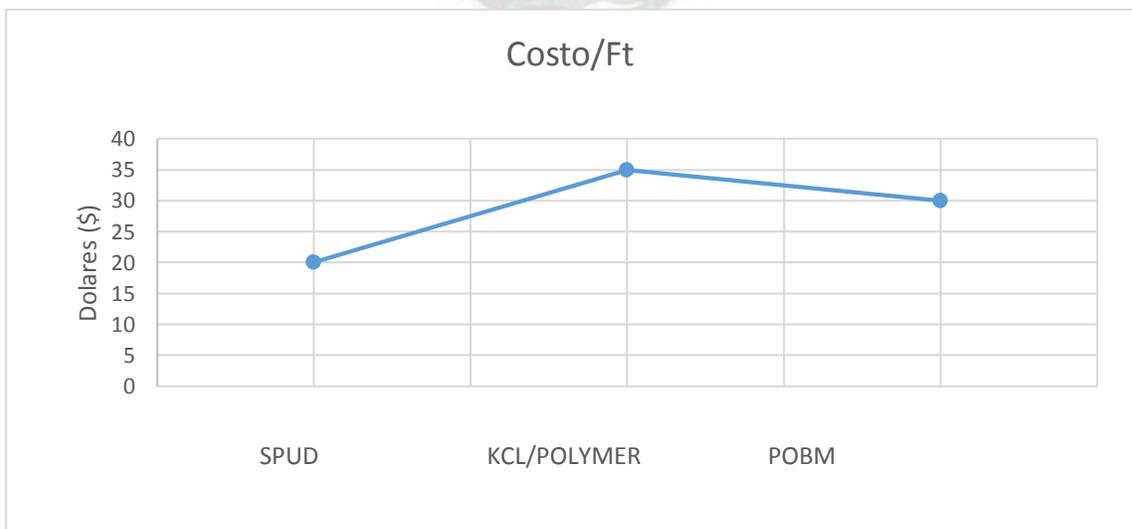
Según Scienci Direct del cual tomaremos algunos datos e información para perforar tramos conductor, tramo inicial, intermedios y zona del reservorio en los cuales se utiliza: SPUD, KCL, POBM y NAF respectivamente. Obtenemos los siguientes gráficos:

FIGURA 6.1 COSTO POR BARRIL



Fuente: Scienci Direct

FIGURA 6.1: COSTO POR PIE



Fuente: Scienci Direct

Una vez teniendo estos graficos para el tramo intermedio tenemos el costo por barril de lodo POBM es de 22.5 \$/Bbl de lodo.

Para un lodo actual tenemos lo siguiente:

$$ACTUAL = 500 (Bbl) * \frac{22.5 (\$)}{1 (Bbl)} = 11250 \$$$

Una vez obtenido formulamos tablas del fluido propuesto y además de fluido con los cuales podemos comparar:

TABLA 6.4: Precio Fluido Drill-In propuesto

PRODUCTO	TAMAÑO DE UNIDAD	NUMERO DE UNIDADES	PRECIO DE UNIDAD (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Carbonato A325	110 lb	179	11.91	2131.89
Carbonato A200	110 lb	23	11.91	273.93
Carbonato A100	110 lb	23	11.91	273.93
Kelzan	55 lb	10	288.46	2884.60
Stardrill	50 lb	20	127.16	2543.20
Lipcide G-2	5 gal	5	118.77	593.85
Defoam X	5 gal	5	175.00	875.00
			TOTAL	9576.40

Precio para 500 Bbl que se utilizaría para el tramo intermedio del fluido Drill-in propuesto.

TABLA 6.5: Precio Fluido base agua

PRODUCTO	TAMAÑO DE UNIDAD	NUMERO DE UNIDADES	PRECIO DE UNIDAD (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Bentonita	100 lb	20	30.01	600.20
C.Polianionica	110 lb	13	120.50	1560.00
Goma xantaca	25 lb	11	20.20	222.20
Encapsulante	50 lb	11	40.10	441.10
A. Cuaternaria	50 l	40	45.65	1826.00
Lubricante	50 l	16	115.25	1844.00
CaCO3	110 lb	96	11.90	1142.40
A.Punteo	100 lb	9	40.00	360.00
Baritina	100 lb	95	14.52	1379.40
			TOTAL	9375.30

Precio para 500 Bbl que se utilizaría para el tramo intermedio del fluido base agua bentonítico.

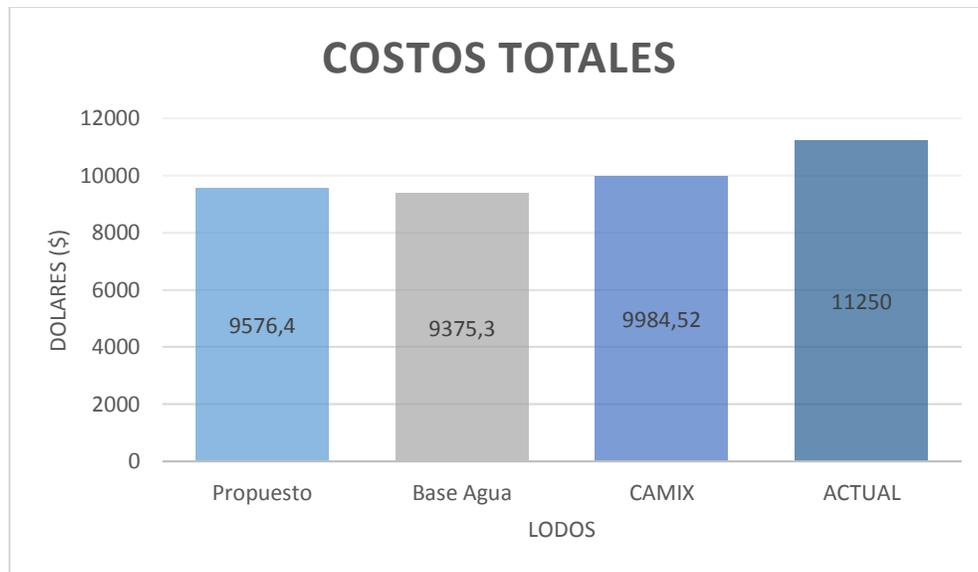
TABLA 6.6: Precio Fluido CAMIX

PRODUCTO	TAMAÑO DE UNIDAD	NUMERO DE UNIDADES	PRECIO DE UNIDAD (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
CAMIX	110 lb	185	14.89	2754.65
Kelzan	55 lb	10	288.46	2884.60
Stardrill	50 lb	18	127.16	2288.88
Lipcide	5 gal	7	118.77	831.39
Defoam	5 gal	7	175.00	1225.00
			TOTAL	9984.52

Precio para 500 Bbl que se utilizaría para el tramo intermedio del CAMIX que es una mezcla de varios diámetros de Carbonatos de Calcio.

6.2 ANALISIS DE RESULTADOS

Para analizar los resultados obtenidos en el punto anterior obtenemos el siguiente gráfico:



Observando el grafico se tiene que el fluido base agua es el más económico pero cabe resaltar que este fluido puede no cumplir con todas propiedades requeridas para la zona de producción a perforar por lo que el precio puede aumentar con respecto al costo mostrado previamente.

Por lo cual el fluido propuesto para perforar zonas hidrocarburíferas del campo Patujusal sería una buena opción debido al porcentaje de ahorro que se tendría:

$$A1 = \frac{9375.3 - 9576.4}{9375.3} * 100 = -2.14 \%$$

$$A2 = \frac{9984.52 - 9576.4}{9984.52} * 100 = 4.09 \%$$

$$A2 = \frac{11250 - 9576.4}{11250} * 100 = 14.88 \%$$

Lo que se busca en el proyecto además de mejorar las características del fluido es de ahorrar en costos al utilizar la composición propuesta de Carbonato de calcio el cual se puede observar en los resultados obtenidos previamente siendo.

A1: Comparado con el fluido base agua este sale menos rentable pero cabe mencionar que debido a las propiedades requeridas para la perforación la composición se puede cambiar y esto afectaría en los costos.

A2: Comparado con el fluido CAMIX que es una combinación de varias granulometrías de Carbonato de calcio la composición y fluido propuesto saldría rentable y se tendría un ahorro menor al 5% lo cual podría considerarse como bueno.

A3: Comparado con el fluido ACTUAL tomado de la gráfica y el cual contiene el coste en dólares por barril de lodo actual se tendría un ahorro del casi 15% lo cual beneficiaría de cierta forma a ahorrar en costes de perforación.

Para obtener un costo beneficio realizaremos:

$$A4 = \frac{9576.4 (\$)}{500 (Bbl)} = 19.15 \frac{\$}{Bbl}$$

A4: El coste en Dolares por barril de lodo utilizado del fluido propuesto.

Para el CAMIX:

$$A5 = \frac{9984.52(\$)}{500 (Bbl)} = 19.97 \frac{\$}{Bbl}$$

$$A6 = 19.97 \frac{\$}{Bbl} - 19.15 \frac{\$}{Bbl} = 0.82 \frac{\$}{Bbl}$$

Para el ACTUAL:

$$A7 = 22.5 \frac{\$}{Bbl} - 19.15 \frac{\$}{Bbl} = 3.35 \frac{\$}{Bbl}$$

Se observa que el fluido propuesto a comparación de un CAMIX y un fluido actual se tiene un ahorro considerable por Barril de lodo utilizado por lo cual el ahorro y beneficio es positivo.

CAPITULO VII

MANEJO AMBIENTAL

7.1 PARAMETROS A CUMPLIR

Los sistemas de fluidos de perforación son complejos y los reglamentos se refieren al sistema en su totalidad y no a sus partes. Los componentes químicos son sometidos a pruebas individuales para determinar los impactos sobre el medio ambiente y la salud, en el anexo1 se puede observar los diferentes MSDS (Material Safety Data Sheet) de los productos utilizados en las formulaciones para el estudio de optimización del sistema Drill-In.

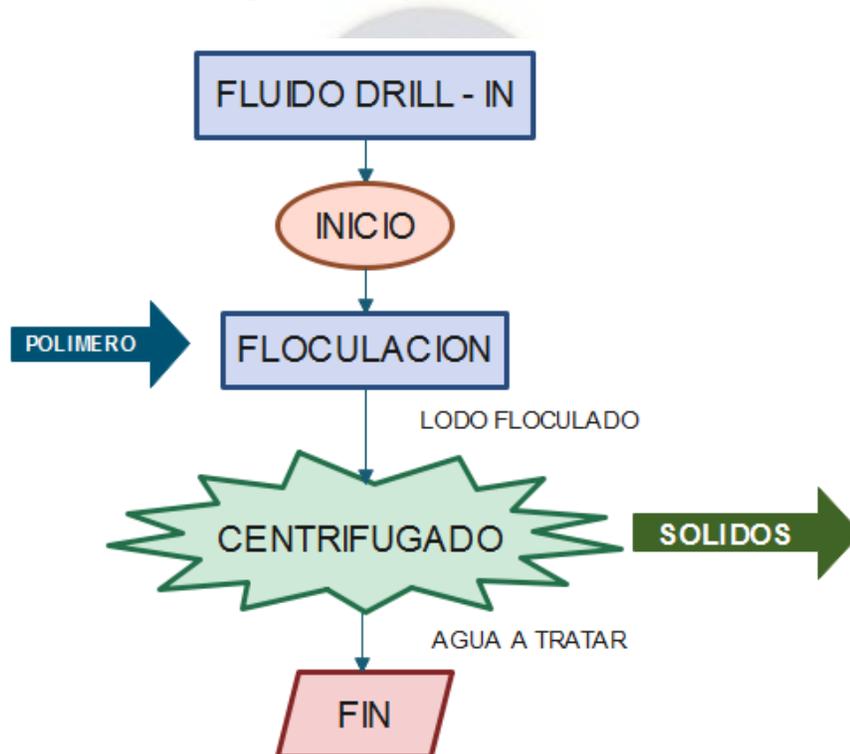
En la fase de perforación de pozos se generan residuos sólidos y líquidos los mismos que deben tener un apropiado manejo mediante el Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en Bolivia estipulado en el D.S. 24335 Reglamento Ambiental del Sector Hidrocarburo del 19 de Julio de 1996.

7.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO AMBIENTAL

El monitoreo y control ambiental es muy indispensable para disponer una forma segura los desechos que en este caso provienen de los sistemas de fluidos de perforación de pozos. De acuerdo al reglamento, el estudio ambiental que se realizan a los fluidos y ripsos de perforación se los caracteriza de grado tres de dificultad.

Prevenir la contaminación y minimizar el impacto ambiental de una manera económica son los objetivos principales que debe cumplir el estudio ambiental de los desechos líquidos y sólidos de los fluidos de perforación. En la siguiente figura observamos un diagrama de flujo, en el cual se describe como se obtienen los residuos líquidos y sólidos de un fluido Drill-In que posteriormente pasaran a un adecuado tratamiento.

FIGURA 7.1: Diagrama de flujo de Residuos de Fluidos Drill-In

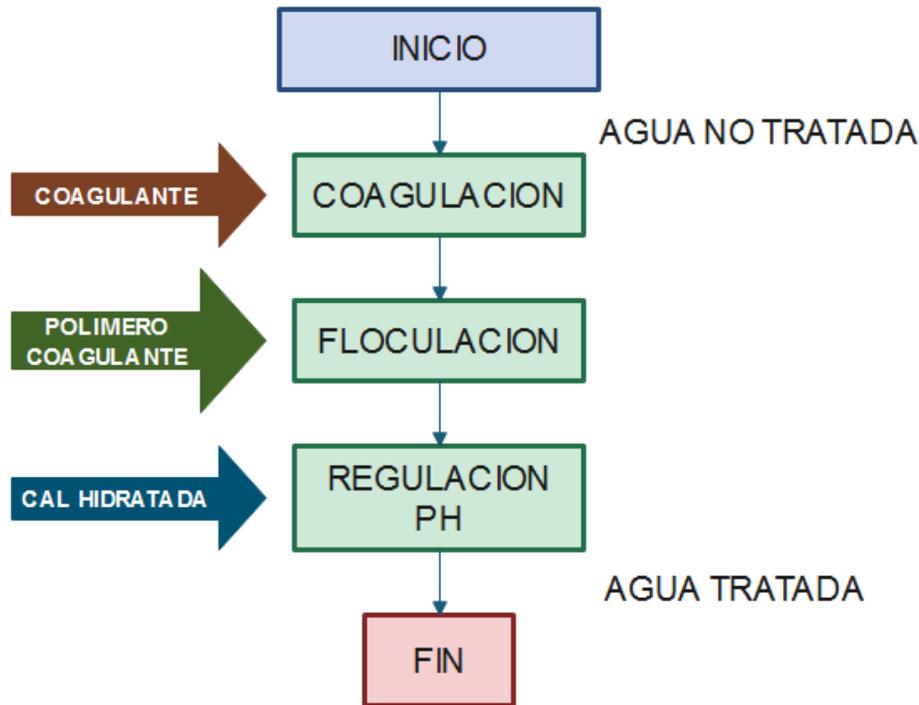


Fuente: Material Safety Data Sheet

Tratamiento de Desechos Líquidos:

En el siguiente diagrama se observa el proceso de tratamiento que se recomienda utilizar para un adecuado tratamiento de desechos líquidos de un fluido de perforación provenientes de las unidades de centrifugado. En el siguiente diagrama se observa el proceso de tratamiento que se recomienda utilizar para un adecuado tratamiento de desechos líquidos de un fluido de perforación provenientes de las unidades de centrifugado.

FIGURA 7.2: Diagrama de flujo para tratamiento de aguas



Fuente: Material Safety Data Sheet

Coagulación: Se añade un coagulante (sulfato de aluminio, sulfato de cobre, policloruro de aluminio) al líquido residual. Este reacciona liberando iones positivos, capaces de atraer a las partículas coloidales y neutralizar su carga mediante la formación de productos de baja solubilidad que precipitan arrastrando coloides.

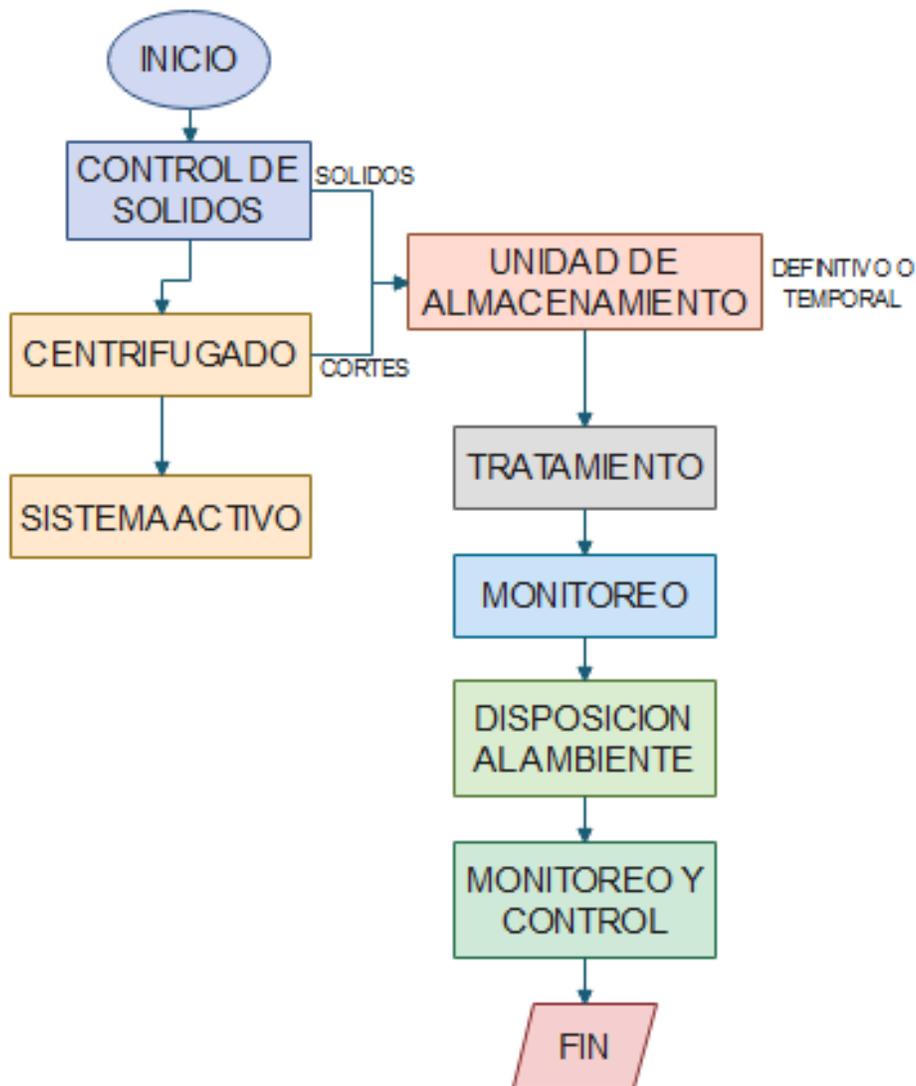
Floculación: Es un proceso de aglomeración de partículas previamente coaguladas, que une dos o más partículas para formar partículas más grandes de fácil asentamiento llamadas flóculos. Los floculantes generalmente que se utilizan son los minerales como sílice activada u orgánico.

Regulación de pH: Las aguas residuales deben tener valores de pH entre 6 y 9 para un mínimo impacto sobre el medio ambiente, con valores menores a 6 tienden a ser corrosivos, y con valores mayores a 9 causa que algunos de los iones metálicos precipiten como carbonatos.

Tratamiento de Desechos Sólidos:

Durante la perforación de un pozo, hay que controlar la cantidad excesiva de sólidos en los lodos, de esta manera se evitará la reducción en el rendimiento hidráulico, elevados pesos de lodo, problemas de pega de tubería y de la misma manera se podrá reutilizar el fluido. En la figura 20, se observa el diagrama que se recomienda utilizar para un adecuado tratamiento de desechos sólidos de un fluido de perforación provenientes de las zarandas.

FIGURA 7.3: Diagrama de flujo para el tratamiento de solidos



Fuente: Material Safety Data Sheet

Generalmente el 95% de las partículas del carbonato de calcio son menores que 128 μm , por tal motivo se recomiendan utilizar mallas de 210 mesh para evitar una pérdida excesiva de fluido o componentes sellantes.

Los fluidos drill-in dentro de su estructura química contienen sales disueltas en donde se eleva la solubilidad de la salmuera en agua que influye directamente en ciertos parámetros considerados en el DS 24335, por tal motivo será necesario el acondicionamiento de los ripios y sólidos antes de su disposición al ambiente.

Los sitios de disposición de desechos, tales como rellenos sanitarios y piscinas de disposición final, contarán con un sistema adecuado de canales para el control de lixiviados, así como tratamiento y monitoreo de éstos previo a su descarga. La selección del método óptimo de tratamiento y manejo de los residuos sólidos se lo hará considerando los siguientes parámetros como tipo de residuo, clase de peligro, impacto ambiental y volumen de residuo.

7.3 CONDICIONES DE SEGURIDAD

La seguridad es prioritaria, y el fluido seleccionado debe ser capaz de mantener las características o propiedades requeridas para:

- Ejercer un efectivo control de la presión de formación
- Realizar una limpieza efectiva del pozo
- Debe mantener control sobre los contaminantes del área
- Debe permitir la rápida densificación

En la parte de Anexo 2 se presentara las normas de seguridad aplicadas por **QMAX ECUADOR S.A.**, así con las certificaciones que dispone la empresa.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



6.1 CONCLUSIONES

Los Fluidos Drill-In son de suma importancia en la perforación de pozos en las zonas productoras, y se logró mostrar las principales características, ventajas y desventajas del mismo que resultan adecuadas para la perforación de zonas hidrocarburíferas del campo Patujusal como también considerar como opción aplicarla en pozos en Bolivia.

Se logró evaluar todos los procedimientos necesarios para la elaboración de un fluido Drill-In así como los materiales y concentraciones necesarias a utilizar en laboratorio, para realizar pruebas y analizar a profundidad los fluidos Drill-In.

Se hizo la propuesta de un fluido Drill-In el cual utiliza diferentes granulometrías de CaCO_3 el cual es adecuado y presenta condiciones adecuadas para aplicarlo en el campo Patujusal y tomando como referencia el PJS-3.

Para la parte económica se logro observar un ahorro por Bbl de lodo utilizado del fluido propuesto que es Carbonato A325 80% - A200 10% - A100 10% el cual presenta un ahorro de 0.82 y 3.35 \$ por Barril de CAMIX y LODO ACTUAL respectivamente lo cual es un factor importante en la optimización del fluido de perforación.

Para el manejo ambiental se mostró pasos que se deben realizar para cumplir con las normas establecidas en el país mediante el DS 24335 y así evitar algún tipo de daño al medio ambiente.

6.2 RECOMENDACIONES

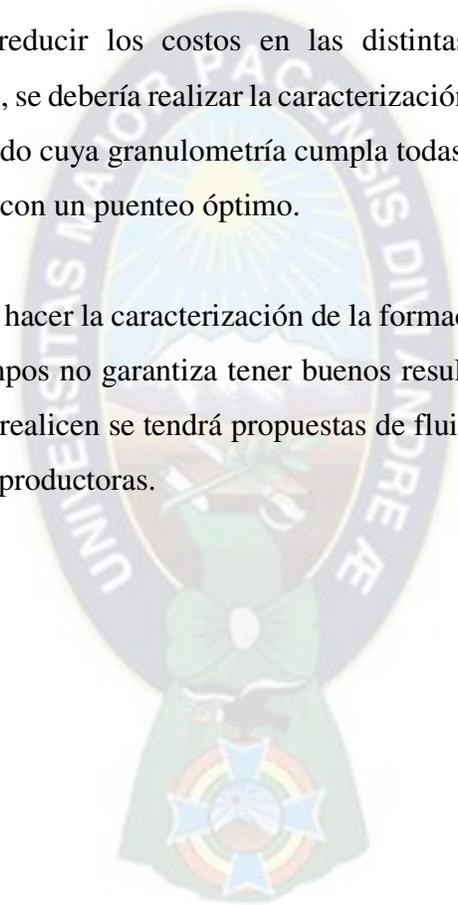
Realizar las pruebas tanto químicas, físicas y la prueba de permeabilidad PPT es fundamental realizarla en campo para verificar la manera en la que está actuando el fluido al realizar el puente en la zona productora del campo Patujusal.

Para la preparación de lodos debe ser adecuada además de tener mucho cuidado con los aditivos que se utilizan en la preparación de los fluidos y realizar un estudio de calidad ya que al pertenecer a diferentes lotes estos pueden variar sus propiedades.

Se debería tener a disposición de laboratorio todos los equipos necesarios como son los viscosímetros, debido a que es aquí donde se realizan las pruebas necesarias para evaluar los lodos de perforación que serán utilizados en los diferentes pozos.

Aumentar la efectividad y reducir los costos en las distintas operaciones de la industria hidrocarburífera es importante, se debería realizar la caracterización para cada campo que se quiera perforar y así formular un fluido cuya granulometría cumpla todas las expectativas y disminuir el daño a las arenas productoras con un puenteo óptimo.

Es necesario y fundamental el hacer la caracterización de la formación ya que utilizando un fluido en general para todos los campos no garantiza tener buenos resultados en la perforación. Por lo cual mientras más pruebas se realicen se tendrá propuestas de fluidos que se pueden realizar para distintos tramos en las arenas productoras.



BIBLIOGRAFIA

- BAKER HUGHES DRILLING FLUIDS. (2006). Drilling Fluids Reference Manual. Houston.
- BAROID DRILLING FLUIDS, INC. (1988). Baroid Fluids Handbook. Houston, USA.
- SCHLUMBEGER. (2014). Glossary Oilfield Slb.
- Q-MAX ECUADOR S.A. (2009). Manual de Hojas Técnicas de Procedimientos.
- Q-MAX ECUADOR S.A. (2015). Distribución de Tamaño de Partículas.
- Q-MAX ECUADOR S.A. (2015). Equipos de Laboratorio.
- Q-MAX ECUADOR; Obando, Klever. (2008). Curso de Fluidos de Perforación.
- API. (2001). Procedimiento Estándar para las Pruebas de Fluidos de Perforación. Dallas, Texas.
- DONOVAN J., JONES T., “Specific Selection Criteria and Testing Protocol Optimize Reservoir Drill-in Fluid Design”, paper SPE 30104, 1995.
- GUZMÁN J., “Pore size and Geometry determination method for drilling and completion fluid design”, Paper, 2007.
- SERVICIOS DE FLUIDOS DE PERFORACION, COMPLETACION Y REHABILITACION E INFENIERIA DE FLUIDOS, Anexo A – YPFB Chaco 2008.

- INFORME CAMPO PATUJUSAL – YPF Chaco 2015

- EVALUACION REOLOGICA DE FLUIDOS DE PERFORACION, Departamento de Ingeniería en Petróleo – Instituto Tecnológico de Buenos Aires – 2018.

GLOSARIO TECNICO

Alcalinidad: En el análisis del lodo, representa los carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos. Se determina mediante la valoración utilizando un ácido estándar considerando ciertos puntos de referencia.

Almidón: Compuesto químico líquido que se aplica a los tejidos para darles mayor rigidez. El almidón es procesado para ser utilizado en fluidos de perforación con el fin de reducir la tasa de filtración y en ocasiones para aumentar la viscosidad.

Arcilla: Material mineral residual de grano fino, compuesto por silicato de aluminio, que se adquiere un comportamiento plástico cuando se mezcla con una cantidad determinada de agua.

Arenisca: Es una roca sedimentaria de tipo detrítico, de color variable, que contiene clastos de tamaño arena. Después de la lutita, es la roca sedimentaria más abundante y constituye cerca del 20% de ellas. Los granos son gruesos, finos o medianos, bien redondeados; de textura detrítica o plástica.

Atapulgita: Material que se agrega al lodo de perforación con el fin de aumentar la viscosidad de este. Se usa en agua salada, sus partículas son de tamaño muy pequeño en forma de agujas.

Barita: Es usado como agente densificante en sistemas de fluidos basados en agua o en aceite. Se encuentra químicamente como sulfato de bario mineral ($BaSO_4$).

Biocida: Sustancias químicas sintéticas o de origen natural o microorganismos que tienen el fin de destruir, neutralizar, contrarrestar, impedir la acción o ejercer un control sobre cualquier organismo que se considere nocivo.

Concentración de Sólidos: Es la cantidad total de sólidos de un fluido de perforación, determinada por destilación, que incluye los sólidos disueltos y los sólidos suspendidos o no disueltos. Los ejemplos de sólidos disueltos incluyen las sales solubles de sodio, calcio y magnesio. Los sólidos suspendidos forman el revoque; los sólidos disueltos permanecen en el filtrado.

Corrosión: es la desintegración de un material de ingeniería en sus átomos constituyentes, debido a reacciones químicas con el entorno.

Darcy: Una unidad de permeabilidad. Un medio poroso tiene una permeabilidad de 1 darcy, cuando la presión de un átomo sobre una muestra de 1cm de largo y 1 cm² de sección transversal, fuerza un líquido con una viscosidad de 1 cP a través de la muestra a la velocidad de 1 cm³ por segundo.

Distribución de Partículas: Una lista de todas las partículas de una muestra en base al tamaño. Generalmente reportada como porcentaje en volumen según el rango de tamaños de micrométricos.

Esquisto: Constituyen un grupo de rocas metamórficas de grano medio, notables principalmente por la preponderancia de minerales laminares, tales como: la mica, la clorita, el talco, grafito y otros.

Filtrado: El líquido forzado a través de un medio poroso durante el proceso de filtración

Fluido de perforación: Una mezcla de arcillas, agua y productos químicos utilizada en las operaciones de perforación para lubricar y enfriar la broca, para elevar hasta la superficie el material que va cortando la broca, para evitar el colapso de las paredes del pozo y para mantener bajo control el flujo ascendente del aceite o del gas.

Glicol: Es un agente de taponamiento deformable usado en fluido de perforación base agua, utilizado para la inhibición de las lutitas.

Glymax: Es un polímero mejorado para sistemas base agua, el cual posee tecnología de poliglicoles. Se utiliza en sistemas de glycol con alta saturación y se puede emplear en pozos con temperaturas de formación altas.

Hueco Apretado: Fuerzas de hueco abajo restringen el movimiento de la sarta a un nivel más arriba de las condiciones operativas normales (una señal de advertencia común de pega de tubería).

Inhibición: Es cualquier agente que en operaciones de perforación previenen de la hidratación de minerales arcillosos por agua mediante acciones preventivas sobre la arcilla.

Kelzan XCD: Es un viscosificador de lodos de base agua salina y dulce. Es una goma xántica biopolimérica de alto peso molecular. En pequeñas cantidades proveen altos puntos de cedencia y bajas viscosidades plásticas, siendo estable a una temperatura de 150°C.

Litología: Parte de la geología que trata sobre el estudio y clasificación de las rocas.

Lutita: Roca sedimentaria de grano muy fino, compuestas de partículas de limo y arcilla. Su composición varía desde arcilla pura hasta arcilla calcárea.

Maxdrill: Es un inhibidor de arcillas de base polímero que se utiliza en los fluidos de perforación base agua. Posee un fácil intercambio iónico lo que permite la substitución fácil en los sitios de intercambio del ión sodio que permite la hidratación del agua.

Micrón (μ): Una unidad de longitud igual a una millonésima parte de un metro o una milésima parte de un milímetro.

Pega Diferencial: Es la fuerza creada a ciertas condiciones, la cual actúa en la tubería de perforación sobre las paredes del hoyo. Si esta fuerza es lo suficiente grande, la sarta no podrá ser reciprocada o rotada, sin embargo se mantiene la circulación. Las condiciones esenciales para la pega diferencial requieren una formación permeable y una presión diferencial.

Pega de Tubería: Operaciones planeadas se suspenden cuando las fuerzas del hueco abajo no permiten que se mueva la sarta fuera del hueco.

Poros: Un volumen de espacio en una sustancia sólida. En nuestra industria, se refiere al espacio vacío dentro de una roca o matriz.

Punto Cedente: Es la resistencia al flujo causada por las fuerzas de atracción entre partículas sólidas de fluido.

Reología: Es un término que denota el estudio de la deformación de materiales, incluso el flujo.

Soda Cáustica: Es usada para controlar el pH en la mayoría de fluidos de perforación base agua, dicho control del hidróxido depende de: pH del lodo antes de los añadidos cáusticos, cantidad de contaminantes encontrados. También es usada para incrementar la solubilidad de los dispersantes. Manteniendo el pH moderadamente alto es una ayuda en el control de corrosión.

Spurt Loss: Es la pérdida de filtrado que se obtiene a los 30 segundos de haber comenzado la prueba (PPT).

Stardrill: Su eficiencia está en el control de pérdida de fluido. Se puede aplicar en concentraciones de acuerdo a lo requerido para cada sistema de fluidos. La asociación del Stardrill con la bentonita y otros polímeros refuerzan las propiedades de un fluido de perforación que proporciona una excelente costra para evitar que el lodo se pierda por aquel agujero. A una temperatura de 150°C es estable.

Torque: Es la tendencia de una fuerza para girar un objeto sobre un eje, punto de apoyo o pivote. Al igual que una fuerza es un empujón o un tirón, un esfuerzo de torsión puede ser pensado como una vuelta de tuerca.

Toxicidad: es una medida usada para medir el grado tóxico o venenoso de algunos elementos. El estudio de los venenos se conoce como toxicología. La toxicidad puede referirse al efecto de esta sobre u organismo completo.

Viscosímetro: Instrumento de tipo rotacional accionado por un motor eléctrico y se usa para determinar la viscosidad aparente, viscosidad plástica, punto cedente y esfuerzo de gel de los fluido de perforación.

ANEXOS

ANEXO 1

PRUEBAS FISICAS Y QUIMICAS

PRUEBAS FISICAS

a) DENSIDAD

El objetivo de esta prueba es poder determinar la densidad del fluido con la finalidad de controlar la presión de formación y mantener estabilizada la pared del pozo.

La balanza de lodo se compone de una base sobre la cual descansa un brazo graduado con un vaso, tapa, cuchillo, nivel de burbuja de aire, caballero y contrapeso.

FIGURA: Balanza Normal Presurizada



Fuente: QMax Ecuador S.A.

Procedimiento para la densidad del lodo

- Llenar la taza de la balanza con fluido y tajarla, permitiendo que el exceso de fluido salga por el orificio de la tapa
- Tapar el orificio con el dedo.
- Lavar la balanza y colocarla sobre el soporte.
- Correr el cursor a lo largo del brazo hasta lograr el equilibrio de la balanza
- Leer la densidad y registrarla en el reporte del fluido.

b) REOLOGIA Y FUERZA GEL

Tiene como el objetivo determinar la capacidad de limpieza y suspensión del fluido con base a sus propiedades reologicas.

Se debe utilizar un viscosímetro rotativo y un termómetro con rango de temperatura entre 32 y 220 °F con esto podremos calcular la viscosidad plástica, viscosidad aparente, el punto cedente y fuerza gel.

FIGURA : Viscosímetro Rotativo



Procedimiento para determinar Viscosidad Plastica, Punto Cedente y Viscosidad Aparente

- Conectar el instrumento a la fuente de poder apropiada.
- Llenar hasta la marca que posee la taza del viscosímetro con la muestra de fluido recién agitada.
- Calentar o enfriar la taza del viscosímetro con el fluido a 140 °F
- Encender el equipo y colocar la palanca de cambios o perilla en posición baja y el switch de velocidad en posición alta para poder obtener 600 RPM.
- Registrar la lectura como "Lectura a 600 RPM", cuando la aguja alcance la máxima deflexión en el dial o se mantenga constante.
- Cambiar la marcha moviendo la palanca a 6 RPM y registrar este valor.
- Volver a subir la palanca de cambios y el switch de velocidad en la posición alta, para obtener 200 RPM.
- Registrar la lectura como "Lectura a 200 RPM", cuando la aguja alcance la máxima deflexión en el dial o se mantenga constante.
- Mantener la palanca de cambios o perilla en posición alta y el Switch de velocidad en posición baja, para obtener 100 RPM.
- Registrar la lectura como "Lectura a 100 RPM", cuando la aguja alcance la máxima deflexión en el dial o se mantenga constante
- Colocar la palanca de cambios o perilla en posición baja y el switch en posición alta para obtener 3 RPM y registrar este valor

Procedimiento para determinar la Fuerza Gel

- Medir a 3 RPM la fuerza de gel a 10 segundos, con la palanca de cambios o perilla en posición media y el switch de velocidad en posición baja.
- Apagar el motor, colocando el switch de velocidad en posición media y esperar hasta que el fluido se mantenga estático por 10 segundos.
- Colocar el switch de velocidad en posición baja, después de haber transcurrido 10 segundos y observar cuando la aguja alcance la máxima deflexión en el dial.
- Registrar la lectura como "Gel Inicial" a 10 segundos expresada en lbs/100 pies² cuando la aguja alcance la máxima deflexión en el dial.
- Medir a 3 RPM la fuerza de gel a 10 minutos con la palanca de cambio o perilla en posición media y el switch en posición alta.
- Agitar la muestra por 10 segundos a 600 RPM.
- Colocar la palanca de cambios o perilla en posición media y el switch en posición media para apagar el motor.
- Mantener el fluido estático por 10 minutos y luego colocar el switch de velocidad en posición baja.
- Registrar la figura como "Gel a 10 minutos" expresado en lbs/100 ft², cuando la aguja alcance la máxima deflexión en el dial.
- Repetir el mismo procedimiento para 30 minutos y registrarla.

El cálculo de las propiedades reológicas se realiza de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

Viscosidad Plástica, cp Lectura 600 RPM – Lectura 300 RPM

Punto Cedente, lbs/100 pie2 = Lectura 300 RPM – Viscosidad Plástica

Viscosidad Aparente, cp = Lectura 600 RPM / 2

Fuerza de gel, se corre a 3 RPM

c) **FILTRADO API**

Esta prueba tiene como objetivo el determinar el volumen de líquido o filtrado que pasa hacia la formación permeable cuando el fluido del pozo es sometido a la presión diferencial. El filtrado API se corre a temperatura ambiente y a 100 psi de presión.

El equipo consta de una celda de lodo, un regulador de presión y un medidor montado encima de la caja de transporte o en la parte superior de la unidad de laboratorio móvil. Se usa un adaptador de acoplamiento para conectar la celda al regulador, simplemente introduciendo el empalme macho de la celda dentro del empalme macho de la celda dentro del empalme hembra del filtro y dando un cuarto de vuelta en sentido horario. La celda se cierra en la parte inferior con una tapa provista de tela metálica colocando la tapa finalmente contra el papel filtro y girando hacia la derecha hasta que se quede apretado.

La presión es proporcionada por un pequeño cartucho de gas carbónico. Se proporciona una válvula de purga para aliviar la presión antes de desacoplar la celda.

FIGURA 4.3: Filtro Prensa API



Procedimiento para determinar el filtrado API

- Ensamblar las partes del equipo limpias y secas en el orden siguiente: Tapa base, empaadura de caucho, malla, hoja de papel filtro, empaadura de caucho y celda.
- Colocar en el empalme macho de la junta teorica la malla, despues el papel filtro y la empaadura.
- Llenar la celda hasta 1/4 de pulgada de su tope, con muestra de lodo recién agitada. Esta cantidad de lodo se agrega para conservar el cartucho de CO₂ y poder realizar varias pruebas con el. Colocar la unidad ensamblada en la estructura del filtro prensa.
- Verificar la taa superior tenga la empaadura y esta se encuentre bien asentada. Colocar la tapa superior a la celda y asegurarla con el tornillo.
- Colocar un cilindro gradudado bajo el tubo de salida del filtrado.
- Colocar el cartucho de CO₂ en el porta cartucho y apretar sin forzar.
- Aplicar 100 psi de presión a la celda y filtrar por 30 minutos.
- Reportar el volumen recolectado como pérdida de filtrado API.
- Desarmar la celda y examinar el revoque en cuanto a su espesor, dureza, resistencia, flexibilidad, delgadez, firmeza y ver que tan esponjoso resilta el mismo. El espesor se expresa en 1/32". Un espesor de 2/32" es considerado aceptable.

d) CONCENTRACION DE HIDROGENO

El pH-metro es un instrumento utilizado para determinar el pH de soluciones acuosas, midiendo el electropotencial generado entre el electrodo del vidrio y el electrodo de referencia.

FIGURA: pH Metro



Procedimiento para la concetracion de Hidrogeno

- En un vaso colocar la solucion buffer calibrada a pH 7.0, sumergir el electrodo en la solucion. Esperar la estabilizacion de la lectura y ajustar el pH-metro a 7.0.
- Para elevar el pH a un rango de 9.0 a 9.1 se agregan 5 o 6 gotas de hidroxido de potasio $K(OH)$., porque el fluido Drill-In necesita este valor.

PRUEBAS QUIMICAS

a) CONTENIDO DE ION CLORURO

La determinación del contenido de Ión cloruro en un fluido base agua es la parte fundamental de dicha prueba. La sal o cloruros pueden ser contaminantes importantes para los fluidos de perforación, estas sales pueden provenir del agua de preparación capas discontinuas o estratos con alto contenido de sales.

Equipos:

- Solución de nitrato de plata que contenga 4.791 g/l.
 - Solución indicadora de cromato de potasio: 5g/100 ml de agua.
 - Solución de ácido: ácido sulfúrico 0.02 N.
 - Solución indicadora de fenolftaleína 1g/100 ml alcohol al 50%.
 - Agua destilada
-
- Pipetas graduadas de 1 ml y otra de 10 ml.
 - Recipiente de titulación.
 - Varilla de agitación.

Procedimiento para el contenido de Ion Cloruro

- Medir un mililitro del filtrado y pasar al recipiente de titulación.
- Agregar 3 gotas de la solución indicadora de fenolftaleína.
- Si el color del indicador cambia a rosado, se agrega el ácido sulfúrico hasta que vuelva al color original.
- Si no se observa cambio alguno en el color se debe agregar de 5 a 10 gotas de solución indicadora de cromato de potasio.
- Mientras se agita la mezcla, agregar el nitrato de plata hasta que cambie el color amarillo a naranja o rojo.
- Registrar la cantidad usada de nitrato de plata en mL.
- Indicar la concentración iónica de cloruros presentes en el filtrado (ml por litro).

$$\text{Cloruros} \frac{\text{mg}}{\text{l}} = \frac{\text{ml de Nitrato de Plata} \times 0.0282 \times 1000}{\text{ml de filtrado}}$$

b) DUREZA TOTAL DE CALCIO

Con esta prueba se determina la cantidad de sales disueltas de calcio (agua dura) en el filtrado que tenemos.

Equipo:

- Agua destilada.
- Solución indicadora de dureza al Versenato.
- Solución tituladora de dureza al versenato.
- Solución Buffer, dureza al versenato.
- Recipiente de titulación.
- Pipetas de vidrio de 1 y 10 ml.
- Jeringa
- Agitador de vidrio.

Procedimiento para la dureza total de Calcio

- Colocar 20 ml de agua destilada en el recipiente de valoración.
- Añadir 1 ml de filtrado del fluido de perforación en el recipiente de titulación.
- Añadir 6 gotas de solución amortiguadora (NH₄OH).
- Añadir 6 gotas de solución indicadora y agitar.
- Valorar gota a gota con la solución Buffer, al versenato y agitar hasta que la muestra se torne de color azul.
- Registrar la cantidad en mililitros de solución Buffer, al versenato que se ha utilizado.

$$\text{Dureza del Calcio} \frac{\text{mg}}{\text{l}} = \frac{\text{ml del Versenato} \times 400}{\text{ml de filtrado}}$$

ANEXO 2

NORMAS DE SEGURIDAD Y PROCEDIMIENTO A CARGO DE QMAX ECUADOR

	SISTEMA DE GESTION DE INTEGRADO		
	CÓDIGO: Q-F-P01		
	VERSIÓN: D		VIGENCIA: 2013-10-15
	ELABORÓ: RCCJ	REVISÓ: GO	AUTORIZO: JM
	PROVISIÓN DEL SERVICIO DE FLUIDOS DE PERFORACIÓN		

1. OBJETIVO

Establecer la metodología para la prestación del servicio de fluidos de perforación.

2. PROPOSITO

Estandarizar la metodología básica para la prestación del servicio de fluidos de perforación.

3. ALCANCE

Comprende desde la asignación del equipo de trabajo al sitio hasta la finalización de la perforación de un pozo petrolero.

4. RESPONSABILIDADES

El responsable de verificar el cumplimiento de este procedimiento es el Gerente General conjuntamente con el Gerente de Operaciones.

Los responsables del cumplimiento de este procedimiento son los Ingenieros de Fluidos de Perforación.

5. REFERENCIAS

- Procedimientos de pruebas para fluidos de perforación

6. DEFINICIONES

- No Aplica

7. PROCEDIMIENTO

	SISTEMA DE GESTIÓN DE INTEGRADO		
	CÓDIGO: Q-F-P01		
	VERSIÓN: D		VIGENCIA: 2013-10-15
	ELABORÓ: RCCJ	REVISÓ: GO	AUTORIZO: JM
	PROVISIÓN DEL SERVICIO DE FLUIDOS DE PERFORACIÓN		

El Ingeniero de fluidos:

- Recibe el programa de fluidos de perforación o completación para su revisión y comprensión.
- Se traslada al taladro y a su llegada se comunica con el Gerente de Operaciones indicando que se encuentra en la locación y se presenta para el inicio de sus actividades con el representante de la operadora en el sitio.
- Revisa los equipos asociados al servicio y en caso de cualquier situación anormal la comunica ya sea oralmente o por escrito al representante del cliente para realizar las mejoras o reparaciones.
- Realiza el inventario de productos químicos en el sitio y en caso de ser necesario solicita a bodega los materiales para cumplir con el programa de perforación
- Coordina la preparación de los fluidos según formulaciones y recomendaciones del programa de fluidos de perforación o completación; analiza las propiedades del fluido aplicando las pruebas respectivas.
- Iniciadas las actividades de perforación o completación, realiza las pruebas definidas y con la periodicidad acordada para el intervalo; en caso de observar desviaciones de las propiedades y parámetros planteados evalúa y toma acciones necesarias, en caso de implicar cambios o acciones correctivas mayores debe comunicarlas al Gerente de Operaciones con el fin de evaluar y tomar decisiones efectivas.
- Elabora diariamente el Reporte de lodos, el cual deberá ser avalado o firmados por el representante del cliente.
- Comunicarse diariamente al Gerente de Operaciones u oficina en Quito para informar y discutir las actividades realizadas o futuras.
- Al momento de realizarse el cambio de guardia debe realizarse un documento donde sean descritas las actividades en proceso y pendientes en la operación.

	SISTEMA DE GESTIÓN DE INTEGRADO		
	CÓDIGO: Q-F-P01		
	VERSIÓN: D		VIGENCIA: 2013-10-15
	ELABORÓ: RCCJ	REVISÓ: GO	AUTORIZO: JM
	PROVISIÓN DEL SERVICIO DE FLUIDOS DE PERFORACIÓN		

- Una vez concluido el servicio en el sitio, el Ingeniero de fluidos elabora el Resumen del pozo y en el cual se debe considerar como mínimo: el resumen global de las fases o intervalos del trabajo, discusión detallada por intervalo y recopilación de las lecciones aprendidas en las etapas de trabajo.
- El Gerente de Operaciones debe:
- Asistir a las reuniones de operaciones diariamente.
- Revisar, corregir y mejorar el Resumen del pozo.
- Entregar el resumen del pozo al cliente.

8. VERIFICACIÓN PRIMARIA DE SEGURIDAD

- Durante la prestación del servicio, se debe eliminar o minimizar al máximo todo riesgo que afecte la integridad y la salud del personal.
- Pautas de seguridad.
- Capacitación constante sobre temas de seguridad y salud
- Charlas de seguridad al inicio de la actividad
- Uso en todo momento de su equipo de protección personal
- Concentración al 100% en las tareas que se están realizando

Orden y limpieza del lugar de Trabajo

- Se debe planificar el trabajo antes de ser ejecutado
- Realizar descansos a intervalos planificados, sin afectar las operaciones (Pausas Activas)
- Las Hojas de seguridad de los productos químicos deben estar disponibles para su revisión

	SISTEMA DE GESTIÓN DE INTEGRADO		
	CÓDIGO: Q-F-P01		
	VERSIÓN: D		VIGENCIA: 2013-10-15
	ELABORÓ: RCCJ	REVISÓ: GO	AUTORIZÓ: JM
	PROVISIÓN DEL SERVICIO DE FLUIDOS DE PERFORACIÓN		

- Conocer la ubicación de los extintores, su estado y su manipulación
- Saber las rutas de evacuación en los diferentes lugares de trabajo
- Captar y entender el mensaje de las Señales de Seguridad
- Evaluación Higiénica Industrial para asegurar que la exposición de los trabajadores sea menor a los estándares regulatorios y niveles de aceptación.

9. CONTROL AMBIENTAL

- Durante la prestación del servicio, se deberá controlar, minimizar y/o eliminar todo aspecto ambiental.

- El personal que ejecute este servicio, estará capacitado en temas que ayuden a controlar, minimizar y/o eliminar todo aspecto que afecte al entorno ambiental.

10. ACTIVIDADES DE MEJORA

- Inspecciones planificadas al lugar de trabajo
- Inspecciones no-planificadas al lugar de trabajo
- Auditorías Internas al lugar de trabajo y personal
- Monitoreo del ambiente y lugar de trabajo
- Visitas

11. REGISTROS

COORDINADOR DE OPERACIONES

Los reportes que se generen diariamente se mantendrán por un mes, luego de lo cual pasaran a archivo muerto.

COORDINADOR DE QHSE

Todo registro que se genere durante la prestación de este servicio en temas de Seguridad, Salud y Ambiente, será mantenido por el responsable de QHSE. Por el lapso de un año, luego de lo cual pasara a archivo muerto.

ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT ◆
ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT ◆
ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT ◆
ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT ◆



CERTIFICATE

The Certification Body
TÜV SÜD América de México, S.A. de C.V.
with operations at
Monterrey, Nuevo León; México

hereby certifies that the Organization

Qmax Ecuador S.A.
Naciones Unidas E-699 y Japón,
Edificio Blanco Bolivariano, Octavo Piso,
Quito; Ecuador.

(Corporate)
(and sites which are shown in the attachment of this certificate)

has established and applies a Quality Management System
with the scope:

**Manufacture and management of drilling fluid, solids
control and handling of cuttings in the oil industry.**

Further clarifications regarding the scope of this certificate and the applicability of ISO 9001:2008
requirements may be obtained by consulting the organization.

According with the audit report number **MX 950 21 1170** the audit team
verified the implementation and effectiveness of that the requirements of
the international standard

ISO 9001:2008 without design
and its Mexican equivalent
NMX-CC-9001-IMNC-2008 without design



Registration Number: 10 950 3

Issue Date: 2012-02-

This certificate is valid until: 2015-02-

Revision Date: 2012-02-

Due Date: November

Roberto J. Cuatrecasas Cortes
Managing Director

ema
entidad mexicana
de acreditación, s.c.

Accreditation No. 4308, Accredited from 2009-12-03

*Checking the requirements of the document ICCPM 06: "Requirements for the use of TÜV SÜD certificates and logos" would ensure the validity of the present document.
Be sure that this certificate is valid, please check our web page at: www.tuv-sud.com.mx

Page 1 of 1

TÜV SÜD América de México, S.A. de C.V. • J. Carlos Leal No. 652 Colonia Buenos Aires • Monterrey, Nuevo León, Méxi

CERTIFICAT

CERTIFICADO

СЕРТИФИКАТ

認證證書

CERTIFICATE

ZERTIFIKAT



CERTIFICATE

TUV SUD América de México, S.A. de C.V.
with operations at
Monterrey, Nuevo León; México

hereby declares that the Organization

Qmax Ecuador S.A.
Naciones Unidas E-699 y Japón,
Edificio Blanco Bolivariano, Octavo Piso,
Quito; Ecuador.

(and also which are shown in the attachment of this document)

has established and applies an Environmental Management System,
with the scope:

**Manufacture and management of drilling fluid, solids
control and handling of cuttings in the oil industry.**

According with the audit report number **MX 950 21 1170** the audit team
verified the implementation and effectiveness of that the requirements of
the international standard

ISO 14001:2004
and its Mexican equivalent
NMX-SAA-14001-IMNC-2004



Registration Number¹: 20 950C 0

Issue Date: 2012-02-

This document is valid until²: 2015-02-

Revision Date: 2012-02-

Due Date: **November**

Leonardo J. Cordero Cordero
Managing Director

¹ The present document is a declaration of conformity which is not endorsed by any Accreditation Body.
² Should the requirements of the document OQ/M 201 "Requirements for the use of TUV SUD certificates and logs" would cancel the validity of the present document
to assure that this document is valid, please consult our web page at: www.tuv-sud.com

ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT ◆
ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT ◆
ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT ◆
ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT ◆



CERTIFICATE

TÜV SÜD América de México, S.A. de C.V.
with operations at
Monterrey, Nuevo León; México

hereby declares that the Organization

Qmax Ecuador S.A.
Naciones Unidas E-699 y Japón,
Edificio Blanco Bolivariano, Octavo Piso,
Quito; Ecuador.

(and also which are shown in the attachment of this document)

has established and applies an Occupational Health and Safety
Management System with the scope:

**Manufacture and management of drilling fluid, solids
control and handling of cuttings in the oil industry.**

According with the audit report number **MX 950 21 1170** the audit team
verified the implementation of the requirements of the Specification

BS OHSAS 18001:2007



Registration Number¹: 10 950C 0

Issue Date: 2012-02

This document is valid until²: 2015-02

Revision Date: 2012-02

Due Date: November


Leonardo J. Cardenas Cortes
Managing Director

¹ The present document is a declaration of conformity which is not intended to be an Accreditation body.
² Meeting the requirements of the document OHSAS 18001 Requirements for the use of TÜV SÜD certificates and sign* conditions the validity of the present document
to ensure that this document is valid, please check our web page at: www.tuv-sud.com.mx

ANEXO 3

**HOJAS DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES
UTILIZADOS**



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES

Dirección: 2801 Rankin Road
Houston, Texas 77073 USA

INTEQ

I. INFORMACION DEL FABRICANTE:

Fabricante:	BAKER HUGHES INTEQ	Riesgo HMIS:	Salud:	1	Mínimo:	0	
Nombre del producto:	AQUA-COL B	Clasificación y Clave:	Inflamabilidad:	1	Ligero:	1	
Nombre químico:	ETER GLICOLICO		Reactividad:	0	Moderado:	2	
Descrip. química:	POLIALQUILENO GLICOL ETER		Protección personal:	D	Serio:	3	
					Grave:	4	
Descripción de envío:	DRILLING FLUID COMPOUND, N.O.5						
Clase de riesgo:	NO REGULADO	Número UN:	NA	Etiqueta de riesgo:	NA	Guía de respuesta DOT:	NA
Nota de transporte:	NA						

II. IDENTIFICACION DE RIESGOS:

Componentes poligráficos:	ACGIH TLV:	OSHA PEL:	%	Número CAS:	RQ Producto:	
PARTICULAS MOLESTAS	ND	ND	100%	068459-87-0	NA	
Riesgos asociados con el uso del producto						
	SI	SI	SI	SI	SI	
Líquido combustible		Material inflamable		Material piroforico		Material explosivo
Material inerte		Reacciones con agua		Oxidante		Peróxido orgánico
Material corrosivo		Gas comprimido		Irritante	X	Partículas molestas
Riesgo para la piel	X	Riesgo para ojos	X	Agente tóxico		Agente altamente tóxico
Sensibilizador		Cancerígeno		Toxina aparato reproductor		Toxina en sangre
Toxina en sistema nervioso		Toxina en pulmones		Toxina en hígado		Toxina en riñones

Derecho de la comunidad a saber (SARA Título III, Sección 311-312)

Incendio: Liberación repentina de presión: Reactividad: Inmediato (Agudo): X Retardado (Crónico):

III. DATOS FISICOS:

Punto de ebullición (F):	-212	Presión de vapor (mmHg):	BAJA	pH:	?
Punto de fusión (F):	ND	Densidad del vapor (aire=1):	ND	Gravedad específica:	1.02
Punto de congelamiento (F):	ND	Solubilidad en agua:	APRECIABLE	% volúmenes en volumen (%):	100
Umbral de olor:	ND	Apuntencia y olor:	AMARELLO	Tasa de evaporación(=1):	ND
			LIGERO		

El material es: LÍQUIDO PURO Coeficiente de distribución agua/aceite: PARCIALMENTE SOLUBLE EN ACEITE

IV. DATOS SOBRE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION:

Punto de inflamación (F):	337 (PMCC)	Temp. de autoignición (F):	NA	Límite explosivo-inferior:	NA	Superior:	NA	
Medio de extinción:	Agua	X	CO2:	X	Químico seco:	X	Espuma:	X
							Niebla:	X

Productos peligrosos de la combustión:
AL PRODUCIRSE LA COMBUSTIÓN, EL PRODUCTO PUEDE FORMAR OXIDOS DE CARBONO, HUMO ACRE Y VAPORES TÓXICOS

Procedimiento de extinción de incendios:

SE PUEDE REQUERIR EQUIPO DE PROTECCION COMPLETO CON RESPIRADOR INTEGRAL Y DE PRESION POSITIVA, EN LAS AREAS CERRADAS O CONFINADAS DURANTE UN INCENDIO. UTILICE UN ROCIADO SUAVE DE AGUA PARA ENFRIAR LOS RECIPIENTES EXPUESTOS A LAS LLAMAS Y DISPERSAR LOS VAPORES

Riesgo de incendio y explosión anormal:

EL PRODUCTO DERRAMADO PUEDE SER RESBALOSO

V. DATOS DE REACTIVIDAD

Químicamente estable:	Si	X	No	Si es no, en qué condiciones?	EVITAR EL CONTACTO CON OTROS QUÍMICOS. NO DEJAR EN RECIPIENTES ABIERTOS
Incompatibilidad (materiales a evitar):					EVITAR OXIDANTES FUERTES
Descomposición peligrosa de subproductos:					EL PRODUCTO NO SE DESCOMPONE FACILMENTE
Polymerización peligrosa:	Puede ocurrir:	No ocurrir:	X	Condiciones a evitar:	NA

ND-No determinado NA-No se aplica = Mayor que < Menor que C - Límite máx.

VI. INFORMACION DE RIESGOS PARA LA SALUD

Ruta primaria de exposición: Contacto piel: Absorción por piel: Contacto ojos: Inhalación: Ingestión:
 Clasificación de peligros del producto - NFPA: NINGUNO IARC: NINGUNO

Efectos a corto de la exposición:

PUEDA OCASIONAR ARDOR LIGERO EN OJOS Y PIEL. PUEDE IRRITAR EL SISTEMA RESPIRATORIO SUPERIOR, CON DOLOR DE CABEZA, MAREO, NAUSEA O VOMITO, POR SOBREENPOSICION. NO SE ESPERAN RIESGOS ASOCIADOS CON LA INGESTION DE PEQUEÑAS CANTIDADES.

Efectos crónicos de la sobreexposición:

NO ES PROBABLE QUE EL CONTACTO PROLONGADO CAUSE UNA IRRITACION SIGNIFICATIVA EN LA PIEL O ABSORCION. NO SE ESPERAN RIESGOS DEBIDO A LA INGESTION DE PEQUEÑAS CANTIDADES DURANTE SU MANIPULACION.

VII. INSTRUCCIONES PARA EMERGENCIAS Y PRIMEROS AUXILIOS

Ojos: MANTENGA LOS PÁRPADOS ABIERTOS Y LAVE LOS OJOS ABUNDANTEMENTE CON AGUA CORRIENTE DURANTE AL MENOS 15 MINUTOS. CONSULTE A UN MEDICO SI LA IRRITACION PERSISTE.
Piel: LAVE LA PIEL ABUNDANTEMENTE CON AGUA, DESPUES LAVE MUY BIEN CON JABON SUAVE Y AGUA. SI LA IRRITACION PERSISTE, CONSULTE A UN MEDICO.
Ingestión: NO SE ESPERAN EFECTOS ADVERSOS DEBIDO A ESTE TIPO DE EXPOSICION DURANTE UNA MANIPULACION INDUSTRIAL CORRECTA DEL PRODUCTO.
Inhalación: SAQUE AL AIRE LIBRE. SI LA PERSONA NO RESPIRA, SUMINISTRE RESPIRACION ARTIFICIAL. SI LA RESPIRACION ES DIFICIL, SUMINISTRE OXIGENO.

VIII. PROCEDIMIENTOS DE PROTECCION AMBIENTAL:**Resposta frente a derrames:**

CONTENGA CUALQUIER DERRAME. UTILICE UN ABSORBENTE INERTE Y TRANSFERA A UN RECIPIENTE PARA DESECHOS APROBADO. EL PRODUCTO DERRAMADO ES MUY RESBALOSO. MANTENGA LEJOS DE CURSOS DE AGUA Y ALCANTARILLAS. LOS DERRAMES PEQUEÑOS SE PUEDEN LLEVAR HACIA UN DRENAJE CON GRANDES VOLUMENES DE AGUA.

Método de disposición de los desechos:

EL PRODUCTO NO ES PELIGROSO SEGUN LOS CRITERIOS RCRA O COMO SE SUMINISTRA. SIGA TODAS LAS NORMATIVAS LOCALES, ESTATALES Y FEDERALES PARA LA DISPOSICION DE LOS DESECHOS.

Manipulación:

PRECAUCION! PUEDE IRRITAR LOS OJOS, LA PIEL O EL SISTEMA RESPIRATORIO SUPERIOR. EVITE EL CONTACTO CON LOS OJOS, LA PIEL O ROPA. UTILICE EQUIPO DE PROTECCION ADECUADO COMO SE INDICA EN LAS HOJAS DE SEGURIDAD.

Almacenamiento:

GUARDE EN UN AREA FRESCA Y SECA. MANTENGA LOS CONTENEDORES CERRADOS CUANDO NO SE ESTEN UTILIZANDO. UTILICE CON VENTILACION ADECUADA.

IX. MEDIDAS DE CONTROL EN EL TRABAJO

Protección respiratoria: UTILICE UN RESPIRADOR PARA PARTICULAS APROBADO, SI SE EXCEDEN LOS LIMITES DE EXPOSICION.
Ventilación: UTILICE VENTILACION MECANICA ADECUADA PARA MANTENER UN NIVEL SEGURO DE EXPOSICION A VAPORES Y HUMOS.
Vestido: UTILICE ROPAS RESISTENTES A QUIMICOS, CON UN DELANTAL DE PROTECCION.
Protección de ojos: UTILICE LENTES CONTRA SALPICADURAS DE QUIMICOS O MASCARA, CUANDO MANIPULE EL PRODUCTO.
Gautes: UTILICE GUANTES DE NEOPRENO O CAUCHO BUTILICO PARA EVITAR CONTACTO CON LA PIEL.
Calzado: UTILICE BOTAS DE SEGURIDAD CON SUELA DE GOMA.

X. INFORMACION ADICIONAL**Renuncia de responsabilidad**

Baker Hughes INTEQ y su personal responsable, considera que las afirmaciones, informacion y datos en esta hoja de datos de seguridad para materiales son confiables; sin embargo, no existe ninguna otra garantía, declaración o responsabilidad expresa o implícita hacia cualquier usuario, independientemente de que se utilice todo o parte de este material. Esto incluye garantías de comerciabilidad o idoneidad para un propósito específico, y Baker Hughes INTEQ no asume ninguna responsabilidad por ningún consejo o recomendación presentada. Nada de lo contenido en este documento se interpretará como si permitiera, indujera o condonara la violación de cualquier ley por el uso, cesión o disposición de un producto.

Preparado por: Cheryl Hood

Fecha Preparación: 13/10/97

Sustituye fecha:



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES

Dirección: 2001 Rankin Road
Houston, Texas 77073 USA

INTEQ

I. INFORMACION DEL FABRICANTE:

Fabricante:	BAKER HUGHES INTEQ	Riesgo HMIS	Salud	0	Mínimo	0
Nombre del producto:	CLAY-TROL	Clasificación y Clave	Inflamabilidad	1	Ligero	1
Nombre químico:	COMPLEJO ACIDO DE AMINA		Reactividad	0	Moderado	2
Descr. química:	ESTABILIZADOR DE LUTITAS		Protección personal		Serio	3
				B	Grave	4
Descripción de envío:	DRILLING FLUID COMPOUND, N.O.5.					
Clase de riesgo:	NO REGULADO	Número UN: NINGUNO	Etiquetas de riesgo: NA	Guía de respuesta DOT: NINGUNA		
Nota de transporte:	NA					

II. IDENTIFICACION DE RIESGOS:

Componentes peligrosos:	ACGIH TLV:	OSHA PEL:	%	Número CAS:	RQ Productos:
NO TIENE COMPONENTES PELIGROSOS					

Riesgos asociados con el uso del producto

	SI	SI	SI	SI
Líquido combustible	Material inflamable	Material profórico	Material explosivo	
Material inestable	Reacciona con agua	Oxidante	Peroxido orgánico	
Material corrosivo	Gas comprimido	Irritante	Partículas molestas:	
Riesgo para la piel	Riesgo para ojos	Agente tóxico	Agente altamente tóxico	
Sensibilizador	Carcinógeno	Toxins aparato reproductor	Toxins en sangre	
Toxins en sistema nervioso	Toxins en pulmones	Toxins en hígado	Toxins en riñones	

Derecho de la comunidad a saber (SARA Título III, Sección 311-312)

Incendio: Liberación repentina de presión: Reactividad: Inmediato (Agudo): X Retardado (Cronico)

III. DATOS FISICOS:

Punto de ebullición (F):	NA	Presión de vapor (mmHg):	NA	pH:	6.5-7.5
Punto de fusión (F):	NA	Densidad del vapor (aire=1):	NA	Gravedad específica:	1.01
Punto de congelamiento(F):	NA	Solubilidad en agua:	DISPERSIBLE	% volátiles en volumen (%):	NA
Umbral de olor:	NA	Apariencia y olor:	AMBAR OSCURO, LIGERO	Tasa de evaporación(=1):	NA
El material es:	LIQUIDO	Coefficiente de distribución agua/aceite:	ND		

IV. DATOS SOBRE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION:

Punto de inflamación (F):	>300	Temp. de autoignición (F):	NA	Límites explosivos-Inferior:	NA	Superior:	NA
Medio de extinción:	Agua	CO2:	X	Químico seco:	X	Espuma:	X
				Niebla:			

Productos peligrosos de la combustión:
NINGUNO REPORTADO.

Procedimiento de extinción de incendios:

EN CASO DE INCENDIO, UTILICE ESPUMA, QUÍMICOS SECOS O DIOXIDO DE CARBONO.

Riesgos de incendio y explosión inusuales:

NINGUNO REPORTADO

V. DATOS DE REACTIVIDAD

Químicamente estable:	Si: X	No:	Si es no, en qué condiciones:	NA	
Incompatibilidad (materiales a evitar):	NINGUNO REPORTADO				
Descomposición peligrosa de subproductos:	PRODUCTOS USUALES DE LA COMBUSTION: DIOXIDO DE CARBONO, MONOXIDO DE CARBONO, ETC.				
Polimerización peligrosa	Fuere ocurrir:	No ocurrir:	X	Condiciones a evitar:	NA

ND-No determinado NA-No se aplica >- Mayor que <- Menor que C- Límite máx.

VI. INFORMACION DE RIESGOS PARA LA SALUD

Ruta primaria de exposición	Contacto piel: X	Absorción por piel:	Contacto ojos: X	Inhalación:	Ingestión:
Carcinogenicidad del producto - NTP: NO		IARC: NO			

Efectos agudos de la exposición:

PUEDE CAUSAR LIGERA IRRITACION DE OJOS

Efectos crónicos de la sobreexposición:

NINGUNO REPORTADO

VII. INSTRUCCIONES PARA EMERGENCIAS Y PRIMEROS AUXILIOS

Ojos:	ENJUAGUE CON AGUA ABUNDANTE. LLAME A UN MEDICO SI LA IRRITACION PERSISTE.
Piel:	RETIRE LA ROPA CONTAMINADA. ENJUAGUE LA PIEL AFECTADA CON ABUNDANTE AGUA.
Ingestión:	NO SE ESPERAN REACCIONES ADVERSAS. CONSULTE A UN MEDICO SI SE DESARROLLAN SINTOMAS.
Inhalación:	NO SE ESPERAN REACCIONES ADVERSAS. CONSULTE A UN MEDICO SI SE DESARROLLAN SINTOMAS.

VIII. PROCEDIMIENTOS DE PROTECCION AMBIENTAL:

Respuesta frente a derrames:

ABSORBA CON MATERIAL INERTE COMO ARENA, ARCILLA, ETC. LOS DERRAMES GRANDES SE PUEDEN RECOGER CON BOMBAS DE VACIO, PALAS, CUBETAS U OTROS MEDIOS Y COLOCARSE EN TAMBORES U OTROS CONTENEDORES APROPIADOS.

Método de disposición de los desechos:

SEGA LAS NÓRMATIVAS LOCALES, ESTATALES Y FEDERALES PARA LA DISPOSICION DE LOS DESECHOS.

Manipulación:

PUEDE CAUSAR LIGERA IRRITACION DE OJOS. EVITE EL CONTACTO CON LOS OJOS. LAVESE MUY BIEN DESPUES DE MANIPULAR EL PRODUCTO.

Almacenamiento:

MANTIENGA EN UN LUGAR SECO Y BIEN VENTILADO. MANTIENGA EL RECIPIENTE CERRADO CUANDO NO ESTE EN USO. UTILICE EL PRODUCTO CON LA DEBIDA VENTILACION.

IX. MEDIDAS DE CONTROL EN EL TRABAJO

Protección respiratoria:	SI HAY VAPORES O NIEBLAS PRESENTES, UTILICE UNA MASCARA PURIFICADORA DE AIRE CON FILTRO.
Ventilación:	UTILICE VENTILACION ADECUADA.
Vestido:	UTILICE ROPA PROTECTORA CON MANGAS LARGAS. LAVE LA ROPA ANTES DE VOLVER A UTILIZARLA.
Protección de ojos:	UTILICE LOS LENTES DE SEGURIDAD PARA MANIPULACION DE QUIMICOS.
Guantes:	UTILICE GUANTES PARA EVITAR LA IRRITACION DE LA PIEL.
Calzado:	UTILICE LAS BOTAS USUALES DE SEGURIDAD.

X. INFORMACION ADICIONAL**Renuncia de responsabilidad**

Baker Hughes INTEQ y su personal responsable considera que las afirmaciones, información y datos en esta hoja de datos de seguridad para materiales son confiables; sin embargo, no existe ninguna otra garantía, declaración o responsabilidad expresa o implícita hacia cualquier usuario, independientemente de que se utilice todo o parte de este material. Esto incluye garantías de comerciabilidad o idoneidad para un propósito específico, y Baker Hughes INTEQ no asume ninguna responsabilidad por ningún consejo o recomendación presentada. Nada de lo contenido en este documento se interpretará como si permitiera, indujera o condonara la violación de cualquier ley por el uso, construcción o disposición de un producto.

Preparado por: Cheryl Hood

Fecha Preparación: 27/05/98

Substituye fecha



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES

Dirección: 2001 Rankin Road
Houston, Texas 77073 USA

INTEQ

I. INFORMACION DEL FABRICANTE:

Fabricante:	BAKER HUGHES INTEQ	Riesgo HMIS	Salud	0	Mínimo	0
Nombre del producto:	BIO-PAQ	Clasificación y Clave	Inflamabilidad	2	Ligero	1
Nombre químico:	AGENTE PARA CONTROL DE FILTRACION		Reactividad	0	Moderado	2
Descrip. química:	POLISACARIDO MODIFICADO		Protección personal		Serio	3
					Grave	4
Descripción de envío:	DRILLING FLUID COMPOUND, N.O.S.					
Clase de riesgo:	NO REGULADO	Número UN:	NA	Etiqueta de riesgo:	NA	Guía de respuestas DOT: NA
Nota de transporte:	NA					

II. IDENTIFICACION DE RIESGOS:

Componentes peligrosos:	ACGIH TLV:	OSHA PEL:	%	Número CAS:	RQ Productos:
PARTICULAS MOLESTAS	10 MG/M3 C	15 MG/M3 T	100	NA	NA

Riesgos asociados con el uso del producto

	SI	SI	SI	SI
Líquido combustible		Material inflamable	Material pirofórico	Material explosivo
Material inestable		Reacciona con agua	Oxidante	Peróxido orgánico
Material corrosivo		Gas comprimido	Irritante	Partículas molestas
Riesgo para la piel		Riesgo para ojos	Agente tóxico	Agente altamente tóxico
Sensibilizador		Cancerígeno	Toxina aparato reproductor	Toxina en sangre
Toxina en sistema nervioso		Toxina en pulmones	Toxina en líquido	Toxina en riñones

Derecho de la comunidad a saber (SARA Título III, Sección 311-312)

Incendio: Liberación repentina de presión: Reactividad: Inmediato (Agudo): X Retardado (Crónico)

III. DATOS FISICOS:

Punto de ebullición (F):	NA	Presión de vapor (mmHg):	NA	pH:	10-11 (4% SOL)
Punto de fusión (F):	NA	Densidad del vapor (aire=1):	NA	Gravedad específica:	ND
Punto de congelamiento(F):	NA	Solubilidad en agua:	APRECIABLE	% volátiles en volumen (%):	NA
Umbral de olor:	ND	Apariencia y olor:	BLANQUECINO, LEVE OLORES A ETHER	Tasa de evaporación(=1):	NA
El material es:	SOLIDO PURO Coeficiente de distribución agua/aceite: ND				

IV. DATOS SOBRE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION:

Punto de inflamación (F):	NA	Temp. de autoignición (F):	NA	Límites explosivos-Inferior:	NA	Superior:	NA	
Medio de extinción:	Agua	X	CO2	X	Químico seco:	X	Espuma:	X
							Niebla:	X

Productos peligrosos de la combustión:

DURANTE LA COMBUSTION, SE PUEDEN FORMAR OXIDOS DE CARBONO Y VAPORES TOXICOS.

Procedimiento de extinción de incendios:

EN CASO DE INCENDIO, SOFOQUELO SUAVEMENTE CON NIEBLA DE AGUA, CON CUIDADO DE NO LEVANTAR POLVO. PUEDE SER NECESARIO EL USO DE RESPIRADORES INTEGRALES EN LAS AREAS CERRADAS DURANTE UN INCENDIO

Riesgos de incendio y explosión inusuales:

CUANDO LA CONCENTRACION DE POLVO ES MUY ELEVADA, EL PRODUCTO PUEDE FORMAR MEZCLAS EXPLOSIVAS DE POLVO-AIRE.

V. DATOS DE REACTIVIDAD

Químicamente estable:	Si:	X	No:		Si es no, en qué condiciones
Incompatibilidad (materiales a evitar):	CONCENTRACION MUY ALTA DE POLVO				
Descomposición peligrosa de subproductos:	OXIDANTES FUERTES.				
Polinización peligrosa	Puede ocurrir:	No ocurrir:	X	EL PRODUCTO NO SE DESCOMPONE FACILMENTE.	
				Condiciones a evitar: NA	

ND=No determinado NA= No se aplica >= Mayor que <= Menor que C = Límite máx.

VI. INFORMACION DE RIESGOS PARA LA SALUD

Ruta primaria de exposición:	Contacto piel:	Absorción por piel:	Contacto ojos:	X	Inhalación:	X	Ingestión:
Carcinogenicidad del producto - NTP: NO		LARC: NO					

Efectos agudos de la exposición:

PUEDE CAUSAR IRRITACION MECANICA DE LOS OJOS, LA PIEL Y DEL TRACTO RESPIRATORIO SUPERIOR.

Efectos crónicos de la sobreexposición:

ALGUNAS PARTICULAS DE POLVO PUEDEN CAUSAR SENSIBILIZACION ALERGOICA EN ALGUNAS PERSONAS, CARACTERIZADA BIEN SEA POR SINTOMAS DE DIFICULTAD RESPIRATORIA O DE IRRITACION TOPICA DE LA PIEL.

VII. INSTRUCCIONES PARA EMERGENCIAS Y PRIMEROS AUXILIOS

Ojos:	MANTENGA LOS PÁRPADOS ABIERTOS Y ENJUAGUE CON ABUNDANTE AGUA DURANTE POR LO MENOS QUINCE MINUTOS. CONSULTE A UN MEDICO SI PERSISTE LA IRRITACION.
Piel:	LAVE COMPLETAMENTE LA ZONA AFECTADA CON JABON SUAVE Y AGUA. APLIQUE CREMAS MEDICADAS PARA ALIVIA LA IRRITACION Y REPONER LOS ACEITES DE LA PIEL.
Ingestión:	SUMINISTRE LIQUIDOS PARA ENJUAGAR LA BOCA Y GARGANTA Y PARA DILUIR EL PRODUCTO INGERIDO. CONTACTE A UN MEDICO SI EL AFECTADO PRESENTA SINTOMAS ADVERSOS.
Inhalación:	SAQUE AL AFECTADO AL AIRE LIBRE. SI NO RESPIRA, SUMINISTRE RESPIRACION ARTIFICIAL. SI SE DIFICULTA LA RESPIRACION, SUMINISTRE OXIGENO.

VIII. PROCEDIMIENTOS DE PROTECCION AMBIENTAL:

Respuesta frente a derrames:

UTILICE EQUIPO DE PROTECCION ADECUADO (SECCION IX). RECOJA Y COLOQUE EN SU RECIPIENTE ORIGINAL PARA LA VENTA, SI ES POSIBLE, O EN UN RECIPIENTE PARA DESECHOS ADECUADO. MINIMICE EL LEVANTAMIENTO DE POLVO DURANTE LA LIMPIEZA. LAVE LOS RESIDUOS CON AGUA.

Método de disposición de los desechos:

EL PRODUCTO NO ES PELIGROSO SEGUN LOS CRITERIOS RCRA O COMO SE SUMINISTRA. SIGA TODAS LAS NORMATIVAS LOCALES, ESTATALES Y FEDERALES PARA LA DISPOSICION DE LOS DESECHOS.

Manipulación:

PRECAUCION! PUEDE CAUSAR IRRITACION MECANICA DE LOS OJOS, LA PIEL Y EL SISTEMA RESPIRATORIO. EVITE EL CONTACTO Y UTILICE EL EQUIPO DE PROTECCION ADECUADO. EVITE RESPIRAR EL POLVO.

Almacenamiento:

MINIMICE EL LEVANTAMIENTO DE POLVO. MANTENGA EL RECIPIENTE CERRADO CUANDO NO LO USE. UTILICE EL PRODUCTO CON LA VENTILACION ADECUADA.

IX. MEDIDAS DE CONTROL EN EL TRABAJO

Protección respiratoria:	UTILICE UN RESPIRADOR APROBADO PARA PARTICULAS SI SE EXCEDEN LOS LIMITES DE EXPOSICION O PARA SU COMODIDAD.
Ventilación:	UTILICE LA VENTILACION NECESARIA PARA ASEGURAR UNA EXPOSICION SEGURA A LAS PARTICULAS MOLESTAS (15 MCMY, POLVO TOTAL).
Vestido:	UTILICE ROPA CON MANGAS LARGAS O UN DELANTAL.
Protección de ojos:	UTILICE LENTES DE SEGURIDAD O LENTES CON PROTECTORES LATERALES PARA UNA MEJOR PROTECCION. ASEGURESE DE QUE LOS LENTES ESTEN BIEN AJUSTADOS.
Gauchos:	UTILICE GAUCHOS PARA EVITAR LA IRRITACION MECANICA.
Calzado:	TOME LAS PRECAUCIONES NORMALES.

X. INFORMACION ADICIONAL**Restricción de responsabilidad**

Baker Hughes INTEQ y su personal responsable, consideran que las afirmaciones, informaciones y datos en esta hoja de datos de seguridad para materiales son confiables; sin embargo, no existe ninguna otra garantía, declaración o responsabilidad expresa o implícita hacia cualquier usuario, independientemente de que se utilice todo o parte de este material. Esto incluye garantías de comerciabilidad e idoneidad para un propósito específico, y Baker Hughes INTEQ no asume ninguna responsabilidad por ningún consejo o recomendación presentada. Nada de lo contenido en este documento se interpretará como si permitiera, indujera o constituyera la violación de cualquier ley por el uso, envío o disposición de un producto.

Preparado por: Jim Rushing

Fecha Preparación: 17-01-97

Substítuya fecha //



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES

Dirección: 2901 Rankin Road
Houston, Texas 77073 USA

INTEQ

I. INFORMACION DEL FABRICANTE:

Nombre del Producto: MIL-PAC-R Numero CAS: NA Código: 1217732
Nombre Químico: CONTROL DE FILTRADOS PARA LODOS BASE AGUA
Descripción Química: UN AUDITIVO DE CONTROL DE FILTRADO PARA LODOS BASE AGUA,, POLIMERO, ETER CELU-
LOSA

II. INGREDIENTES:

Componentes de Riesgo (OSHA 29 CFR 1910.1200):	FIN	TLV:	PEL:	%	Numero CAS
POLVO MOLESTO (CELULOSA)	NA	10 MGM3	NA	NA	NA
NA	NA	NA	NA	NA	NA
NA	NA	NA	NA	NA	NA
NA	NA	NA	NA	NA	NA
Substancias de Riesgo (EPA 40 CFR 302):	FIN	TLV:	PRODUCTO	%	Numero CAS
NA	NA	NA	NA	NA	NA
NA	NA	NA	NA	NA	NA
NA	NA	NA	NA	NA	NA
NA	NA	NA	NA	NA	NA

III. DATOS FISICOS:

Punto de Ebullición (°F):	NA	Presión de Vapor (mmHg):	NA	Gravedad Especifica:	1.0	pH:	NA
Punto de Fusión (°F):	NA	Densidad del Vapor (Aire=1):	NA	Porcentaje Volátil por Volumen (%):			8-10
Punto de Congelación (°F):	NA	Solubilidad en el Agua:	BASTANTE	Rata de Evaporación (____=1):			NA
Olor:	NA	Apariencia y Olor:	POLVO DE COLOR CLARO DE POCO OLOR				
El Material es:	POLVO PURO		Coefic. Distribución Agua/Aceto:	NA			

IV. DATOS SOBRE RIESGO DE FUEGO Y EXPLOSION.

Punto de Inflamación (°F):	NA	Temperatura Autoignición (°F):	NAV			
Límite Inflamable: LFL:	NA	Explosión: LEL:	NA	UEL:	NA	
Rata de Quemado:	NA	Sensibilidad al Impacto:	NA			
Medio de Extensión:	Agua: X	CO ₂ : X	Halon:	Químico Seco: X	Espuma: X	Humo: X
Productos de Combustión Riesgosa:	CO (COMBUSTION INCOMPLETA)					
Procedimientos para Combatir el Fuego:	USE EL APARATO DE RESPIRACION DE PRESION POSITIVA Y ROPA PROTECTORA PARA COMBATIR EL FUEGO EN AREAS ENCERRADAS.					
Riesgos de Fuego Inusual y Explosión:	SI ESTA EN ESTADO DE SUSPENSION TRATAR COMO POLVO INFLAMABLE.					

V. DATOS DE REACTIVIDAD

Químico Estable: Si: X No: Si no, bajo que Condiciones?:
ALMACENE EN UN LUGAR FRESCO Y SECO.
 Incompatibilidad (Materiales a Evitar): ACIDOS
 Descomposición Peligrosa o Subproductos: CUANDO ES CALENTADO PARA DESCOMPOSICION, EMITE HUMOS Y VAPORES ACRIMONIOSOS DE Na₂O.
 Polimerización Peligrosa: Puede Ocurrir No Ocurrirá: x Condiciones a Evitar: NA

VI. EFECTOS SOBRE EL ORGANISMO:

MIL-PAC-R

Cancerígeno - Programada NTP: NA Cancerígeno - Programada IARC: NA
 Síntomas de Exposición: NA

Condiciones Médicas Agravadas por Exposición: NA

Primeros Auxilios - Procedimientos:
 Ojos: LAVE CON AGUA POR 15 MINUTOS Y CONTACTE UN MEDICO SI LA IRRITACION PERSISTE
 Piel: LAVE CON AGUA
 Ingestión: TOME AGUA SI SE DESARROLLA ENFERMEDAD CONSULTE UN MEDICO.
 Inhalación: TOME AIRE FRESCO SI SE DESARROLLA LA ENFERMEDAD CONSULTE UN MEDICO

VII. PROCEDIMIENTOS PARA PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE:

En Caso de Derrame: PROCEDIMIENTO NORMAL, BARRER, LIMPIAR ETC. SI EL MATERIAL ESTA HUMED
 DO SE PONE MUY RESBALADIZO
 Método de Disposición de Residuos: PÓNGASE DE ACUERDO CON LA JUNTA LOCA, ESTADO Y REGULACIONES FEDE
 RALES
 Manejo y Almacenamiento: NORMAL

VIII. INFORMACION SOBRE PROTECCION PERSONAL:

Protección Respiratoria: MASCARA
 Ventilación: ESCAPE LOCAL
 Vestido: NORMAL Guantes: OPCIONAL
 Ojos: GAFAS DE SEGURIDAD
 Calzado: NORMAL Otros: NA

	Riesgos Conocidos (29 CFR 1910.1200)		HMIS		NFPA	
	Si		Si			
Líquido Combustible:		Peligro en la Piel:		Salud: 1	Salud: 1	1
Material Inflamable:		Peligro en los Ojos:		Inflamabilidad: 1	Inflamabilidad: 1	1
Material Piroforico:		Agente Tóxico:		Reactividad: 0	Estabilidad: 0	0
Material Explosivo:		Agente Altamente Tóxico:		Protección Personal: E	Especial:	
Material Inestable:		Agente Sensorial:				
Reacciona con Agua:		Cancerígeno:				
Material Oxidificador:		Toxina Reproductiva:				
Peróxido Orgánico:		Toxina en la Sangre:				
Material Corrosivo:		Toxina en Sist. Nervioso:				
Gas Comprimido:		Toxina en Pulmón:				
Irritante:		Toxina en Hígado:				
Poco Molesto:	X	Toxina en Rincón:				

IX. PRECAUCIONES ESPECIALES:

Precauciones para Reparación y Mantenimiento de Equipos Contaminados: USE EQUIPO PROTECTOR Y/O ROPA DE TRABA
 JO DESCRITAS ANTES SI EXISTE POSIBILIDADES DE EXPLOSION
 Otras Precauciones: NA

X. APROBACION: Elaborada Por: Departamento Seguridad Código: 1217732 Fecha de Elaboración: 05/01/91



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES

Dirección: 2601 Rankin Road
Houston, Texas 77070 USA

INTEQ

I. INFORMACION DEL FABRICANTE

Nombre del Producto: **CLORURO DE POTASIO** Numero CAS: **NAV** Código: **1218750**
 Nombre Químico: ********
 Descripción Química: **CLORURO DE METAL ALCALINO**

II. INGREDIENTES:

Componentes de Riesgo (OSHA 29 CFR 1910.1200)	PIN	TLV	PEL	%	Numero CAS
CLORURO DE POTASIO - POLVO MOLESTO	NA	10 MG/M3	NA	95.99	7447-40-7
CLORURO DE SODIO	NA	NA	NA	0.5	7647-14-15
NA	NA	NA	NA	NA	NA
NA	NA	NA	NA	NA	NA

Substancias de Riesgo (EPA 40 CFR 302)	PIN	TLV	PRODUCTO	%	Numero CAS
NA	NA	NA	NA	NA	NA
NA	NA	NA	NA	NA	NA
NA	NA	NA	NA	NA	NA
NA	NA	NA	NA	NA	NA

III. DATOS FISICOS:

Punto de Ebullición (°F): 2732 Presión de Vapor (mmHg): NA Gravedad Especifica: 1.984 pH: 9.3 @ 1% Soln
 Punto de Fusión (°F): 1423 Densidad del Vapor (Aire=1): NA Porcentaje Volátil por Volumen (%): NA
 Punto de Congelación (°F): NA Solubilidad en el Agua: DISPERSA Rata de Evaporación (____=1): NA
 Olor: NA Apariencia y Olor: CRISTALES BLANCOS DE POCO OLOR
 El Material es: SOLIDO PURO Coef. Distribución Agua/Aceta: NA

IV. DATOS SOBRE RIESGO DE FUEGO Y EXPLOSION

Punto de Inflamación (°F): NA Temperatura Autoignición (°F):
 Límite Inflamable: LFL: NA UFL: NA Explosión: LEL: UEL:
 Rata de Quemado: NA Sensibilidad al Impacto:
 Medio de Extensión: Agua CO₂ X Halon: Químico Seco: X Espuma: X Horno:
 Productos de Combustión Riesgosa:
 Procedimientos para Combatir el Fuego: NA
 Riesgos de Fuego Inusual y Explosión: CUANDO ES SOMETIDO A ALTAS TEMPERATURAS, PUEDE DESPRENDER CANTIDADES PEQUEÑAS DE GAS DE CLORO

V. DATOS DE REACTIVIDAD:

Químico Estable: Si: X No: Si no, bajo que Condiciones?
 CONTACTO CON ACIDO NITRICO CALIENTE Y OTROS ACIDOS FUERTES PUEDEN PRODUCIR GAS VENENOSO.
 Incompatibilidad (Materiales a Evitar): CONTACTO CON ACIDO NITRICO CALIENTE PUEDE CAUSAR LA EVOLUCION DE CLORURO DE TOXICO. CONTACTO CON OTROS ACIDOS FUERTES PUEDE PRODUCIR GASES DE CLORURO DE HIDROGENO IRRITANTE.
 Descomposición Peligrosa o Subproductos: NINGUNO
 Polimerización Peligrosa: Puede Ocurrir: No Ocurrirá: X Condiciones a Evitar: NA

VII. EFECTOS SOBRE EL ORGANISMO

CLORURO DE POTASIO

Cancerígeno - Programada NTP: NA. Cancerígeno - Programada IARC: NA.
 Síntomas de Exposición: SENSACION LEVE DE ARDOR EN OJOS, CANAL NASAL Y TRAQUEA.
 IRRITACION LEVE EN HERIDAS ABIERTAS O CORTADURAS.
 Condiciones Médicas Agravadas por Exposición: NINGUNA.

Primeros Auxilios - Procedimientos:
 Ojos: LAVE CON AGUA POR 15 MINUTOS Y CONTACTE UN MEDICO SI LA IRRITACION PERSISTE.
 Piel: LAVE CON AGUA Y JABON.
 Ingestión: TOME BASTANTE AGUA Y PRODUZCA VOMITO. SI ES INGERIDA UNA GRAN CANTIDAD BUSQUE ATENCION MEDICA.
 Inhalación: TOME AIRE FRESCO. BUSQUE ATENCION MEDICA SI EL PACIENTE NO VUELVE EN SI RAPIDAMENTE.

VII. PROCEDIMIENTOS PARA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

En Caso de Derrame: PROCEDIMIENTO NORMAL, BARRER, LIMPIAR ETC. RETORNE AL RECIPiente.
 Método de Disposición de Desechos: DE ACUERDO CON LA JUNTA LOCAL, REGULACIONES FEDERALES Y DEL ESTADO. ESTE MATERIAL NO ESTA LISTADO COMO UNA SUSTANCIA RIESGOSA.

Manejo y Almacenamiento: MANTENGA LOS RECIPientes CERRADOS CUANDO NO ESTEN SIENDO USADOS.
 ALMACENE EN LUGAR SECO. EVITE EMPELMASAMIENTOS.

VIII. INFORMACION SOBRE PROTECCION PERSONAL

Protección Respiratoria: USE EL RESPIRADOR NIOSH/MSHA SI LA CONCENTRACION DE POLVO EXCEDO EL TLV.
 Ventilación: ESCAPE LOCAL.
 Vestido: POR COMODIDAD. Guantes: POR COMODIDAD.
 Ojos: GAFAS, SI LAS CONCENTRACIONES DE POLVO SON ALTAS.
 Calzado: NORMAL. Otros: SEGUN NECESIDAD PARA COMODIDAD DE LA PERSONA.

Riesgos Conocidos (29 CFR 1910.1200)		HMIS		NFPA	
Si	Si				
Líquido Combustible:	Peligro en la Piel	X	Salud: 2	Salud: 2	
Material Inflamable:	Peligro en los Ojos:	X	Inflamabilidad: 0	Inflamabilidad: 0	
Material Piróforico:	Agente Tóxico:		Reactividad: 0	Estabilidad: 0	
Material Explosivo:	Agente Altamente Tóxico:		Protección Personal: F	Especial:	
Material Inestable:	Agente Sensorial:				
Reacción con Agua:	Cancerígeno:				
Material Oxidizante:	Toxina Reproductiva:				
Partido Orgánico:	Toxina en la Sangre:				
Material Corrosivo:	Toxina en Sist. Nervioso:				
Gas Comprimido:	Toxina en Pulmón:				
líquido:	Toxina en Hígado:				
Polvo Molesto:	Toxina en Riñón:				

IX. PRECAUCIONES ESPECIALES

Precauciones para Reparación y Mantenimiento de Equipos Contaminados: NA.
 Otras Precauciones: NO ES LISTADO COMO CANCERIGENO POR IARC, AGGH. TRATAR COMO POLVO MOLESTO.

X. APROBACION Elaborada Por: Departamento Seguridad Código: 1218750 Fecha de Elaboración: 05/01/81



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES

Dirección: 2001 Rankin Road
Houston, Texas 77073 USA

INTEQ

I. INFORMACION DEL FABRICANTE:

Fabricante:	BAKER HUGHES INTEQ	Riesgo HMTS	Salud	0	Mínimo	0
Nombre del producto:	XCD POLYMER	Clasificación y Clave:	Inflamabilidad	2	Ligero	1
Nombre químico:	POLIMERO DE POLISACARIDO		Reactividad	0	Moderado	2
Descripción química:	VISCOSIFICANTE PARA FLUIDO DE PERFORACION		Protección personal	E	Serio	3
Descripción de envío:	DRILLING FLUID COMPOUND, N.O.S				Grave	4
Clase de riesgo:	NO REGULADO	Número UN: NA	Etiquetas de riesgo:	NA	Grado de respuesta DOT:	NA
Nota de transporte:	NA					

II. IDENTIFICACION DE RIESGOS:

Componentes peligrosos:	ACGIH TLV:	OSHA PEL:	%	Número CAS:	RQ Producto:
PARTICULAS MOLESTAS:	15 MG/M3 T	10 MG/M3 T	ND	11138-66-2	NA

Riesgos asociados con el uso del producto

	SI	SI	SI	SI
Líquido combustible		Material inflamable	Material piróforico	Material explosivo
Material inestable		Reacciona con agua	Oxidante	Peroxido orgánico
Material corrosivo		Ojos irritado	Irritante	Partículas molestas
Riesgo para la piel		Riesgo para ojos	Agente tóxico	Agente altamente tóxico
Sensibilizador		Cancerígeno	Toxina aparato reproductor	Toxina en sangre
Toxina en sistema nervioso		Toxina en pulmones	Toxina en hígado	Toxina en riñones

Derecho de la comunidad a saber (SARA Título III, Sección 311-312)

Incendio: Liberación repentina de presión: Reactividad: Inmediato (Agudo): Retardado (Crónico):

III. DATOS FISICOS:

Punto de ebullición (F):	NA	Presión de vapor (mmHg):	NA	pH:	5,4-8,0
Punto de fusión (F):	NA	Densidad del vapor (aire=1):	NA	Gravedad específica:	1,5
Punto de congelamiento(F):	NA	Solubilidad en agua:	APRECIABLE	% volátiles en volumen (%):	15
Umbral de olor:	BAJO	Apariencia y olor:	BEIGE CLARO,LEVE	Tasa de evaporación(—→1):	NA
El material es:	POLVO PURO	Coefficiente de distribución agua/aceite:	INSOLUBLE EN ACEITE		

IV. DATOS SOBRE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION:

Punto de inflamación (F):	NA	Temp. de autoignición (F):	NA	Límite explosivo inferior:	ND	Límite superior:	ND			
Medio de extinción:	Agua	X	CO2	X	Químico seco:	X	Espuma:	X	Niebla:	X

Productos peligrosos de la combustión:

DURANTE LA COMBUSTION, SE FORMA DIOXIDO DE CARBONO.

Procedimiento de extinción de incendios:

UTILICE RESPIRADORES INTEGRALES DE PRESION POSITIVA Y EQUIPO DE EXTINCION COMPLETO, EN AREAS CERRADA INUNDE CUIDADOSAMENTE CON NIEBLA DE AGUA, PROCURANDO NO LEVANTAR POLVO.

Riesgos de incendio y explosión inusuales:

EN CONTACTO CON LLAMAS, EL PRODUCTO SE QUEMA. TRATAR COMO POLVO INFLAMABLE. PUEDE FORMAR MEZCLA EXPLOSIVAS DE AIRE-POLVO.

V. DATOS DE REACTIVIDAD

Químicamente estable:	Si: X	No:	Si es no, en que condiciones? ND
Incompatibilidad (materiales a evitar):	OXIDANTES FUERTES.		
Descomposición peligrosa de subproductos:	EL PRODUCTO NO SE DESCOMPONE FACILMENTE		
Polimerización peligrosa:	Puede ocurrir:	No ocurrir:	X
		Condiciones a evitar:	NA

ND-No determinado NA-No se aplica >-Mayor que <- Menor que C - Límite máx.

VI. INFORMACION DE RIESGOS PARA LA SALUD

Ruta primaria de exposición:	Contacto piel	Absorción por piel	Contacto ojos	Inhalación:	X	Ingestión:
Carcinogenicidad del producto:	NTP: NA	IARC: NA				

Efectos agudos de la exposición:

LA INHALACION EXCESIVA DEL POLVO PUEDE IMPEDIR LA RESPIRACION, DEBIDO A LAS PROPIEDADES HIGROSCOPICAS DEL MATERIAL. EL POLVO PUEDE CAUSAR IRRITACION MECANICA DE OJOS, NARIZ, GARGANTA Y PULMONES. EL CONTACTO BREVE CON EL PRODUCTO PUEDE OCASIONAR DERMATITIS Y ASMA

Efectos crónicos de la sobreexposición:

EL CONTACTO PROLONGADO PUEDE CAUSAR O AGRAVAR UNA CONDICION ALERGICA EXISTENTE

VII. INSTRUCCIONES PARA EMERGENCIAS Y PRIMEROS AUXILIOS

Ojos:	MANTENGA LOS PARPADOS ABIERTOS Y LAVE CON AGUA CORRIENTE DURANTE AL MENOS 15 MINUTOS. COMUNIQUESE CON UN MEDICO SI LA IRRITACION PERSISTE
Piel:	LAVE MUY BIEN CON JABON SUAVE Y AGUA. APLIQUE CREMAS MEDICADAS PARA ALIVIAR LA IRRITACION Y RESTAURAR LOS ACEITES NATURALES.
Ingestión:	BASICAMENTE, NO ES TOXICO. TOMA AGUA PARA DILUIR. CONSULTE A UN MEDICO SI HAY MALESTAR GASTROINTESTINAL
Inhalación:	SAQUE AL AFECTADO AL AIRE LIBRE. SI NO RESPIRA, SUMINISTRE RESPIRACION ARTIFICIAL. SI PRESENTA PROBLEMAS PARA RESPIRAR, SUMINISTRE OXIGENO.

VIII. PROCEDIMIENTOS DE PROTECCION AMBIENTAL:

Respuesta frente a derrames:

UTILICE EQUIPO DE PROTECCION ADECUADO (SECCION IX) RECOJA EL MATERIAL DERRAMADO Y COLOQUELO EN SU RECIPIENTE ORIGINAL PARA VENDERLO, SI ES POSIBLE, O EN UN RECIPIENTE ADECUADO PARA DESECHOS. MINIMICE EL LEVANTAMIENTO DE POLVO DURANTE LA LIMPIEZA. REMUEVA LOS RESIDUOS CON AGUA.

Método de disposición de los desechos:

EL PRODUCTO NO ES PELIGROSO SEGUN LOS CRITERIOS RCRA O COMO SE SUMINISTRA. SIGA TODAS LAS NORMATIVAS LOCALES, ESTATALES Y FEDERALES PARA LA DISPOSICION DE LOS DESECHOS.

Manipulación:

¡PRECAUCION! PUEDE CAUSAR IRRITACION MECANICA EN LOS OJOS, LA PIEL, O EL SISTEMA RESPIRATORIO. EVITE RESPIRAR EL POLVO Y UTILICE EL EQUIPO DE PROTECCION ADECUADO INDICADO EN LAS HOJAS DE SEGURIDAD

Almacenamiento:

MANTENGA LEJOS DEL CALOR Y LLAMAS DIRECTAS, CUANDO HAY POLVO EN LA ATMOSFERA. GUARDE EN UN AREA SECA Y MANTENGA EL RECIPIENTE CERRADO, CUANDO NO ESTE EN USO. MANTENGA EL POLVO AL MINMO. EL MATERIAL MOJADO ES RESBALOSO

IX. MEDIDAS DE CONTROL EN EL TRABAJO

Protección respiratoria:	UTILICE UN RESPIRADOR APROBADO PARA PARTICULAS, SI ES NECESARIO
Ventilación:	SUMINISTRE LA VENTILACION NECESARIA PARA MANTENER UNA EXPOSICION SEGURA A LAS PARTICULAS MOLESTAS
Vestido:	UTILICE ROPA DE PROTECCION CON MANGAS LARGAS Y UN DELANTAL
Protección de ojos:	UTILICE LENTES DE SEGURIDAD O ANTEOJOS CON PROTECCION LATERAL. PARA UNA MEJOR PROTECCION, ASEGURESE DE QUE LOS LENTES ESTEN BIEN AJUSTADOS.
Gautes:	UTILICE GUANTES PARA EVITAR LA IRRITACION MECANICA DE LA PIEL
Calzado:	UTILICE LAS BOTAS USUALES DE SEGURIDAD

X. INFORMACION ADICIONAL**Renuncia de responsabilidad**

Baker Hughes INTEQ y su personal responsable, considera que las afirmaciones, información y datos en esta hoja de datos de seguridad para materiales son confiables; sin embargo, no existe ninguna otra garantía, declaración o responsabilidad expresa o implícita acerca cualquier uso, independientemente de que se utilice todo o parte de este material. Esto incluye garantías de comerciabilidad o idoneidad para un propósito específico, y Baker Hughes INTEQ no asume ninguna responsabilidad por ningún consejo o recomendación presentada. Nada de lo contenido en este documento se interpretará como si permitiera, indujera o condonara la violación de cualquier ley por el uso, cesión o disposición de un producto.

Preparado por: Jim Rushing

Fecha Preparación: 21/03/97

Substitya fecha: 25/07/89

ND-No determinado

NA- No se aplica

>- Mayor que

<- Menor que

C - Límite mín.