ESTUDIO DE LOS PROBLEMAS DE INHIBICIÓN Y DISPERSION DE ARCILLAS PARA MEJORAR UN LODO DE PERFORACIÓN APLICADO EN MUESTRAS DE LAS FORMACIONES ORTEGUAZA, TIYUYACU Y TENA DEL BLOQUE TARAPOA

Luis Alex Carvajal Santin[1], Daniel Tapia[2]

[1]Ingeniero en Petróleos 2003

[2]Director de Tesis, Ingeniero en Petróleos, Escuela Superior Politécnica del Litoral,1975, Postgrado Maracaibo-Venezuela, Universidad del Zulia, Instituto Frances del Petroleo, Paris-Francia, Decano FICT (1984-1986, 1986-1988), Vicerrector Administrativo Financiero ESPOL 1997-2002. Profesor de ESPOL desde 1984.

RESUMEN

El estudio comienza con el análisis de inhibición de las arcillas utilizando la Prueba de Tiempo de Succión Capilar (CST). Las soluciones que se requieren para el análisis de inhibición son: Nitrato de Potasio y Sulfato de Potasio, variando sus concentraciones y pH. Una vez realizado este análisis, se puede observar el comportamiento que tuvieron las arcillas Orteguaza, Tiyuyacu y Tena, y se escogen las mejores tendencias para luego continuar con el análisis de dispersión utilizando otra fuente de Potasio llamada SCAL.

El SCAL es una fuente de Potasio que se va a utilizar en combinación con las mejores soluciones obtenidas en el análisis de inhibición para realizar el análisis de dispersión de las arcillas. El análisis de dispersión consiste en la formulación de lodos variando las concentraciones de SCAL y combinándolas con las soluciones ya analizadas en el estudio de inhibición. Después de este análisis, se escogió el lodo con menor porcentaje de dispersión y se lo comparo con el lodo que se utiliza actualmente en el campo obteniendo resultados favorables con altos porcentajes de mejora para cada formación, en especial para la formación Orteguaza.

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas durante la perforación es el atravesar formaciones de arcilla. Estas lutitas reaccionan en contacto con el agua, dando lugar a la expansión de su estructura y consecuentemente provocando un hinchamiento de las mismas. Cuando las arcillas se hinchan, el diámetro del hueco perforado disminuye y las paredes del hueco se desmoronan provocando graves complicaciones durante la perforación. Por esta razón, se ha tratado de implementar un lodo que pueda minimizar las reacciones de las arcillas cuando estas tienen contacto con el agua, inhibiéndolas.

Después de largos estudios sobre la química de las arcillas se llego a la conclusión que se puede evitar el hinchamiento de estas utilizando sus propias características. La propiedad más importante para inhibir arcillas es la: "Propiedad de Intercambio Catiónico"; la cual consiste en intercambiar un cation de mayor radio ionico por un cation de menor radio ionico. Cuando ocurra este intercambio en la estructura de las arcillas, se lograra minimizar el hinchamiento. El cation de intercambio que se va a analizar en este estudio es el Potasio (K).

El objetivo de este estudio es mejorar un lodo de perforación basándose en el análisis de inhibición y dispersión de las arcillas utilizando muestras de las formaciones Orteguaza, Tiyuyacu y Tena del bloque Tarapoa, y como elemento principal para lograr este objetivo diferentes fuentes de Potasio.

CONTENIDO

CARACTERISTICAS DE LAS ARCILLAS.

Las formaciones más comunes que se perforan son arcillas y lutitas, donde la cantidad y tipo de minerales de arcilla presentes son las características más importantes que determinan las propiedades químicas y mecánicas de la roca. Por este motivo, muy a menudo la selección del fluido de perforación esta relacionada con las reacciones entre el fluido y la roca, ya que esta influye en la estabilidad del hueco.

Las propiedades de las arcillas son consecuencia de sus características estructurales. Por ello es necesario conocer la estructura de los filosilicatos para comprender sus propiedades.

La formación de arcillas se origina mediante las combinaciones de laminas tetraédricas y laminas octaédricas, como se ilustra en la siguiente figura.

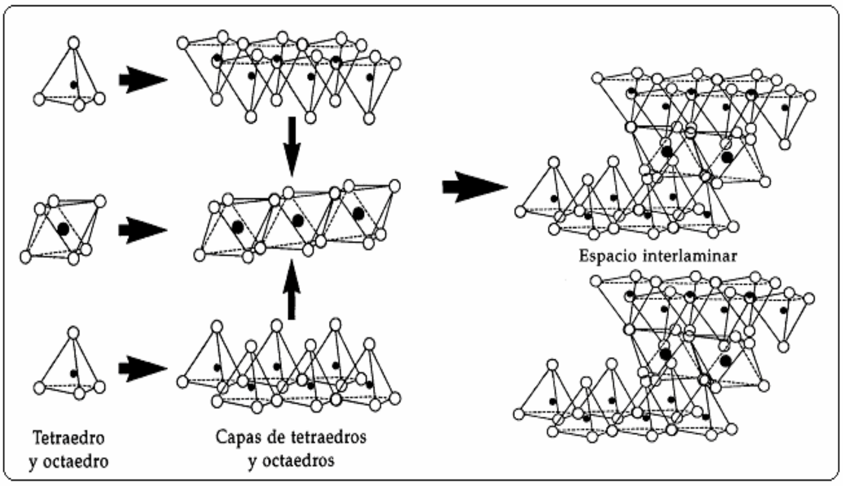


Figura 1: Formación filosilicato.

PROPIEDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO.

Es una propiedad fundamental de las arcillas, en especial de las esmectitas. Son capaces de cambiar fácilmente los iones fijados en la superficie exterior de sus cristales, en los espacios interlaminares, o en otros espacios interiores de las estructuras, por otros existentes en las soluciones acuosas envolventes. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) se puede definir como la suma de todos los cationes de cambio que un mineral puede adsorber a un determinado pH.

CATION DE INTERCAMBIO.

El ion Potasio tiene un diámetro muy pequeño (Tabla I) y como consecuencia calza perfectamente en los huecos hexagonales de la capa de Silicio y muy efectivamente neutraliza la deficiencia de carga en esa capa. De esta manera, las capas sucesivas están unidas fuertemente y una estructura no-expandible es producida minimizando el hinchamiento de las arcillas. El Potasio, es el elemento que se va a utilizar en este análisis.

Tabla I
Radio ionico antes y después de la hidratación

Atomo	Ion deshidratado Diámetro en Angstroms	Ion hidratado Diámetro en Angstroms
Na- Sodio	1.90	5.5 – 11.2
K- Potasio	2.66	4.64 – 7.6
Cs- Cesio	3.34	4.6 – 7.6
Mg- Magnesio	1.30	21.6
Ca- Calcio	1.90	19

PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA PERFORACIÓN.

A continuación se muestran los problemas presentados en el bloque Tarapoa, tomando como referencia 7 pozos recientemente perforados (Tabla II).

Tabla II
Problemas que se han presentado en las formaciones Orteguaza, Tiyuyacu y Tena.

Pozo	Formación Orteguaza	Formación Tiyuyacu	Formacion Tena
Dorine 20	- embolamiento de broca.	- Hueco Apretado	- Ok.
Dorine 19	- Ok.	- Ok.	- Hueco Apretado
Dorine 15	- Hueco Apretado	- Ok.	- Ok.
Fanny 18B-28	- Ok.	-Tuberia aprisionada - hueco apretado.	-Hueco apretado. -3 huecos apretados.
Fanny 18B-38	- Cavernas mientras se atraviesa la formación	- Ok.	- Ok.
Fanny 18B-35	- Hueco apretado. - Empaquetamiento por 2 ocasiones.	- Hueco apretado.	- Hueco apretado.
Fanny 18B-30	- Hueco apretado en 3 sitios - Estabilizadores y broca 100% embolados. - Comienza a derrumbarse.	- Hueco apretado (50K).	- Hueco apretado.

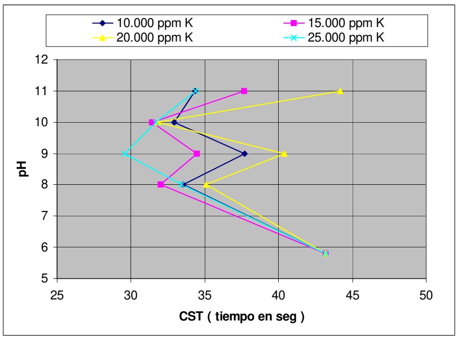
ANALISIS DE INHIBICION DE ARCILLAS.

Para el análisis de inhibición se va a utilizar dos soluciones de Potasio que son: Nitrato de Potasio (KNO_3) y Sulfato de Potasio (K_2SO_4), variando sus concentraciones (10 000 ppm K+, 15 000 ppm K+, 20 000 ppm K+ y 25 000 ppm K+) y sus pH (8, 9, 10 y 11). Se escogieron estas soluciones ya que el lodo que se desea mejorar es un lodo base agua y estas son las más solubles en agua. De las dos soluciones, Nitrato de Potasio y Sulfato de Potasio, se seleccionaran las mejores tendencias de las posibles combinaciones entre concentración y pH. Con estas soluciones escogidas, se continuara el análisis de dispersión utilizando otra fuente de Potasio (SCAL) en diferentes porcentajes para observar si existe o no una mejora.

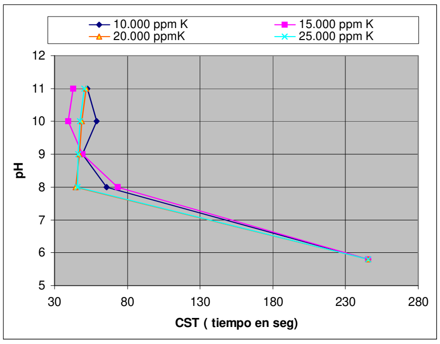
RESULTADOS DEL ANALISIS DE INHIBICION.

NITRATO DE POTASIO

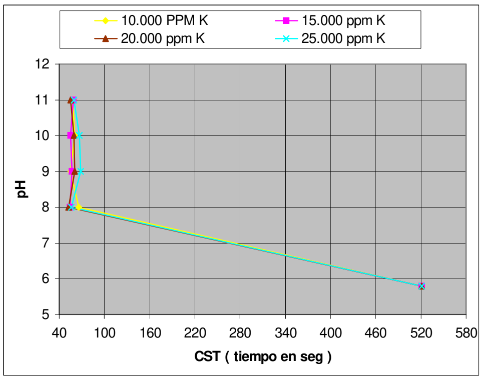
Formación Orteguaza



Formación Tiyuyacu

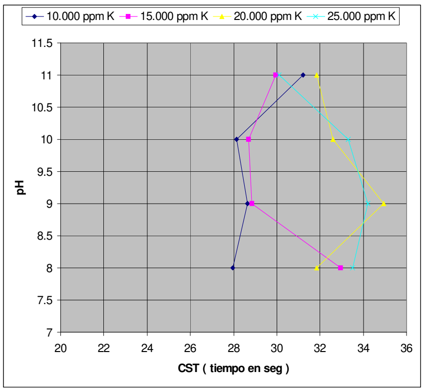


Formación Tena

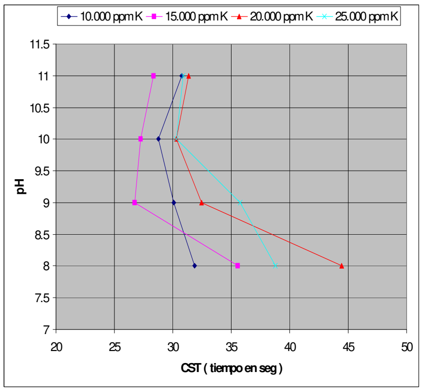


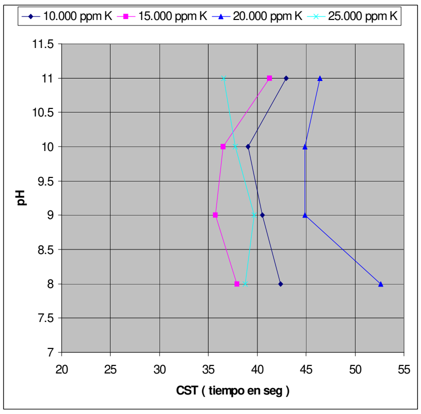
SULFATO DE POTASIO

Formación Orteguaza



Formación Tiyuyacu





Formación Tena

ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS SOLUCIONES DE NITRATO DE POTASIO Y SULFATO DE POTASIO.

Analizando las curvas de inhibición de Nitrato de Potasio para un pH entre 10 y 11 se puede ver claramente que no existe una tendencia definida para cada formación con respecto a las soluciones; entonces, se deduce que el comportamiento de las soluciones es bastante similar.

En vista que se va a mejorar un lodo añadiendo otra fuente de Potasio (SCAL) en diferentes porcentajes, se utilizaran las concentraciones de 10 000, 15 000 y 20 000 ppm de K+. Se consideran las concentraciones mas bajas e inhibidoras, para de esta manera minimizar la cantidad de Nitrato de Potasio y sustituirlo con SCAL.

En cambio, analizando las curvas de inhibición de Sulfato de Potasio para un pH entre 10 y 11, es notorio que la mejor tendencia inhibidora esta dada por las soluciones de 15000 ppm K+.
El pH entre 10 y 11 es el de mayor interés, ya que se van a mezclar las mejores soluciones con SCAL para de esta manera mejorarlas. Una de las propiedades del SCAL es su alta alcalinidad; es por esta razón que se escoge directamente el comportamiento cuando la solución tiene un pH entre 10 y 11.

ANALISIS DE DISPERSIÓN DE ARCILLAS.

Como se pudo observar en el análisis de inhibición, las mejores concentraciones de las soluciones de Nitrato de Potasio con un pH entre 10 y 11 son de: 10 000, 15 000 y 20 000 ppm de K+; en cambio, para las soluciones de Sulfato de Potasio la mejor es la de 15 000 ppm de K+.

Con estas soluciones escogidas del análisis de inhibición, se tratara de mejorar la inhibición añadiendo los siguientes porcentajes de SCAL: 0%, 1%, 2% y 3%. Finalmente, se formulara un lodo con el mejor resultado que se obtenga mediante la mezcla con SCAL.

FORMULACION DEL LODO DE PRUEBA

Basados en los análisis de inhibición y finalmente de dispersión, se ha llegado a un lodo de prueba final mejorando la inhibición y dispersión de las arcillas de la siguiente manera:

Tabla III

Porcentajes de mejora del lodo de prueba final con respecto al agua destilada y el lodo actual

Formación	**Porcentaje de mejora con respecto al agua destilada**	**Porcentaje de mejora con respecto al lodo actual**
Orteguaza	99.25	98.22
Tiyuyacu	83.49	39.32
Tena	90.92	60.93

El lodo de prueba final mejorado tiene la siguiente formulación general:

Tabla IV

Formulacion del lodo de prueba final mejorado

COMPONENTES	**LODO**
Nitrato de Potasio	10000 ppm K+
Sulfato de Potasio	N/A
SCAL	3%
Polímero inhibidor sólido	1.5 ppb
Viscosificante	0.5 ppb
Controlador de filtrado	0.5 ppb
Inhibidor liquido	3,50%

CONCLUSIONES

- Se concluye que no existe una tendencia definida para las diferentes soluciones de Nitrato de Potasio para un pH entre 10 y 11 basados en la curvas de inhibición hechas en el laboratorio. Lo cual significa que se considera las concentraciones mas bajas para de esta manera minimizar la cantidad de Nitrato de Potasio y sustituirlo con SCAL.

- La mejor tendencia inhibidora para las diferentes soluciones de Sulfato de Potasio para un pH entre 10 y 11 es la solución de 15 000 ppm K+ basado en las curvas de inhibición realizadas en el laboratorio.

- El mejor lodo inhibidor dispersante obtenido mediante la prueba de dispersión en el laboratorio es el lodo con 10 000 ppm K+ de Nitrato de Potasio y 3% de SCAL (lodo 1d), manteniedo sus propiedades reológicas adecuadas y logrando una mejora respecto al lodo actual de 98.22%, 39.32% y 60.93% para las formaciones Orteguaza, Tiyuyacu y Tena respectivamente.

- Se van a minimizar los problemas más comunes citados en la tabla No 1.4 que ocurren debido a la presencia de Esmectita, Ilita y Caolinita en las formaciones analizadas por su minima reaccion al agua que se obtuvo con el lodo 1d. Estos problemas son: embolamiento de broca, hueco apretado, derrumbes, cavernamientos y empaquetamientos.

REFERENCIAS

1. H.C.H. Darley, y George R. Gray, “Composition and Properties of Drilling and Completion Fluids”, Fifth Edition, Cap. 4 y 5.
2. Grim, R.E., “Clay Mineralogy”. McGraw Hill, 1962.
3. Weaver y Pollard, “Chemistry of Clay Minerals”, pg. 63.
4. Schlumberger Dowell, “Drilling Fluids Technical Manual”, 1994.Cap. 3.
5. M.I., “Rheology and Hydraulics”, Cap. 5.

6. API Recommended Practice 13B-1, “Standard Procedure for Field Testing Water-Based Drilling Fluids”, Second Edition, Septiembre 1997.
7. M.I., “Fluidos de Perforación”.
8. Manual de Fluidos de Perforación, “Procedimientos para Pruebas de Lodos de Perforación”, Apendice B.
9. Drilling Design and Implementation for ER and Complex Wells, Third Edition-2002,Cap. 6.
10. Boletín Técnico, “La Reología de los Fluidos para circular”.
11. MYCO-AD, “Química de las Arcillas”, pg. 1-9.
12. R.M. Pashley y J.P. Quirk, “Ion Exchange and Interparticle Forces Between Clay Surfaces”, 1989.