# ARTICULO DE DIFUSION

**TITULO: ANÁLISIS DEL FLUIDO DE PERFORACIÓN VISPLEX PARA POZOS HORIZONTALES UTILIZADO EN UN CAMPO DEL ORIENTE ECUATORIANO**

**AUTOR:** Lastenio Fidel Moreira Cuadros[1], Héctor Román Franco[2]
[1] Egresado de Ingeniería de Petróleo; 2000
[2] Director de Tesis, Ingeniero en Petróleo,

**RESUMEN**: El tema de tesis desarrollado es sobre fluido de perforación Visplex para pozos direccionales utilizados en un campo del oriente Ecuatoriano, en la cual se presentaron muchos problemas durante la perforación de dos pozos Horizontales.
En el primer capitulo trata sobre los conceptos básico teórico de los fluidos de perforaciones tales como:
-Funciones
-Propiedades
-Contaminantes

En su segundo capítulo esta relacionado sobre la descripción del fluido de perforación, sus componentes. y las propiedades Físicas y Químicas de cada uno de ellos.

En el tercer capitulo es basado sobre las informaciones de geología, perforación, localización, resumen y análisis técnico de cada uno de los pozos que se perforaron en el Oriente Ecuatoriano. En el ultimo capitulo consta el desarrollo de los análisis en laboratorio de dicho fluido de perforación que se lo hicieron en Laboratorio.

## INTRODUCCIÓN:

En los actuales momentos se están realizando pozos desviados y horizontales en el Oriente Ecuatoriano para incrementar el potencial productivo de los yacimientos. Para la perforación de dichos pozos se usan diferentes fluidos de perforación de acuerdo con el tipo de formación y la sección que se va a perforar.
Durante la perforación de dos pozos horizontales en un campo del Oriente Ecuatoriano se presentaron problemas con el fluido de perforación Visplex en la sección de 0° a 90°, esta es la razón principal para el desarrollo de este trabajo.

El fluido de perforación es el factor mas importante durante la perforación para evitar tiempos no productivo en la cual se traduce en costos económicos adicional. El análisis del fluido de perforación Visplex en laboratorio se lo realizo en Quito enfocado mas en prueba de inhibición, debido a que en el Oriente Ecuatoriano existen formaciones deleznables, que pueden ocasionar problemas durante la perforación como empaquetamiento de tubería y apretamiento del hoyo, en el caso que el fluido de perforación no tenga un buen sistema de inhibición para las lutitas reactivas.

Con la realización de algunos pozos horizontales se podía llegar a esta objetivo tan deseado de Petroproducción por que estos pueden llegar a producir varias veces de lo que pueden hacer los pozos verticales.
Para la perforación de dichos pozos se utilizo el sistema Visplex en la sección direccional de $0^0$ a $90^0$ o sea en la curvatura de dicho pozos. Durante las perforaciones de los dos pozos se presentaron muchos problemas en dicha sección en la cual se traducía en tiempo no productivo y costo adicional para Petroproducción.
Esta es la principal razón de la investigación a través de los análisis especializados en laboratorio

**CONTENIDO**

**CAPITULO 1**
**GENERALIDADES SOBRE FLUIDOS DE PERFORACIÓN**

Los fluidos utilizados durante la perforación de un pozo son denominados como fluidos de perforación.
Los fluidos de perforación deben poseer propiedades físicas y químicas que le permitan adaptarse a una gran variedad de condiciones que satisfacen las funciones más compleja, por eso ha requerido que la composición de los fluidos de perforación sea mas variada y que sus propiedades estén sujeta a mayor control.
Las funciones principales que deben cumplir los fluidos de perforación son las siguientes:
-**Transportar los ripios de perforación del fondo del hoyo hacia la superficie.**
En la perforación de una formación, los cortes hechos por la broca, deben ser continuamente evacuados desde el hoyo hasta la superficie. El cumplimiento de esta función dependerá de los siguientes factores: Densidad, viscosidad, viscosidad en el anular, velocidad anular, densidad de los cortes y tamaños de los cortes
**-Enfriar y lubricar la sarta de perforación.**
Los fluidos de perforación deben tener suficiente capacidad calorífica y conductividad térmica para permitir que el calor sea recogido del fondo del pozo, para transportarlo a la superficie y disiparlo a la atmósfera.
**-Estabilizar las paredes del hoyo**
Un buen fluido de perforación debe depositar un revoque que sea liso, delgado flexible y de baja permeabilidad. Esto ayudara a minimizar los problemas de derrumbes y atascamiento de la tubería, además de consolidar la formación y retardar el paso de fluido hacia la misma, al ejercer una presión sobre las paredes del hoyo abierto.
-**Mantener en suspensión los ripios**
Las propiedades tixotropica del fluido permite mantener en suspensión las partículas sólidas cuando se interrumpe la circulación, para luego depositarlas en la superficie.
**-Soportar parte del peso de la sarta de perforación o del revestidor**
Con el incremento de las profundidades perforadas el peso que soporta el equipo de perforación, se hace cada vez mayor. El peso de la sarta de perforación y de la

tubería de revestimiento en el fluido, es igual a su peso en le aire multiplicada por el factor de flotación.

**-Prevenir daños a la formación**

Se debe elegir un sistema de fluido que dentro de la economía total del pozo, asegure un mínimo de modificación o alteración sobre las formaciones que se van perforando, no solo para evitar derrumbes u otros problemas durante la perforación, sino también par minimizar el daño de la formación a producir que puede llevar a costoso tratamiento de reparación.

-**Facilitar la máxima obtención de información sobre las formaciones perforadas**

La calidad del lodo debe permitir la obtención de toda la información necesaria para valorar la capacidad productiva de petróleo de las formaciones perforadas.

-**Transmitir potencia hidráulica a la broca.**

El fluido de perforación es un medio para transmitir potencia hidráulica disponible a través de la broca, ayudando así a perforar la formación y limpiar el fondo del hoyo.

**Efectos Reológicos en la limpieza de pozos horizontales**

En el primer rango de $0^0$ - $45^0$ , difiere muy poco de los pozos verticales donde se usa tradicionalmente flujo laminar y capacidad de acarreo apropiado. El resumen turbulento es eliminado para prevenir erosión e inestabilidad del hueco.

En el segundo rango de $45^0$ - $55^0$ donde el flujo laminar y turbulento tiene el mismo efecto. La limpieza del pozo comienza a dificultarse, los cortes tienden a sedimentarse en el lado bajo del hueco, y, esto desarrolla las camas de cortes.

La inclinación en este rango permite que en las camas de cortes, por su deposición en la parte inferior de la tubería, tiende a desarrollarse un empaquetamiento y a la vez el pegamiento de la tubería, mas aun cuando hay susceptibilidad de los cortes a la hidratabilidad en un rango de pH mayor a 9.5.

En el tercer rango, entre $55^0$ - $90^0$ el flujo turbulento ha demostrado ser efectivo en la limpieza del hueco. En conjunto el régimen turbulentos y las latas velocidades anulares son los responsables de la destrucción de los lechos y a que su vez pueden incrementar el caliper de3l hueco, por cuanto hay una erosión dinámica. Los cortes que se generan en este rango de desviación, no tienden a deslizarse por los lechos .

# CAPITULO 2

## FLUIDO DE PERFORACIÓN-VISPLEX

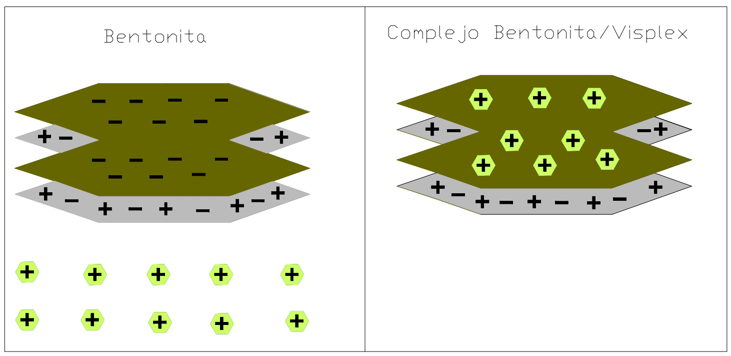
-**Características**

El sistema visplex es un fluido de características únicas, a base de agua, desarrollado para perforar pozos desviados o horizontales.

El sistema Visplex es un fluido de alto adelgazamiento por corte, el cual proporciona altos puntos cedentes, baja viscosidad plásticas y geles altos y planos. El sistema Visplex provee una suspensión excepcional de los sólidos perforados, los cuales son separados fácilmente a través de las mallas.

El sistema Visplex esta basado en la tecnología de mezcla de hidroxilos metálicos los cuales trabajan sinergeticamente con la bentonita formando un complejo altamente tixotropico. Esto significa que el fluido se vuelve bombeable tan pronto

como una fuerza es aplicada. De esta forma no se producen altas presiones de circulación cuando se enciende la bomba.
Cuando el sistema Visplex se introduce dentro de una lechada de bentonita prehidratada se evidencia un cambio drástico en la apariencia del fluido y en las propiedades del mismo. El fluido se vuelve espeso y luce gelificado, diferencia de los fluidos convencionales mezclados para dar un rendimiento reológicos alto, los geles son extremadamente frágiles y puede hacerse fluir con muy poco esfuerzo.




El perfil reológico del fluido es muy achatado, lo cual en términos de modelo de BINGHAN equivale a altos puntos cedentes y baja viscosidad plásticas.

**-Productos del sistema**

**-Bentonita**

La bentonita es usa generalmente como viscosificador y reductor de filtrado la cual es económica. Debido al tamaño tan pequeño y a la forma plana de sus partículas la bentonita ofrece un alto grado de lubricidad para el agujero, reduciendo así la torsión y el arrastre de tubería.

**-Visplex**

El visplex es un modificador reológico diseñado para mejorar la capacidad de suspensión y acarreo en fluido a base agua, mostrando además características inhibitoria

**-Flopex**

Es un reductor de filtrado efectivo para el sistema Visplex. A diferencia de los aditivos convencionales para el control de filtrado, las adiciones de Flopex a los fluidos Visplex no resultan en las perdidas de las características reológicas únicas del sistema. Este producto es también efectivo en otros fluido de perforación.

**-FLR-XL**

Es un aditivo controlador de filtrado (no viscosificantes) utilizado para producir, a bajos niveles de tratamiento, bajas tasas de filtración y revoque finos

**-IDCARB 75-150**

Las aplicaciones de los productos IDCARB derivan de su alta solubilidad en ácidos, su distribución de tamaños de partículas formas y resistencia mecánica.

-**Soda cáustica**

Este producto es utilizado para control del pH en fluidos de perforación. De esta forma se obtiene el ambiente alcalino necesario para la dispersión de las arcillas y la completa disociación iónica de los dispersantes y algunos polímetros. Al mantener un alto p H se ayuda a controlar la corrosión y reduce la contaminación por calcio y magnesio al precipitarlo de la solución.

# CAPITULO 3

## UTILIZACIÓN DEL SISTEMA VISPLEX EN DOS POZOS HORIZONTALES EN UN CAMPO DEL ORIENTE ECUATORIANO

**-Objetivo Geológicos**

**Objetivo Primario**

| | |
|---|---|
| Nombre de la formación | Hollín Inferior |
| Edad Geológica | Cretácico |
| Tope | 8987 ft |
| Base | 9070 |
| Litología | Arenisca cuarzosa limpia |
| Presión de Reservorio estimada | 4300 psi |
| Temperatura al tope | 205 °F |
| Gradiente de Temperatura | 0.0228 $^{0}$F/ ft |
| Fluido esperado | Petróleo 27.5 $^{0}$ API |
| Correlación cercana | Sacha 170,93 y 53 |

**Objetivo Secundario**

| | |
|---|---|
| Nombre de la formación | T superior / T inferior |
| Edad Geológica | Cretácico |
| Base | 8718 /8600 ft |
| Litología | Arenisca con lutitas intercaladas |
| Presión de Reservorio estimada | 1250 psi |

**Problemas esperados durante la perforación (Pega de tubería.**

En operaciones de Perforación, la tubería de perforación se considera pegada cuando no se la puede hacer bajar, subir o rotarla pega de tubería puede ser causada por varios mecanismos diferentes. Situaciones típicas de pegas de tubería son las siguientes:

**-Pega Diferencial**

La mayoría de los incidentes de pega de tubería es causada por efectos de la presión diferencial. Las excesivas presiones diferenciales a través de zonas permeables de menor presión pueden ser causa de que la sarta de perforación empuje sobre la pared del pozo de sondeo donde queda atascada.

**-Empaquetamiento**

Cuando la pared del hueco colapsa se presentan los siguientes problemas:

-No hay circulación

-La tubería no se puede mover
-La tubería no se puede rotar.
**-Causas**
-Insuficiente peso del fluido de perforación
-Hidratación de las lutitas.
-Insuficiente capacidad de acarreo
- Lutitas deleznables

-**Pozo estrecho**
La estrechez del pozo es un estado en que el diámetro del, pozo es menor que el diámetro de la broca usada para perforar esa sección. La estrechez del pozo puede resultar por cualquiera de las causas siguientes:
-Formación de fluencia plástica
-Acumulación de revoque en una formación permeable.

**Perforación de los Pozos**
**Resumen técnico**
**Sacha 175-H**
La perforación del pozo Sacha 175-H se realizo en 90 días y 19 horas es decir 47 días mas de lo programado. Al sacar la tubería a 10541 ft MD se perdió circulación y se pega la sarta por empaquetamiento, se martilla abajo y arriba, se tensiona con hasta 400,000 lbs, sin resultado. Se bajo coild tubing para disparar con cañón a 10378 ft, se detecta punto libre, se realiza back off dejando pescado a 10326 ft. Se bajo BHA de pesca, se trabajo sobre pascado martillando arriba y abajo con carga máxima de 95,000 Lbs y tensión máxima de 550,000 Lbs, sin resultados.
Se detecto nuevamente punto libre y se bajo herramienta de corte explosivo, detonando la carga a 9940 ft dejando abandonado en el pozo parte del BHA de fondo. Se realizo tapón balanceado para sidetracking No 1 a partir de 9700 ft, se perforo direccionalmente hasta 9991 ft en donde se comprueba estar en el hoyo original.
Se realiza nuevo tapón de cemento para sidetracking No 2 a partir de 8885 ft, sé continuo perforando direccionalmente con indicio de pegamiento diferencial hasta 10,641 ft de liner 7”. Se bajo liner 7” hasta 10312 ft, donde se atranca quedando una sección sin revestir. Petroproduccion decide continuar en esas condiciones, se perforo la ultima sección horizontal hasta 11820 ft (PT), por no tener avance se decide que sea la profundidad total.

**-Pozo Sacha 173-H**

La perforación del pozos se la realizo en 70 días mas 19 horas, se utilizo la misma geometría del pozo anterior para las diferentes secciones de acuerdo al well plan programado. Al perforar la sección del casing 9 5/8’ se observo algo de derrumbe de la formación ortegaza a partir de 8549 ft , así como también de lutitas Napo a 9552, por lo que se incremento el peso del lodo a 10.3 lpg. Sé continuo perforando hasta 9674 ft en donde nuevamente existe gran cantidad de derrumbe por los shakers por lo se incrementa el peso del lodo a 10.5 lpg

Se perforo la ultima sección de 6 1/8 hasta 12590 ft, total 1447 en la parte horizontal, en esta sección se navega dentro de la ventana de 9932 a 9942 en TVD comprobándose con el registro GR en tiempo real. Luego se registra con ARC-5 y AND-4 en memoria y el censor AIM a la altura de la broca para poder continuar la navegación sin salirse de la ventana y no producir DL severos. Se bajo liner ranurado hasta 12587 y 4175 de tubing 4 172. Se coloco cabezal y se finaliza operaciones del pozo el 5 de diciembre del 2001

**Analisis tecnico**

**-Sacha 175-H**

Sacha 175-H es el primer pozo horizontal perforado por Petroproduccion en el campo Sacha, este pozo de acuerdo al well plan presentado por la contratista sé tenia que alcanzar la profundidad total con un hueco de 6 1/8" con respecto a la mesa rotaria de 12725 ft (MD) y 9*946 ft (TVD. Además se programó finalizar en 43.5 días de perforación siendo 90 días y 19 horas los realmente utilizados.

Igualmente sucedió con el programa de fluidos de perforación para atravesar las diferentes secciones de la geometría del pozo, se adjunto el well plan exactamente el mismo programa utilizado en Repsol-YPF, sin considerar que ellos horizontal izaban sus pozos principalmente en la arenisca M-1, lo que significa menos peso de fluido,

**-Sacha 173-H**

Una vez conocido el well plan a ejecutarse, el único cambio observado con relación al pozo anterior fue el asentamiento del casing 9 5/8' hasta la base de la formación T, siendo lo correcto para minimizar el pagamiento diferencial de las arenas U y T, no como en el pozo anterior que se bajo 200 ft sobre el tope de NAPO con los consecuentes problemas operacionales. En es pozo se olvidaron de asentar el revestimiento de 13 3/8" mas bajo, es decir por lo menos aislar la formación chalana que quedo abierta lo que provoco derrumbes constante por lo que necesariamente se incremento el peso del fluido para tener una mejor estabilidad pero se aumento demasiado lo que causo pegamiento diferencial al atravesar las arenas U y T.

# CAPITULO 4
# ENSAYOS ESPECIALIZADOS EN LABORATORIO

**-Determinación de la Reología**

El objetivo de esta prueba es determinar las viscosidades plásticas y aparente, el punto cedente y las características tixotropicas.

Para esta prueba se emplea el Viscosímetro Multirotacional Fann modelo 35. La medida básica es el esfuerzo al corte necesario par hacer girar un rotor sumergido en el fluido que se prueba, el cual esta contenido en un vaso que se mantiene estático

El viscosímetro opera a las velocidades de rotación de 3,6,100,200,300 y600 rpm efectuando los cambios de velocidad por medio de engranaje cambios de velocidades del motor**.**

**-Propiedades de filtración**

La prueba consiste en determinar la cantidad de liquido que se extrae de una muestra del fluido de perforación

-**Determinación de la curva del Visplex y Alplex**

El objetivo de dicha prueba es obtener la variación de pH

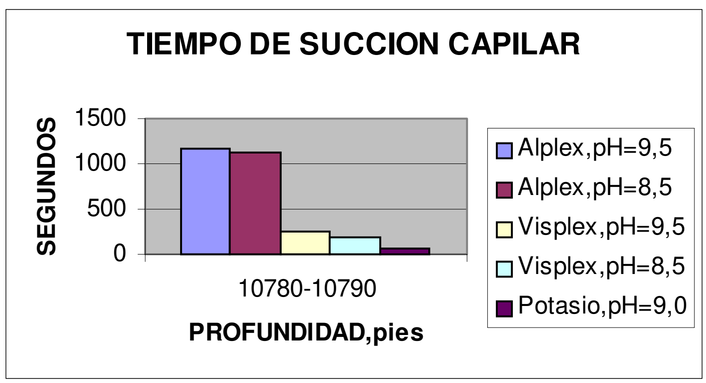
**-Ensayos con Lutitas**

El equipo de succión capilar mide el tiempo que tarda una determinada cantidad de agua de un fluido en trasladarse racialmente entre dos electrodos sobre un papel poroso.

Este ensayo mide las propiedades hidratantes y de dispersión de las lutitas por simulación de fuerzas cortantes y químicas presente durante la perforación. Para este ensayo del tiempo de succión capilar , el contenido de sólidos en las lutitas y el tiempo de mezclado son mantenido constante , mientras que las características químicas tales como el pH y la salinidad se hacen variar.

El instrumento de CST consiste de dos componentes que están separadas, la unidad de filtración con los electrodos, y un medidor de tiempo. El método es rápido y fácil de usas. Una muestra del sistema acuoso a ser probada es colocada en el cilindro y la presión del papel filtro debajo de la muestra expande el filtrado.

**-Resultados**




## CONCLUSIONES

**-** El sistema Visplex seria útil para pozos verticales y direccionales hasta 55° de inclinación debido a su alta reología en flujo laminar que permitiría una buena limpieza en el anular

**-** En la prueba de filtrado del sistema Visplex se obtuvo una muestra bastante clara parecida al agua.

- El fluido de perforación Visplex no es compatible con el Asfalto que se lo usa para mantener una buena costra, logrando una mejor estabilidad de las paredes del hoyo durante la perforación de lutitas deleznable.
- El sistema Visplex se comporta igual que un fluido de perforación floculado de hidróxidos de aluminio y magnesio con bentonita.
- Con un pH mayor a 9.5 se logra una mayor hidratación de las lutitas causando inestabilidad de las paredes del hoyo.
- Para poder alcanzar la estabilidad química del hidróxido de aluminio y magnesio, se debe adicionar bentonita, la cual genera mas sólidos de lo esperado, ocasionando un aumento de la viscosidad plástica.

- El impulsor de tope ( Top Drive ) es útil durante la perforación de la sección critica ( 45°-90° ) de un pozo horizontal, debido a que permite el repaso de la sección perforada en forma inversa para evitar que la tubería se quede atrapada por la acumulación de cortes.
- Con un aumento de pH el tiempo de succion capilar tiende a aumentar, lo cual indica que las lutitas se dispersan con mayor facilidad.
- De los resultados obtenido de tiempo de succion capilar que mide el grado de inhibición, indica que el mejor inhibidor par las muestras de cortes de diferentes formaciones del pozo Sacha 175-H es el nitrato de potasio.

**RECOMENDACIONES**

- Cambiar el fluido de perforación Visplex para minimizar el tiempo no productivo ocasionados por empaquetamiento, embolamiento de la broca, inestabilidad de las paredes del hoyo, mala limpieza del anular en pozo de alta ángulo de inclinación y pega diferencial.
- Utilizar un mejor sistema de inhibición en el fluido de perforación, con la aplicación de PHPA ( Poliacrilamida parcialmente hidrolizada ), que tiene la función de encapsular las arcillas por atracción y adhesión aniónica / cationica para convertirlas en hidrófobas.
- Asentar el revestimiento 13-3/8" de por debajo de las formaciones Orteguaza y Chalcana que son reactivas con el tiempo, es decir con el transcurso de algunos días las paredes del hoyo se derrumban.
- Para evitar el atrapamiento de tubería por presión diferencial se debe aislar las formaciones Hollín con las arenas U y T, asentando el revestimiento 9-5/8" por debajo de la base de la arena T.

## REFERENCIAS

1. OKRAJNI S.S and AZAR, J.J., " The Effects of Mud Rheology on Annular Hole Cleaning in Directional Wells ", Paper No 14178, SPE, Annual Technology Conference and Exhibtion , Las Vegas , September 22-25, 1985.

2. NL BAROID, " Drilling Mud Handbook " , 1983

3. MANUAL DE PERFORACION DE MI, " Tecnología Aplicada a los Fluidos de Perforación "

4. J.M. SEHEULT, KELKO OILFIELD GROUP, " El Impacto de la Goma Xántica Sobre el Desempeño de los Fluidos de Perforación ", Houston, Texas .

5. PETROLEUM EXTENSION SERVCE, " Well control for completion and workower " ,The University of Texas at Austin, 1992.