

Aplicación de la Cascarilla de Palma Africana como Aditivo para el Control del Filtrado y Viscosidad en un Pozo Petrolero

Nombre de Autor(es) ^{(1) (2)}
Miguel Angel Proaño Zambrano ⁽¹⁾
Ingeniero Daniel Tapia Falconí Msc. ⁽²⁾
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (1)
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (2)
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
proano@espol.edu.ec--miguelitohope@hotmail.com ⁽¹⁾
dtapia@espol.edu.ec (2)

Resumen

Esta tesis tiene como objetivo estudiar experimentalmente el comportamiento de la cascarilla de palma africana pulverizada y su alta concentración en taninos. Como un agente reductor de filtración y viscosidad en lodos de perforación, preparados en el laboratorio.

Se hace una revisión de la literatura existente y de los trabajos realizados hasta el momento, sobre el tanino y su aplicación en los lodos de perforación.

Se expresan ciertas consideraciones teóricas, referentes a descripción, composición química, clasificación y estado natural del tanino.

Además se hace referencia a conceptos tales como filtración, viscosidad y agentes de control de estas propiedades.

Luego se procede a realizar las pruebas de laboratorio que incluyen una descripción de las muestras utilizadas, el procedimiento experimental seguido y la discusión de los resultados obtenidos a través de las pruebas efectuadas.

Para realizar las pruebas correspondientes se utilizó la cascarilla de palma africana pulverizada y tamizada, se determinó las diferentes concentraciones a ser aplicadas junto con la arcilla según su rendimiento.

Se concluyó que resulta económicamente rentable la aplicación de este producto como aditivo en el lodo de perforación además de la contribución al sostenimiento ambiental.

Con este trabajo de grado se busca crear conciencia tanto en la industria como en la población universitaria y dar a conocer la importancia de usar recursos naturales de una manera eficiente e inteligente para poder disminuir los efectos negativos de la industria hidrocarburífera sobre el entorno natural; además de servir como punto de partida para otros proyectos concernientes a esta área de la ingeniería de petróleos y en general a todas las industrias que lleguen a estar relacionadas.

Palabras Claves: *tanino, cascarilla, palma africana, lodos de perforación, industria, hidrocarburífera, recursos naturales, filtración, viscosidad, agente, reductor, laboratorio, tamizado, pulverizada, aditivo, concentraciones, arcilla, rendimiento.*

Abstract

This thesis aims to study experimentally the behavior of pulverized palm husk and its high concentration of tannins. As a reducing agent in the filtration and viscosity of drilling muds prepared in the laboratory.

A review of the literature and of the work done so far on the tannin and its application in drilling muds.

He expressed some theoretical considerations concerning description, chemical composition, classification and natural state of tannin.

Also referring to concepts such as filtration, and viscosity control agents such properties.

Then he proceeds to perform laboratory tests including a description of the samples used, the experimental procedure followed and the discussion of the results of tests carried right through.

For testing we used for palm husk pulverized and sifted, different concentrations were determined to be applied along with the clay by performance.

It was concluded that economically viable application of this product as an additive in drilling mud in addition to the contribution to environmental sustainability.

This work aims to create awareness level in industry and in the university population and to publicize the importance of using natural resources efficiently and intelligently to reduce the negative effects of the oil industry on the natural

environment, besides to serve as a starting point for other projects concerning this area of petroleum engineering and in general to all industries that come to be associated.

Keywords: *tannins, husk, oil palm, drilling muds, industry, hydrocarbon, natural resources, filtration, viscosity agent, reductant, laboratory screening, spray, additive concentrations, clay, performance.*

1. Introducción

La perforación de pozos ha evolucionado de manera vertiginosa en el desarrollo tecnológico de los equipos utilizados para perforar y en los fluidos que usamos para hacer esta actividad posible de acuerdo con la profundidad proyectada del pozo, las formaciones que se van a atravesar y las condiciones propias del subsuelo.

Actualmente se busca la optimización de los lodos, sin importar su base o características iniciales, el proceso de optimización consta de un objetivo general claramente identificable: reducción de costos, esta se puede conseguir de distintas maneras, pero para efecto de esta tesis solo se tendrá en cuenta, el uso de un nuevo producto de origen natural que es de amplia producción en el territorio nacional y evita la contaminación del medio ambiente.

Por consiguiente, la factibilidad del uso de la cascarilla de palma africana como aditivo para lodos de perforación, representaría una reducción de costos que beneficia principalmente a las empresas prestadoras de servicios de perforación ya que pueden redirigir el excedente de presupuesto a desarrollar nuevas tecnologías o nuevos productos que realimentan el proceso, a su vez generando estabilidad económica frente al escenario financiero. Esta tesis, además de beneficiar a los cultivadores de la palma africana, también pretende beneficiar al medio ambiente, porque la cascarilla es biodegradable, teniendo en cuenta que la industria petrolera aporta gran parte de la contaminación industrial que ha desencadenado procesos como el efecto invernadero que amenaza la estabilidad del ecosistema de manera progresiva.

La razón de esta tesis de grado es crear conciencia tanto en la industria como en la población universitaria y dar a conocer la importancia de usar recursos naturales de una manera eficiente e inteligente para poder disminuir los efectos negativos de la industria sobre el entorno natural; además de servir como punto de partida para otros proyectos concernientes a esta área de la ingeniería de petróleos y en general a todas las industrias que lleguen a estar relacionadas.

2. Antecedentes

En 1965 A.J.Enriquez y colaboradores realizaron un estudio del mangle, como aditivo en los lodos de perforación.

Utilizaron muestras de mangle las mismas que fueron sometidas a procesos de extracción y calentamiento. El proceso utilizado era rudimentario, razón por la cual se perdía los compuestos tánicos.

Luego de efectuar un análisis químico del mangle y del quebracho dio como resultado que el mangle poseía 11.30 % de taninos y el quebracho 20.6 % de compuestos tánicos.

Concluyeron los autores que el quebracho da mejores resultados que el mangle debido a su mayor porcentaje de taninos.

La recomendación final fue de modernizar el proceso de extracción del extracto de mangle para aumentar de esta manera el porcentaje de taninos y así mismo utilizar el mangle como un agente reductor de viscosidad.

En 1966 Elvin Lugo y Norberto Gonzales continuaron el trabajo anterior pero con la diferencia de que ahora la extracción de los productos tánicos presentes en la corteza del mangle se lo hacía por un proceso mecánico, es decir triturar y moler la corteza, para luego pasarla por diferentes tamices.

Se realizó un análisis químico con el objeto de determinar el porcentaje presente de tanino en la muestra.

Concluyeron que el mangle es necesario someterlo a tratamiento químico para aumentar su porcentaje de taninos y por lo tanto aumentar su eficiencia como adelgazador.

Así mismo, el mangle puede ser utilizado como un agente adelgazador en lodos base agua dulce, ajustando el pH entre 10,5 y 1.5.

En 1967, Manuel López y Silvio Ludovich presentaron la posibilidad de aumentar el porcentaje de taninos en el extracto de mangle, tratando de aislar las sustancias que en nada influyen en el lodo de perforación.

Para lo cual calentaron agua de polvo con mangle durante una hora y luego lo hicieron pasar a través del filtro prensa.

Estos autores concluyeron que el quebracho presenta mejores condiciones como adelgazador que el mangle, por su mayor contenido de taninos; por lo que recomiendan obtener un mayor tiempo de calentamiento de la solución.

En 1975 Roberto Franco Escalante en su trabajo, obtiene la muestra de mangle en polvo luego de un proceso de triturar, moler y tamizar el polvo del mangle Ecuatoriano.

Preparo el lodo con diversos porcentajes de arcillas, haciendo variar la cantidad del mangle en polvo a ser añadido al lodo.

Concluyo que al aumentar la concentración del mangle disminuye la pérdida del filtrado para cualquier porcentaje de arcilla utilizado, es decir, el mangle tiene condiciones para ser considerado como un agente reductor de viscosidad y filtración debiendo en el futuro utilizar arcillas de mejor calidad y cortezas de mangle con mayor concentración de taninos pues se utiliza una concentración del 24% de productos tánicos en el estudio.

En 1985 Xavier Vargas, en su trabajo de grado, utilizo dos clases de muestras polvo y tinta de mangle.

Para la obtención del polvo procedió a cortar la corteza del mangle en pedazos luego fue secada durante 24 horas, a una temperatura de 110C° en un horno eléctrico, eliminando así la humedad.

Posteriormente trituro esta corteza en un molino eléctrico de discos y luego tamizo la muestra hasta obtener el polvo de mangle.

Para la obtención de la tinta el proceso fue diferente.

Primeramente coloco el mangle ya triturado en un depósito especial de doble fondo, se hace pasar vapor de agua a una temperatura de 80C° y se obtiene un filtrado con determinada concentración de tanino, en el fondo del depósito. La concentración de la tinta está dada en grados Beume. Para la muestra utilizada la concentración fue de 8° Beume.

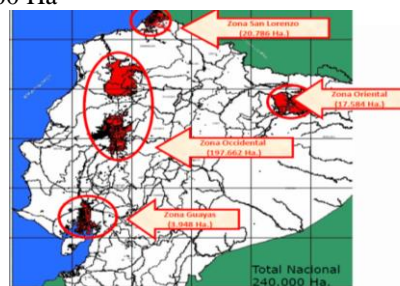
Vargas concluyo que el polvo de mangle es un agente reductor para el control del filtrado pero la tinta de mangle es un mayor agente reductor del filtrado.

3. Efectos del Tanino en las Propiedades del Lodo

El término **tanino** fue originalmente utilizado para describir ciertas sustancias orgánicas que servían para convertir a las pieles crudas de animales en cuero, proceso conocido en inglés como *tanning* ("curtido" en español). Se extraen de las plantas con agua o con una mezcla de agua y alcohol, que luego se decanta y se deja evaporar a baja temperatura hasta obtener el producto final. Los taninos tienen un ligero olor característico, sabor amargo y astringente, y su color va desde el amarillo hasta el castaño oscuro.

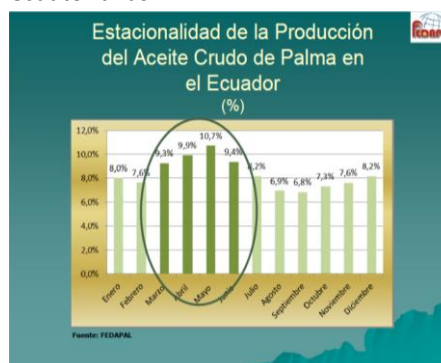
4. La Palma Africana en el Ecuador

Los cultivos están ubicados en la Costa, Sierra y Oriente ecuatoriano, principalmente en las ciudades de Santo Domingo, Quindí, Buena Fe y Francisco de Orellana. La mayoría son pequeños palmicultores con una extensión no mayor de 50 Ha y apenas 7 rebasan las 1.000 Ha



5. Temporada de Producción

Durante todo el año la palma africana se siembra, cosecha y se produce en las haciendas y fincas ecuatorianas.



6. Proceso de Obtención de la Cascarilla de Palma Africana

Los racimos cosechados de las palmas se deben llevar a una planta de beneficio cercana al cultivo para ser procesados tan frescos como sea posible.

Allí se refinan y se fraccionan tales aceites para producir las oleínas y las estearinas de palma y de palmiste, que sirven en la fabricación de múltiples productos comestibles y no comestibles incorporados a la vida diaria de la población mundial. De igual manera, la torta del palmiste obtenida al extraer el aceite de las almendras, se aprovecha para la fabricación de concentrados para la alimentación animal.

Los frutos sueltos se transportan a unos cilindros verticales provistos de agitación a baja revolución, llamados digestores. Ahí se desprende la pulpa de las nueces y se rompen las celdas para liberar el aceite que ellas contienen.

La masa desaceitada que expele la prensa comúnmente se llama torta, la cual está compuesta básicamente por fibras, nueces y humedad. Luego de secarse, la torta pasa al proceso de desfibración, donde las fibras son arrastradas por una corriente de aire y las nueces son separadas, para someterlas a las etapas de acondicionamiento y rompimiento que permiten recuperar la almendra o palmiste.

En algunas plantas de beneficio se cuenta con el equipo para procesar la almendra, de la cual se obtiene el aceite de palmiste y la torta de palmiste. El aceite de palmiste es de características y composición química diferente al aceite de palma, y como este, tiene diversos usos. La torta de palmiste, por su parte se emplea para la alimentación animal como ya se anotó. La fibra (**CASCARILLA**) pasa a las calderas, donde se quema como combustible.

7. Problema

La Filtración

La propiedad de filtración y de formación de costra del fluido de perforación es de fundamental importancia en las operaciones de perforación y Completación.

Mientras se perfora las formaciones hacen las veces de un tamiz o malla. Los sólidos del lodo se depositan sobre las paredes del pozo y la fase líquida invade la formación.

La filtración es una medida de la habilidad de los sólidos del lodo para formar una capa delgada y de

baja permeabilidad, sobre las paredes del pozo que se denomina costra, enjarre, torta o revoque.

El volumen líquido que se pierde hacia la formación a consecuencia de la presión diferencial entre el pozo y esta es lo que se conoce como pérdida de filtrado del lodo de perforación.

En lodos de base agua, el filtrado es agua; en lodos base aceite el filtrado es aceite.

La pérdida de filtrado que tiene lugar mientras se está formado la costra se denomina pérdida inicial (spurt loss).

La Viscosidad

La viscosidad es un término usado en la ingeniería de petróleos para definir la fricción interna generada por un fluido cuando este es forzado a fluir.

Mayor resistencia a fluir indica una mayor viscosidad del líquido. Esta fricción interna conocida como esfuerzo de corte (τ) es el resultado de la atracción entre las moléculas de un líquido, y se expresa en unidades de lb-f/100 ft².

Cuando se aplica una fuerza a un fluido con el fin de que este fluya, se genera un efecto resultante conocido como tasa de corte ($\dot{\gamma}$), la cual se define como el gradiente de velocidad a lo largo de las capas de fluido adyacentes cuando se presenta un flujo laminar.

La viscosidad se relaciona directamente a la remoción de ripios, suspensión de ripios y material que adiciona peso cuando no se está circulando el fluido de perforación, reducción de los efectos adversos sobre la cara del pozo y a la adquisición de información acerca de las formaciones perforadas.

8. Metodología de investigación

Para el desarrollo de este trabajo se procedió a realizar consultas a expertos en el área de la ingeniería en lodos y a profesionales de la industria ambiental, mediante encuestas personalizadas, o vía e-mail.

Se realizaron análisis químicos mediante el método volumétrico por del laboratorio del INSTITUTO DE CIENCIAS QUIMICAS Y AMBIENTALES ICQA-ESPOL, con la finalidad de determinar la concentración de taninos presente en una determinada muestra de cascarilla de palma africana.

9. Análisis Económico Comparativo

ADITIVOS	TONELADA	SACO (25Kg)
CMC	\$ 1200	\$ 63.16
BDF-341	\$ 2683	\$ 134.24
CASCARILLA	\$ 20.00	\$ 20.00

El costo de cada aditivo incluye impuestos tanto por tonelada como por unidad.

El costo de la cascarilla por la tonelada es a nivel nacional hasta la presente fecha, el costo por el saco de 25 kg es un valor estimado; ya que puede variar si se llega a industrializar el proceso de obtención y mejora de la cascarilla de la palma africana.

10. Resultados

MUESTRAS	FILTRACION (ml)			
	5 grs	10 grs	15 grs	20 grs
CMC	6.2	5.1	4.9	4.5
BDF - 341	14.5	14	13.9	13.2
CASCARILLA	10.5	9.5	9	8.5

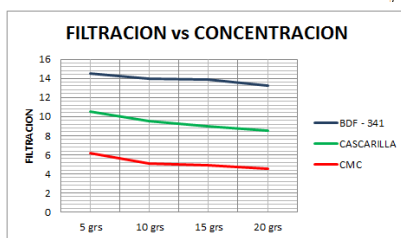


Foto # 1. Filtrado CMC



Foto # 3. Filtrado Cascarilla

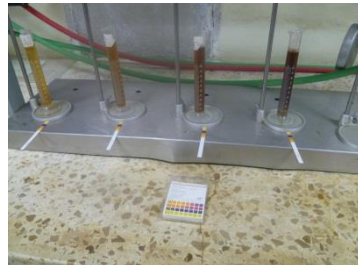


Foto # 2. Filtrado BDF-341

OBSERVACION

Durante la etapa de filtrado a medida que transcurría el tiempo, una gran cantidad de sedimentos se acumulaba en las probetas producto del filtrado por lo que las celdas con mayor concentración de CMC eran

las que contenían un gran volumen de sedimentos y menos volumen de filtrado.

El filtrado de agua disminuye a medida que se aumenta las cantidades del BDF - 341, pero la coloración del fluido filtrado se tornó muy oscura debido a su composición química.

Podemos notar que el volumen de filtrado va en descenso a mayor concentración de la cascarilla, cabe recalcar que se presenta una leve coloración en el fluido filtrado.

10.1. Viscosidad plástica

MUESTRAS	VP (cp)			
	5 grs	10 grs	15 grs	20 grs
CMC	40	65	100	0
BDF - 341	10	8	6	8
CASCARILLA	6	7	8	11

Tabla # 7

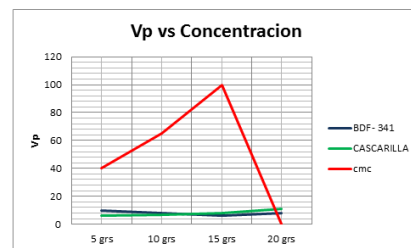


Foto # 4. Viscosímetro

OBSERVACION

La viscosidad plástica disminuye hasta una concentración de BDF - 341 de 15 grs de ahí se incrementa una cantidad pequeña.

La viscosidad plástica aumenta de una manera mínima a distintas concentraciones de la cascarilla.

Podemos ver que a medida que se aumenta la concentración del CMC la viscosidad se incrementa notándose una relación directamente proporcional.

10.2 .Ph

MUESTRAS	Ph			
	5 grs	10 grs	15 grs	20 grs
CMC	10	10	10	10
BDF - 341	10	10	10	10
CASCARILLA	9	9	9	9

Tabla # 8

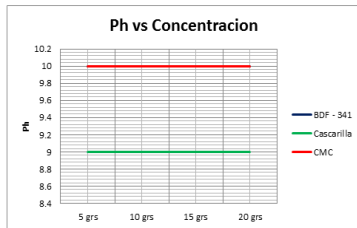


Grafico 3

OBSERVACION

El Ph es completamente básico, se mantiene constante durante toda la prueba con el cmc al igual que el BDF – 34; pero con la cascarilla el Ph es ligeramente menor aunque sigue manteniéndose básico.

10.3. Viscosidad aparente

MUESTRAS	VA (cp)			
	5 grs	10 grs	15 grs	20 grs
CMC	50	87.5	150	150
BDF - 341	20	17.5	17.5	19
CASCARILLA	38.5	32	31	31.5

Tabla # 9

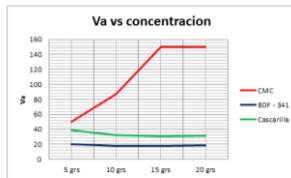


Grafico 4

OBSERVACION

A una mayor concentración de CMC tenemos una mayor viscosidad aparente y podemos notar que la concentración límite es con 15 grs por lo que de ahí en adelante la viscosidad es la máxima y se mantiene constante.

La viscosidad aparente disminuye hasta mantenerse constante entre 10 y 15 grs de BDF – 341 luego se incrementa hasta los 19 cp.

La viscosidad aparente disminuye con el aumento de las distintas concentraciones de cascarilla.

10.4. Espesor de la costra

MUESTRAS	ESPESOR (CAKE) mm			
	5 grs	10 grs	15 grs	20 grs
CMC	1	1	2	3
BDF - 341	2	3	3	3
CASCARILLA	2	2	2	2

Tabla # 10



Grafico 5



Foto # 6. CMC



Foto # 8. Cascarilla

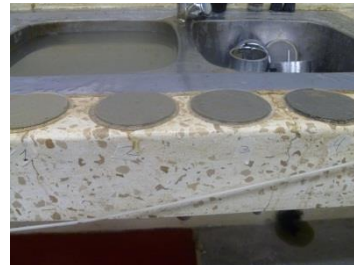


Foto # 7. BDF-341

OBSERVACION

El espesor de la costra se mantiene constante hasta un límite de concentración de CMC de ahí en adelante comienza un engrosamiento de la costra.

El espesor de la costra se incrementa hasta un punto en donde se mantiene constante indiferente a la concentración del BDF – 341.

El espesor de la costra de la cascarilla se mantiene constante en un valor muy pequeño 2 mm.

10.5. Densidad

MUESTRAS	PESEO (lb/gal)			
	5 grs	10 grs	15 grs	20 grs
CMC	9.2	9.2	9.1	8.9
BDF - 341	9.2	9	9	9
CASCARILLA	8.4	8	7.8	7.7

Tabla # 11

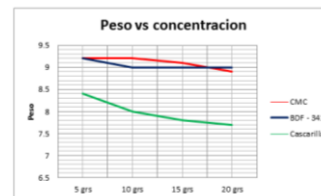


Grafico 6



Foto # 7. Balanza de lodos

OBSERVACION

Podemos ver que el peso del lodo va en decremento a medida que se aumenta la cantidad de CMC siendo esta una relación inversamente proporcional.

El peso del lodo disminuye levemente hasta un determinado valor en donde el BDF – 341 permite que se mantenga constante.

El peso del lodo disminuye a medida que se incrementa la concentración de cascarilla en él, llevándolo a un punto muy por debajo de la densidad del agua; pero se lo puede incrementar a un valor por arriba de la densidad del agua añadiéndole barita, para determinar la cantidad de barita se realiza lo siguiente:

$$X = 1490(W2 - W1) / (35.5 - W2)$$

X = sacos de barita / 100 Bbl

W1 = peso inicial del lodo en Lbs/gal

W2 = peso deseado en Lbs/gal

Cálculos

$X = 1490(8.4 - 8) / (35.5 - 8.4) = 22$ sacos de barita / 100 Bbl

$X = 1490(8.4 - 7.8) / (35.5 - 8.4) = 33$ sacos de barita / 100 Bbl

$X = 1490(8.4 - 7.7) / (35.5 - 8.4) = 38$ sacos de barita / 100 Bbl

10.6. Punto cedente

MUESTRAS	punto cedente (lb/100 ft2)			
	5 grs	10 grs	15 grs	20 grs
CMC	20	45	100	300
BDF - 341	20	19	23	22
CASCARILLA	65	50	46	41

Tabla # 12

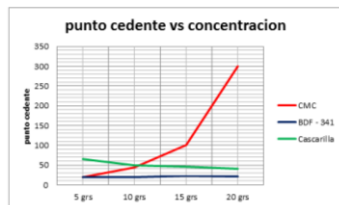


Gráfico 7

OBSERVACION

Podemos darnos cuenta que el punto cedente o fuerzas electroquímicas se incrementan casi exponencialmente con la concentración de CMC.

El punto cedente en la etapa inicial al agregarle el agente BDF - 341 disminuye levemente pero en las etapas siguientes se incrementa y vuelve a disminuir levemente; es decir ocurre una variación en las fuerzas electroquímicas internas debido a las diferentes concentraciones.

El punto cedente disminuye a medida que se incrementa la concentración de cascarilla.

11. Conclusiones

1. Podemos notar claramente las diferencias entre los tres agentes para el control del filtrado que se utilizó para estas pruebas. Dos de estos aditivos se utilizan actualmente en la ingeniería de lodos el primero, el CMC con un alto rendimiento para el control del filtrado con presencia de sedimentos en el volumen del agua filtrada, con un Ph alcalino con lo cual no hay riesgo de corrosión debido a la acidez, se obtuvieron viscosidades muy altas debido a sus propiedades químicas pero en el mercado actual posee un alto costo y al ser un producto químico demanda de un estricto control ambiental y protección para el personal que lo manipula.

2. El segundo agente para el control del filtrado el BDF- 341 producto de la compañía Baroid – Halliburton, agente que fue utilizado en la perforación del pozo TAPIR 1, obtuvo un óptimo rendimiento en el control del filtrado con bajas viscosidades, con un Ph alcalino sin riesgo de corrosión, pero no iguala o mejora el rendimiento del CMC, con un alto costo tanto por tonelada como por unidad.

3. El tercer agente utilizado para el control del filtrado en esta prueba se trata de la cascarilla de la palma africana, agente con el cual se obtuvieron resultados muy buenos en comparación con el agente de origen químico BDF – 341, por lo que este producto (cascarilla) se lo puede utilizar para el control del filtrado con buenos resultados, debido a que filtra una menor cantidad de agua, el Ph se mantiene alcalino, las viscosidades se mantienen dentro de un rango aceptable para la suspensión de los cortes en el interior del pozo.

La disminución de la densidad del lodo a causa de la cascarilla se recomienda aumentarla con barita, determinando la cantidad de barita mediante una ecuación sencilla en el laboratorio.

4. En base a los resultados obtenidos en el laboratorio, con las respectivas diferencias entre aditivos se recomienda usar la cascarilla de palma africana en el sistema de lodos, por lo que no existe ningún riesgo de contaminación tanto al ambiente como al personal que lo manipularía ya que es de origen natural y estarían contribuyendo con el aprovechamiento total de un desecho que hasta la presente fecha simplemente es quemado o enterrado.

12. Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincera gratitud a las autoridades de ESPOL, quienes me dieron la oportunidad de realizar este proyecto de tesis en el área de Ingeniería de Lodos.

Agradezco de manera incondicional a mis padres Felipa y Norberto por el grandioso apoyo que me brindaron durante toda mi vida estudiantil.

A los profesores de la FICT por haberme dado una excelente formación académica y en especial al Ing. Daniel Tapia por su ayuda en el desarrollo de esta tesis.

[16] <http://es.scribd.com/doc/20226217/Introduccion-a-los-Fluidos-de-Perforacion>25/10/12

14. Referencias

- [1] Standard Practice for Field Testing Water-Based Drilling Fluids 13b-1 (may 2000).
- [2] Conceptos Basicos de Perforacion (Ron Baker 1979)
- [3] A Dictionary for the Petroleum Industry (Third edition)
- [4] Teoria de la Hidraulica de Perforacion (prof. ing. d.tapia, luis cruz pintado) 2006-04-30
- [5] <http://www.cosmotienda.com/tienda/carboximetil-celulosa-sodio-p-3241.html>25/10/12
- [6] <http://spanish.alibaba.com/product-gs-img/carboxy-methyl-cellulose-cmc-pharmaceutical-271168558.html>25/10/12
- [7] <http://spanish.alibaba.com/product-gs/cmc-price-549137130.html>25/10/12
- [8] <http://www.elrinconpetrolero.blogspot.com/2009/10/fluidos-de-perforacion-manual-de.html>25/10/12
- [9] <http://es.scribd.com/doc/27319223/PROPIEDAD-ES-REOLOGICAS-Y-PRUEBAS-DE-LODOS-DE-PERFORACION>25/10/12
- [10] <http://www.buenastareas.com/ensayos/Fluidos-De-Perforacion-Petrolera/1485612.html>25/10/12
- [11] <http://www.gtcc.ssr.upm.es/encuestas/delphi.htm>12/07/12
- [12] <http://www.slideshare.net/prispoupard/mtodo-delphi>12/07/12
- [13] <http://www.allpetrol.com.ar/all-petrol-productos-listado.php?rubro=5>10/09/12
- [14] Drilling Fluids Technology "Exxon Company, U.S.A."
- [15] TESIS DE GRADO "EL TANINO COMO ADITIVO PARA EL CONTROL DE FILTRACION Y VISCOSIDAD" (ING Xavier Vargas ESPOL 1985)