Evaluación de Diferentes Sistemas para el Tratamiento de Residuos de Perforación en el Campo Tarapoa operado por la empresa Andes Petroleum S.A

Cristina Ballesteros[1], Daniel Tapia[1]
Ing. de Petróleos[1], Msc-Profesor
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador
adrianacristina84@yahoo.es, dtapia@espol.edu.ec

Resumen

El presente estudio es una respuesta a la creciente necesidad de buscar alternativas que nos permitan minimizar el impacto ambiental permitiendo un desarrollo sustentable de las empresas petroleras en las Operaciones de Manejo y Disposición de Ripios de Perforación, traduciéndose en un mayor bienestar para el ecosistema y generando un impacto social positivo para la población de la zona de influencia. El presente proyecto fue aplicable exclusivamente para el manejo de ripios de perforación provenientes del sistema de fluido base agua utilizado para las Operaciones de Perforación en el Bloque Petrolero de Tarapoa operado por la empresa Andes Petroleum en el Oriente Ecuatoriano, el cual posee ecosistemas muy frágiles con la más alta biodiversidad del mundo, por lo cual amerita un tratamiento especial de conservación y protección.

El trabajo se divide en dos partes; la primera es una investigación bibliográfica, donde recopila información acerca del "Tratamiento y Disposición Controlada de Sólidos de Perforación para Ripios provenientes de Fluidos de Aminas", sistema aplicado en la actualidad en nuestro campo de acción analizando sus ventajas y desventajas; y la segunda, describe una propuesta experimental que data sobre el Tratamiento y Disposición de Ripios en Geotubos o también llamado Geo-Confinamiento analizado de igual manera, sus ventajas y desventajas en relación al primero, haciendo conclusiones del por qué de su posible aplicación y recomendaciones para tal propósito.

Palabras Claves: *Ripios de Perforación Petrolera, Bloque petrolero Tarapoa, Geotubos, Aminas, Remediación Ambiental.*

Abstract

The following studies is an answer for the growing needs took for alternatives that allows us to minimize the Environmental Impact allowing a sustainable development from the oils companies in their operations for Management of Waste & Disposal changing for a better and more safer ways for the ecosystems and generating a positive social impact for the population for the influence zone. The following Project was applicable exclusively for Management of Waste & Disposal proceeding from the Water Base Drilling Fluids Systems being used for the Drilling Operations in the Tarapoa Petroleum Block operated by Andes Petroleum Company in the Ecuadorian Orient Region which has a fragile ecosystem with some of the most highest biodiverties around the World, which need the special treatment of conservation & protection.

The work is divided in two parts, one which is a bibliographic investigacion, collect information about Treatment and Controllable Disposition of Drilling Solids for Cuttings proceeding Amines Base Drilling fluids system applicated and our actual field analyzing the advantages and disadvantages, and the second part expound an experimental proposal about the Treatment of Disposition of Cuttings in Geo-Tubes or known as Geo-Confiment analyzing their advantages and disadvantages in relation to the first one coming to conclusions of why the possible application , and recommendation for the proposal

1. Introducción

El Bloque Tarapoa está en el área de amortiguamiento de la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno (RPFC), que fue creada en 1979 (acuerdo ministerial nº 322), y tras varias modificaciones en la actualidad tiene una superficie de 603.380 hectáreas, de las cuales, 435.500 hectáreas fueron declaradas en 1999 (decreto Presidencial nº 551) como Zona Intangible. Esta última designación deja sin protección las 17.000 hectáreas que están dentro del Bloque petrolero Tarapoa, concesionado en 1975 a las empresas Cepco, Cayman Oil Company, y Southern Union Production Co. Actualmente el bloque es operado por la empresa china Andes Petroleum.

La RPF Cuyabeno, según estudios científicos, tiene una gran importancia por su altísima biodiversidad, posee 14 ecosistemas únicos en el país, algunos de ellos sin par en el mundo. Se han encontrado 307 especies de árboles grandes en una sola hectárea, así como 449 arbustos, 92 lianas, 175 epífitas, 96 hierbas y 22 palmas; Se han registrado 493 especies de aves, y más de 100 de mamíferos (Valencia, 1994). La cuenca ecuatoriana del río Napo, a la cual pertenece la reserva se considera la más rica en el mundo en diversidad de peces, con 473 registradas.

Fig. 1 Laguna Grande, Bosque Inundado/Cuyabeno, fuente Internet, jun/07

Este bloque de Tarapoa tiene una superficie de aproximadamente 36.227Ha, de las cuales 34.000 están dentro del Patrimonio Forestal del Estado, y 17.000 de ellas son parte de la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno. El petróleo producido es de mediana calidad (22,5ºAPI)

En 1978 se inicia la explotación petrolera en la parte occidental de la Reserva. La parte perforada no está dentro de la Reserva Faunística de Cuyabeno, pero es patrimonio forestal (ver figura 3)

Actividades Económicas en el Bloque Tarapoa son Madereras y Turísticas.

Estudios de impacto Ambiental:

De acuerdo al estudio realizado para la prospección Sísmica 3D en Fanny Sur reconoce que "ecológicamente la región Amazónica posee ecosistemas muy frágiles con la más alta biodiversidad del mundo, por lo cual amerita un tratamiento especial de conservación y protección". De igual manera reconoce que "gran número de familias siguen utilizando el agua proveniente de los pozos, esteros y lluvia".

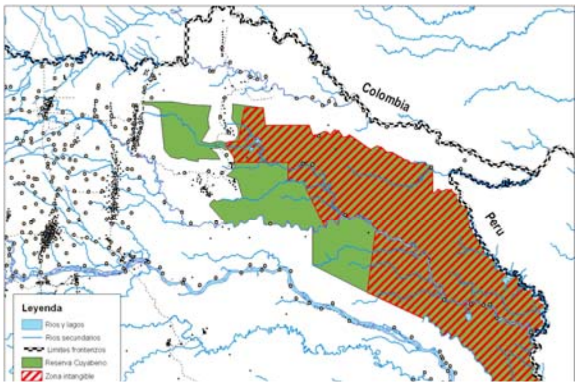

Fig. 2 Zona Intangible de la Reserva de Producción Faunistica de Cuyabeno RPFC, fuente Internet, jun/07

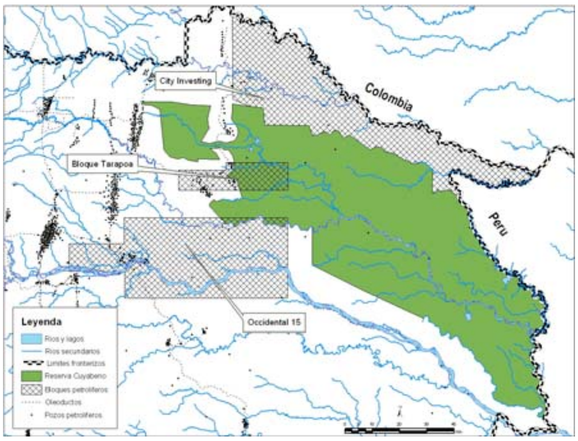

Fig. 3 Bloque de Tarapoa, fuente Internet, jun/07

1.1. Ripios de Perforación

Los desechos que mayor atención requieren durante las Actividades de Perforación son los lodos y ripios de perforación. Los ripios de perforación (enfoque central de este proyecto) son los sólidos contenidos en el fluido de perforación que se agregan para controlar las propiedades químicas y físicas del mismo; sumadas las partículas que se desprenden de la formación desde la superficie interior del agujero, dichas partículas, son creadas por la fuerza de compresión y rotatoria del taladro de Perforación.

De acuerdo, principalmente, a las características de la región (tipo de suelo, nivel freático, topografía, etc), de los parámetros a regularse según el Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas (RAOH), de la cantidad de desechos a disponer, del área asignada para la disposición, base del desecho (agua o aceite), etc, se escogerá el sistema a utilizar para poder tratar y disponer los Ripios de Perforación.

El Sistema aplicado actualmente para el Tratamiento y disposición de Ripios de Perforación en el Área de Tarapoa operado por la empresa Andes Petroleum es denominado "Tratamiento y Disposición Controlada de Sólidos de Perforación para Ripios provenientes de Fluidos de Aminas" y tiene una situación favorable ya que la utilización de lodos en base a compuesto de aminas permite reducir considerablemente uno de los principales problemas en el Oriente Ecuatoriano como es la salinidad en los ripios, pues, la conductividad eléctrica de los efluentes lixiviados (solución que resulta del transporte de agua por los poros y fisuras del suelo u otro medio sólido poroso y las interacciones físico - químicas de esta agua con los componentes minerales y orgánicos del suelo) hasta valores inferiores a los límites permisibles. Según Microsoft ® Encarta ® 2006. © define a las Aminas como el nombre que reciben los compuestos producidos a menudo en la descomposición de la materia orgánica, que se forman por sustitución de uno o varios átomos de hidrógeno del amoníaco por grupos orgánicos.

Por todo lo antes expuesto, hay que recalcar que la mayoría de los desechos (cortes) generados en la perforación de pozos con lodo (base agua generalmente) son clasificados por las autoridades ambientales ecuatorianas como un desecho no peligroso, y que podrán disponerse una vez que cumplan los parámetros y límites de la Tabla No. 7 del Anexo 2 del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas Decreto 1215 del 13 de febrero del 2001 para asi minimizar el Impacto al Medio Ambiente y cumplir con el derecho de la población animal y vegetal a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

2. Tratamiento y Disposición Controlada de Sólidos de Perforación para Ripios provenientes de Fluidos de Aminas aplicado en el Tarapoa operado por Andes Petroleum en el Oriente Ecuatoriano.

A este método también se lo denomina Landfarming y se basa en el tratamiento y disposición final de los sólidos de perforación en un área acondicionada para el efecto

El desarrollo del sistema está basado en pruebas de caracterización del lodo activo, recopilación histórica de las características de los ripios de perforación con pruebas de verificación de cumplimiento de hasta 90 días luego de su disposición final y su cumplimiento con el marco legal ambiental ecuatoriano y así como los especificados en la literatura universal para el manejo y control en procesos de actividad biológica.

2.1. Etapa Pre-Operativa

Definición del área por parte de la Operadora y de terminación de los parámetros técnico-operacionales in situ

El área para el deberá reunir las siguientes características:

- Estar alejado de la población mas cerca con una distancia de 500m a la redonda y de fácil acceso vía terrestre.
- La infraestructura utilizada en el proceso debe estar construida en un área que garantice su estabilidad y facilite su monitoreó de seguimiento.
- Estar provista de un sistema adecuado de control y monitoreo de lixiviados

2.2. Etapa Operativa

2.2.1 Tratamiento en piscinas

Los sólidos provenientes cada una de las etapas de la perforación incluido el generado durante la cementación, se los transporta desde los diferentes taladros al sitio de tratamiento el cual esta fuera de locación (ex situ) a través de volquetes, estos sólidos son recibidos y colocados en las respectiva piscina de tratamiento, luego son mezclados en forma homogénea con la ayuda de maquinaria pesada, esta mezcla permanece en reposo por 5 días en las piscinas para permitir la estabilización se sus componentes y verificar el cumplimiento de los parámetros exigidos previo a su disposición final, en el caso de no cumplir con algún requisito legal los residuos se someterán a un tratamiento químico especifico, de esta manera se procede en forma permanente hasta conseguir ajustar los parámetros exigidos por la legislación ambiental vigente.

Se realizará un muestreo de verificación cuyos análisis se los efectuará en dos laboratorios externos y acreditados en el Ministerio de Energía y Minas

Los sólidos serán entregados a la Operadora a través de actas de "Entrega- Recepción" y a conformidad luego de la verificación de los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio externo.

Una vez dispuesto estos residuos se efectuaran los respectivos monitoreos de 7, 90 y 180 días según lo establece el Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburiferas, de esta manera se dará por concluido el ciclo para la disposición de los residuos de perforación y se procederá a liberar el producto.

Fig.4 Unidad de Landfaming, tomada en Cañón de los Monos del Coca, Cristina Ballesteros, febrero 2007.

2.2.2 Construcción de Piscinas

Las piscinas para efectuar este tratamiento presentan las siguientes características: el piso de las piscinas deberá ser cubierto con una capa de bentonita con el fin de reducir la permeabilidad del suelo nativo bajo el lecho del tratamiento, y las bermas o muros de contención, las cuales son necesarias para la protección frente a entrada de aguas lluvias o frente a pérdidas de posibles contaminantes del sistema al medioambiente deben presentar un revestimiento de concreto o estar construidas con arcilla compactada. El volumen efectivo de almacenamiento esta entre 1800 y 2500 metros cúbicos aproximadamente; en otros casos la piscina puede ir con una geomembrana para evitar que los lixiviados atraviesen las zonas que están por debajo de ésta.

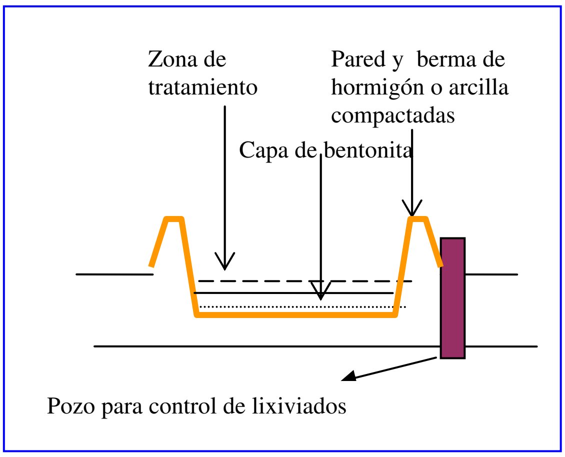

Fig.5 Piscina de Tratamiento para la Unidad de Landfaming, Cristina Ballesteros, febrero 2007.

pesado se procede la disposición de los sólidos tratados y entregados, mediante actas de entrega-recepción, en el área designada.

2.3 Etapa Pos-Operativa

2.3.1 Recuperación de geoformas.

Una vez desalojados los sólidos en el área de disposición final se procede a la recuperación de la geoforma con la ayuda de equipo pesado se apilan los sólidos dejando una pequeña pendiente con el fin de obtener una compactación en poco tiempo.

2.3.2 Revegetación espontánea

Conformada la geoforma se la deja sin remover los sólidos hasta su revegetación natural y espontánea sin la adición de productos químicos como fertilizantes, al cabo de aproximadamente dos meses el área se encuentra cubierta en su totalidad por vegetación de la zona. Completándose de esta manera el proceso.

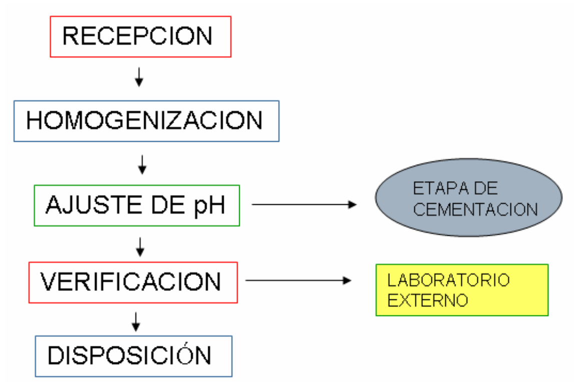

Fig.6. * Flujo para la biorremediación de sólidos de perforación, Cristina Ballesteros, mayo 2007

Monitoreo de seguimiento

Según lo establecido en la legislación ambiental ecuatoriana vigente, efectúa los monitoreos relacionados a los 7, 90, y 180 días con el fin de verificar la estabilidad del proceso y la no generación de subproducto que puedan afectar el medioambiente. Para esto se ha construido celdas de monitoreo en las cuales se deposita una muestra representativa de los sólidos tratados en las diferentes piscinas y es en estas celdas donde se realiza el monitoreo de seguimiento.

Tabla 1. Límites permisibles de lixiviados para la disposición final de lodos y ripios de perforación en superficie, fuente Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburiferas (RAOH) Anexo 2 tabla 7.

a) SIN impermeabilización de la base			
Parámetro	Expresado en	Unidad	Valor límite permisible
Potencial hidrógeno	pH	---	6<pH<9
Conductividad eléctrica	CE	μS/cm	4,000
Hidrocarburos totales	TPH	mg/l	<1
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	C	mg/l	<0.003
Cadmio	Cd	mg/l	<0.05
Cromo total	Cr	mg/l	<1.0
Vanadio	V	mg/l	<0.2
Bario	Ba	mg/l	<5
b) CON impermeabilización de la base			
Parámetro	Expresado en	Unidad	Valor límite permisible
Potencial hidrógeno	pH	---	4<pH<12
Conductividad eléctrica	CE	μS/cm	8,000
Hidrocarburos totales	TPH	mg/l	<50
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	C	mg/l	<0.005
Cadmio	Cd	mg/l	<0.5
Cromo total	Cr	mg/l	<10.0
Vanadio	V	mg/l	<2
Bario	Ba	mg/l	<10

Este sistema presenta ventajas y de igual manera desventajas las cuales señalaremos a continuación

Ventajas

- Es un proceso de Remediación sin químicos, natural
- Tiene costos relativamente bajos cuando hay suficiente espacio disponible
- Según percepción publica califican a este método como la solución verde por su alta y espontánea capacidad de revegetación natural sin la adición de productos químicos como fertilizantes

Desventajas

- Requiere una amplia área para tratar los cortes contaminados
- Tiene un tiempo muy lento de reacción, de 2 a 6 meses, con mantenimiento diario inicialmente.

3. Propuesta Experimental

Introducción

La siguiente Propuesta Experimental y parte fundamental de éste trabajo data sobre el Geo-Confinamiento de Lodos y Ripios de Perforación, lo cual ha tenido ninguna aplicación en el Área Petrolera en el país, el objetivo es Tratar y Disponer los desechos en una bolsa o contenedor Geotextil denominado "Geotubo" (ver figura 7) el cual Almacena, Deshidrata, Confina y finalmente Dispone los Desechos de Perforación

Fig. 7 Geotubos de Tratamiento, fuente Internet, tomado en mavo del 2007

En otras partes del mundo ésta tecnología ha bombeado millones de galones de desperdicio dentro del Contenedor Geotubo para guardar y realizar el proceso de deshidratación (dewatering) tanto para desperdicios industriales, municipales y sedimentos marinos. La industria del papel, las compañías de químicos y plantas nucleares de poder son solo unos pocos de las áreas que se han beneficiado de la tecnología de los Geotubos.

3.1. Geotubo

Los geotubos son elementos elaborados en base de geotextiles de alto módulo con filamentos tridimensionales, para dar soluciones en menor tiempo y que minimicen al máximo los daños ambientales, ya que se trata de *inyección de materiales dragados o succionados del sitio, directamente al geotubo*. Su sección trasversal tiene forma oval y el diámetro y la longitud son determinadas de acuerdo a los requerimientos del proyecto. El geotextil, está diseñado para retener partículas de suelo y permitir la salida del agua.

El éxito de la perforación depende en gran medida del comportamiento del fluido de perforación. Para tal fin el diseño del Lodo para la perforación de los pozos en el área de Mahogany del Bloque Tarapoa (área especifica de este proyecto), el cual es en su totalidad base-agua, esta formulado con aminas como inhibidores de arcilla, para minimizar el contenido de sólidos disueltos y conductividad. La ventaja de la utilización de este lodo en base a compuesto de aminas permite reducir considerablemente la conductividad eléctrica de los efluentes lixiviados, hasta valores inferiores a los límites permisibles como lo estipula la Tabla 7 del Anexo 2 del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburiferas (RAOH)

Se podría definir a las Aminas según Microsoft Encarta ® 2006 como el nombre que reciben los compuestos producidos a menudo en la descomposición de la materia orgánica, que se forman por sustitución de uno o varios átomos de hidrógeno del amoníaco por grupos orgánicos.

3.2. Objetivo

El objetivo de esta segunda parte del proyecto es realizar ensayos de coagulación-floculación a diferentes muestras de lodo con el que se perfora el Área de Mahogany del Campo Tarapoa la segunda sección de 9 7/8" (diámetro del hueco) generalmente las profundidades de 6000 a 10000 ft al que denominaremos en esta tesis Lodo CrisBa y así determinar el coagulante o la combinación de coagulantes más eficiente que se relacionan necesariamente con las características físico-químico del desecho (fluido de perforación) para que éste este acondicionado y este listo para ser introducido al geotubo y empiece el proceso de Almacenamiento, Deshidratación (Dewatering), Confinamiento y Disposición Final.

Se puede definir a la ***Coagulación*** como la desestabilización de un coloide (en este caso el fluido de perforación) producida por la eliminación de las dobles capas eléctricas que rodean a todas las partículas coloidales, con la formación de núcleos microscópicos; y a la ***Floculación*** como la aglomeración de partículas desestabilizadas primero en microflóculos, y más tarde en aglomerados voluminosos llamados flóculos.

3.3. Instalación Experimental

3.3.1. Equipo de laboratorio Jar-Test para ensayos de coagulación y floculación.- provisto de 4 unidades de tratamiento simultáneas. Cada una de ellas dispone de un agitador de palas normalizado con regulador de velocidad para el mezclado rápido o lento de las etapas de coagulación y floculación respectivamente.

Fig.8 Equipo de Jarras o Jar Test, Cristina Ballesteros, abril 2007

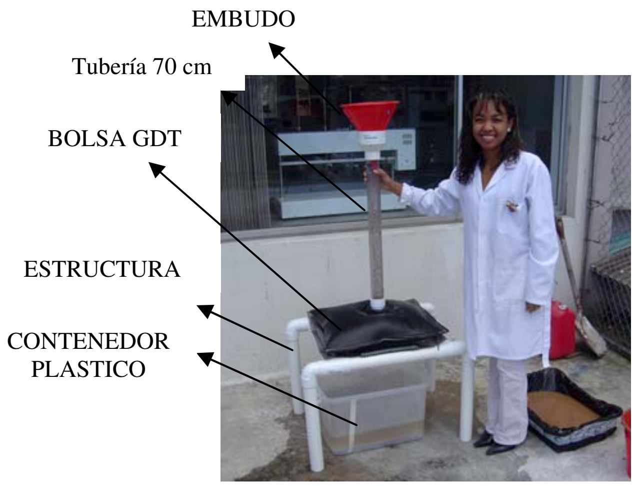

Fig.9 Partes de la Estructura GDT, Cristina Ballesteros, abril 2007

Químicos Utilizados

- Regulador de pH a concentración establecida.
- Coagulante a concentración establecida.
- Floculante 1 a concentración establecida.
- Floculante 2 a concentración establecida.
- Floculante 3 a concentración establecida.
- Floculante 4 a concentración establecida.

3.3.3. Procedimiento

Se determinó el coagulante o la combinación de coagulantes más eficiente que se relacionan necesariamente con las características físico-químico del fluido de perforación con muestras pequeñas para una vez que se determine las concentraciones llevarlo a escala macro; para tal propósito se siguieron los siguientes pasos:

1. Se tomaron 4 muestras de lodo de 150ml en vasos de precipitación y se midió su pH
2. Se añadió diferentes dosis de Regulador de pH a una concentración establecida hasta alcanzar un pH de 11 agitando en cada ocasión por 20 segundos, se registró el volumen de regulador utilizado.
3. Se agregó diferentes dosis de Coagulante a una concentración establecida hasta alcanzar un pH de 4 agitando en cada ocasión por 45 segundos y registró el volumen utilizado.
4. De igual manera se añadió el Regulador de pH para neutralizar el pH de la muestra

agitándola en cada ocasión por 30 segundos y se registro el vol. de regulador utilizado.

5. Finalmente se agregó el floculante 1, floculante 2, floculante 3 y floculante 4 en cada vaso de a poco y se agitaba por 30 segundos en cada ocasión y así hasta observar una buena floculación.

Fig. 10. Muestra de lodo floculado, Cristina Ballesteros, abril 2007

Fig. 11. Agitación de la Muestra de lodo coagulado, Cristina Ballesteros, abril 2007

Siguiendo el mismo procedimiento se acondicionaron 30 litros de desecho los cuales fueron vaceados al Geotubo de Prueba (Geotube, de donde después de varios ensayos se determino que la concentración óptima para una excelente coagulación y floculación es la siguiente:

Tabla 2. Tabla de Resultados, Cristina Ballesteros, abril 2007

Pruebas de Dewatering/ 30 marzo 2007				
Vol muestra, lt	Regulador de pH, lt	Coagulante, lt	Floculante 1, lt	Floculante 2, lt
30	7,20	18,00	0,72	0,66

. Se concluye que con la siguiente dosificación se alcanzo la más óptima Coagulación y Floculación del Lodo CrisBa (30 litros) en el siguiente orden:

Regulador de pH: 7.2lt

Coagulante + Floculante 1 + Floculante 2: 18lt + 0.72lt +0.66lt

Fig. 12 Vaceando del lodo acondicionado a la Bolsa GDT, Cristina Ballesteros, abril 2007

Fig.13 Drenaje del Lixiviado, Cristina Ballesteros, abril 2007

Tabla 3 y 4. Tabla de Resultados de sólidos y lixiviados respectivamente, Cristina Ballesteros, abril 2007

Promedios		
% peso agua	% peso aceite	% peso de solidos
53,05	0,68	41,63

Parametros del Lixiviado (30 litros de lodo floculado)							
Parámetros	Muestra 1	Muesra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Promedio	Limites Permisibles
pH	6,77	6,77	6,61	6,75	6,84	**6,75**	5>pH<9, ok =)
Conductividad, mS/cm	7,17	6	6,25	6,36	6,35	**6,43**	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Solidos [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Hierro, mg/lt	0,34	0,35	0,27	0,22	0,14	**0,26**	
Cloro libre, mg/lt	0,26	0,15	0,34	0,22	1,07	**0,41**	
DQO, mg/lt*	2081*100	1956*100	2028*100	1984*100	2067*100	**202320**	<120, tratamiento posterior

La tabla 3 es un promedio de la cantidad de sólidos, líquidos y aceite obtenido del ripio confinado en el Geotubo a los 6 y 19 días, esto se lo realizo con la prueba de la Retorta y dio los siguientes porcentajes en peso de agua, aceite y sólidos, 53%, 0.68% y 42% respectivamente. Se comparo estos valores con los valores de la prueba de retorta realizada al desecho antes de ser acondicionado (coagulado y floculado) donde se pudo apreciar que con la aplicación de esta nueva tecnología se drena una gran cantidad de agua (lixiviado), aproximadamente el 41% y por ende se confina una mayor cantidad de sólidos, aproximadamente un 38% lo cual se podría decir que son valores altos obteniendo así un alto valor de geo confinamiento de los ripios de perforación (ok!!)

Tabla 5. Tabla de porcentaje de sólidos, agua y aceite del desecho antes de ser acondicionado, Cristina Ballesteros. abril 2007

• Promedios Lodo		
• % vol. agua	• % vol. aceite	• % vol. de sólidos
• 94	• 2	• 4

La tabla 4 muestra los resultados de los análisis realizados al lixiviado proveniente del Geotubo (ver fig. 13)) donde se aprecio que tanto el pH, conductividad y Bario están dentro de los límites permisibles según la tabla 7 del anexo 2 del Reglamento Ambiental (ver tabla 1) recogiendo al final agua clara con sólidos suspendidos bajos. Hay que destacar que estos parámetros fueron tomados a los 6 días de haber realizado el proceso en el Geotubo y cumplieron que los limites permisibles según lo estipula la tabla 7 del anexo 2 del Reglamente Ambiental para las Operaciones Hidrocarburiferas (RAOH) siendo esto una ventaja sobre el sistema actual el cual tiene un tiempo lento de reacción de 2 a 6 meses para alcanzar los limites permisibles con un mantenimiento diario inicial.

4. Conclusiones

El análisis de los componentes de los fluidos de perforación tal como su origen (componentes, concentraciones) y de las características físico-químico de los desechos permite saber que método implementar al momento de Tratar los Ripios de Perforación.

La utilización de lodos en base a compuesto de aminas permite reducir considerablemente la conductividad eléctrica de los efluentes lixiviados, hasta valores inferiores a los límites permisibles según el Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en su Anexo 2 Tabla 7.

La alternativa entre todas las opciones para Tratamiento de Ripios de Perforación depende de los parámetros a regularse según sea el caso y según lo estipula el Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas aquí en el Ecuador (RAOH), de la cantidad de desechos a disponer, del área asignada para la disposición, tipo de agente fijador seleccionado según sea el caso, etc

La implementación de centros de Acopio es una buena alternativa para el tratamiento de Ripios de Perforación (Ex situ) puesto que estos ahorran espacio en taladro por lo que ese espacio podría ser utilizado para otros propósitos de la Perforación;

Según información proporcionada en taladro, en Venezuela los centros de Acopio para el tratamiento de ripios son muy utilizados.

La optimización de la ubicación de los Geotubos brindan una ventaja al mejor rendimiento de espacio en locación puesto que pueden ser apilados uno sobre otro; este punto ofrece una solución para la desventaja existente en el sistema actual, debido a que éste requiere una amplia área para su aplicación.

El orden de adición de los químicos es importante al momento de querer coagular y flocular un fluido de perforación.

5. Recomendaciones

Recomiendo:

La aplicabilidad de la propuesta experimental para de esta manera ver el comportamiento del desecho y su aplicación en los Geotubos a condiciones de taladro, previo a esto sugiero el tratamiento o acondicionamiento del desecho a escala macro (>>>30litros) para de esta manera hallar la dosis más eficiente de Reguladores de pH, Coagulantes y Floculantes (ver varias opciones) que se relacionen necesariamente con las características físico-químico del desecho.

Para aplicar la propuesta experimental, el desecho de perforación debe ser acondicionado realizando el proceso de coagulación y Floculación, para que de esta forma, se facilite y el proceso de Deshidratación y Confinamiento en el Geotubo..

Una vez floculado el lodo éste debe ser introducido de inmediato al geotubo, de no ser así se tendría que agitar el lodo floculado antes de meterlo al geotubo con el alto riesgo de que se rompan los flóculos y de esa manera drene agua (lixiviados) con un alto contenido de sólidos suspendidos.

La utilización de los ripios confinados en el Geotubo para la reforestación de zonas deforestadas puesto que éste puede ser abierto una vez que los ripios cumplan con todos los parámetros como lo exige el Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburiferas RAOH

Estudiar la utilización de los Geotubos en otras aplicaciones como en los campos de la Ing. Civil, Geología, entre otras.

Finalmente y por todo lo antes expuesto recomiendo proteger al medio ambiente asegurando la buena calidad de vida, sobretodo como en este caso, en zonas que responden a bosques, ecosistemas terrestres complejos únicos en el mundo; donde se presenten una flora extremadamente diversa con asociaciones vegetales muy sensibles a cambios en el ambiente y una alta biodiversidad

7. Agradecimientos

A Dios, a mis padres y hermanos, a los colaboradores de la empresa Qmax Ecuador S.A. en nombre de la persona Kevin King Gerente General, a mi director de tesis por sus guías y sugerencias y a todos los profesores, compañeros y amigos por compartir sus conocimientos conmigo.

8. Referencias

[1] Eweis J, Ergas S, Chang D and Schoroeder E, *Principios de Biorrecuperacion, Tratamiento para la descontaminación y regeneración de suelos y aguas subterráneas mediante procesos biológicos y físico químicos*, 1999, pp. 185-199.

[2] *Waste Managment / Sistema De Disposición de Cortes,* información proporcionada por Ing. Mónica Jara (Brant Tuboscope), octubre del 2006

[3] *Sistema de Tratamiento de Ripios: Landfarming*, información proporcionada por el Ing. Mario Puente (Ecuambiente), abril del 2007

[4] Reglamento Ambiental para as Operaciones Hidrocarburíferas (RAOH) disponible en *http://www.menergia.gov.ec/secciones/ambiental/dinapaControl.html*