Caracterización del Conglomerado Basal de Tiyuyacu para la Correcta Aplicación de Brocas en los Campos Yanaquincha Este y Limoncocha en el Complejo Indillana

Alex Mauricio Monzón Rivas(1)
Ing. Héctor Román F(2)
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra(1)(2)
Escuela Superior Politécnica del Litoral (1)(2)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral(1)(2)
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador(1)(2)
alexai29@hotmail.com(1), hecroman2001@yahoo.com(2)

Resumen

Este trabajo presenta mapas estructurales del Conglomerado Basal de Tiyuyacu en los campos Yanaquincha Este y Limoncocha, mapas del tope y base del conglomerado en cada uno de estos campos, así como su vista como superficie, permitiéndonos tener una idea del comportamiento de la formación, su espesor y direccionamiento. También se muestra un análisis petrográfica del tipo de roca que constituye el Conglomerado Basal de Tiyuyacu, que nos permite conocer la dureza, abrasividad, resistencia de la roca que constituye esta formación.

Como se conoce la mayoría de perforaciones realizadas en el oriente ecuatoriano, al llegar al Conglomerado Basal de Tiyuyacu, se ve forzada a realizar un cambio de broca de PDC a una Tricónica por la dureza que presenta el chert que caracteriza esta formación.

Los parámetros de dureza, espesor, abrasividad que se lograron encontrar y que se exponen en este proyecto nos permiten conocer el camino o ruta más conveniente a seguir al momento de perforar con nuestra broca, permitiéndonos ser más eficientes al momento de perforar la formación.

Este trabajo presenta también una descripción de las partes que constituyen las brocas, así como un detalle del rendimiento y eficiencia de las brocas PDC y Tricónica, concluyendo cual es económicamente más rentable de las dos.

Palabras clave: *conglomerado, Tiyuyacu, basal, caracterización, brocas.*

Abstract

This paper presents structural maps of the basal conglomerate in the fields Tiyuyacu Yanaquincha East and Limoncocha, top and base maps of the cluster in each of these fields, as well as his sight as a surface, allowing us have an idea of the conduct of training, its thickness and direction. Also shown is a petrographic analysis of rock type is the Basal Conglomerate Tiyuyacu, which allows us to hardness, abrasion resistance, the rock that makes this training.

As is known most boreholes in eastern Ecuador, arriving at Tiyuyacu Basal Conglomerate, is forced to make a change to a PDC bit tricone the hardness of the chert that characterizes this formation.

The parameters of hardness, thickness, abrasion which managed to find and explained in this project allow us to know the way or most convenient route to follow when we drill bit, allowing us to be more efficient when the training drill.

This paper presents a description of the parts that make up the drills, as well as detailing the performance and efficiency of PDC bits and Tricon, which is economically concluding most profitable of the two.

Keywords: *cluster, Tiyuyacu, basal, characterization, bits.*

1. Antecedentes y descripción del Problema

Muchas de las áreas de trabajo del oriente ecuatoriano en las que se desarrollan tareas de perforación, están conformadas por estratos sumamente duros y abrasivos, que repercuten a la hora de perforar un pozo.

La perforación en zonas constituidas por diferentes tipos de rocas y conglomerados que por sus características, dificultan las tareas de perforar un pozo, conllevando al incremento en los gastos y tiempo de perforación.

El presente trabajo va encaminado a presentar, un estudio del Conglomerado Basal de Tiyuyacu, zona que por su dureza y abrasividad, a originado problema en el desempeño de las brocas.

Los pozos en el oriente ecuatoriano se han venido perforando de forma similar, debido a que las formaciones que se atraviesan en dicho proceso, muestran similitudes significativas.

Para atravesar el conglomerado basal de Tiyuyacu se utiliza una broca tricónica de 12 1/4" con insertos ya que esta zona es muy abrasiva y dura. Esta sección se encuentra constituida de conglomerado con bloques angulares a redondeados de cuarzo y sílice, areniscas cuarzosas y feldespáticas. El espesor de esta zona es de alrededor de 350-550ft.

Luego se atraviesa la formación Tena y parte de la formación Napo. En la formación Tena encontramos arcillas de alta plasticidad con leves intercalaciones de limolita, se debe tener extremo cuidado en ésta zona para evitar embolamientos de la broca. En la sección de Napo encontramos una sucesión de lutitas negras, calizas grises a negras y areniscas calcáreas. La broca PDC a utilizar debe ser de alta densidad de cortadores, estructura de corte reforzada y área libre de flujo.

El casing utilizado es de 9 5/8" para el hueco de 12 1/4".

El resto de la formación Napo y Hollín se perforan con una broca PDC de 8 1/2". En esta sección del pozo se coloca un liner de 7".

Debido a estos incrementos, generados al realizar el cambio de broca durante la perforación, se ha intentado atravesar el Conglomerado Basal con brocas PDC, logrando en algunos casos perforarlo sin mayores complicaciones generando grandes beneficios: menos gastos, ya que el tiempo de perforación del pozo disminuye y uso de menos brocas. Pero en ocasiones, por la dureza y abrasividad de esta sección de la formación Tiyuyacu, la broca ha salido totalmente anillada.

Presentación de Métodos, Técnicas o Instrumentos de Investigación Aplicados en el Trabajo.

Para la presente investigación se necesitó de registros de perforación de los pozos en el complejo Indillana, que se pudieron haber corrido en la zona de estudio, en este caso el Conglomerado Basal de Tiyuyacu. De los registros se extrajo datos de profundidad a la que se encontraba la formación, espesor de la misma, coordenadas en superficie del pozo, así como la coordenadas en el punto de contacto entre la broca y el Conglomerado Basal de Tiyuyacu.

Se priorizara el trabajo con registros Master Log, ya que este presenta la descripción litológica de la formación, que será de vital importancia para el proyecto. Con los datos obtenidos de los registros se procederá a ingresarlos en Surfer 8, que es el software que se utilizó para graficar los mapas estructurales de los campos de estudio en el Complejo Indillana. Se realizará el análisis de las brocas PDC y TRICONICA, para concluir cual es más eficiente.

Método de trabajo: Luego de tener los registros de perforación, se realiza un cuadro de Excel en el que constan los valores que se utilizarán para el desarrollo de los mapas estructurales, valores de profundidad del tope y base del Conglomerado Basal de Tiyuyacu, coordenadas de los topes y base de la formación, para esto se realizará la corrección de las coordenadas de superficie, utilizando los Survey de cada pozo.

Se realizará la descripción litológica de cada campo, conociendo así el porcentaje de roca que la constituye.

Por ultimo se analizará los pozos que se perforaron con broca PDC y TRICONICA, se tomarán en cuenta sus ratas de penetración para concluir, cual de las dos brocas se desempeña mas eficientemente en el Conglomerado Basal de Tiyuyacu.

Obtención de datos: Investigación bibliográfica, entrevista con técnicos, análisis de datos, elaboración de hoja electrónica de Excel.

2. Caracterización del Conglomerado Basal de Tiyuyacu

La Cuenca Oriente es una continuación geológica de la Cuenca Oriental Colombiana, que ha continuado hacia el sur en territorio Ecuatoriano y continúa a lo largo de este hacia el Perú.

Esta Cuenca está situada en una zona fuera del plegamiento principal, es decir fuera de la cordillera que constituye los Andes, los efectos de orogenia, como también los movimientos epirogénicos, se exhiben en un grado mas reducido, razón por la que se manifiesta una cierta monotonía de afloramientos rocosos por extensas superficies. Por eso la Cuenca

Oriente presenta un aspecto geológico relativamente sencillo a lo largo de toda su extensión.

Conglomerado Basal en el Campo Yanaquincha Este

El Conglomerado Basal de Tiyuyacu en el campo Yanaquincha Este se encuentra conformado de chert de color amarillo negro, gris oscuro, gris, muy duro, fragmento concoidal. Presencia de arcilla de color café rojizo, rojo ladrillo, moderadamente duro, con bloques irregulares.

También se observa presencia de conglomerado, de color blanco, gris ligero, traslucido-transparente suelto, muy grueso, con presencia de cuarzo, angulares en pequeñas cantidades, con presencia también de arenisca, sin presencia de cemento ni de porosidad.

Conglomerado Basal en el Campo Limoncocha.

Presencia de chert, de color negro a gris, gris ligero, naranja, amarillo apizarrado; blanco, duro, angular, con presencia de fractura concoidal, asociado con arenisca.

Arcilla con un color rojo ladrillo a café rojizo, café, menor en color crema, suave a moderadamente duro, irregular, no calcáreo.

Descripción de los Minerales Formadores del Conglomerado Basal de Tiyuyacu.

Cuarzo.

El cuarzo es el mineral más frecuente y se distingue con facilidad del feldespato, en lámina delgada, por la ausencia de alteración (incoloro), carece de maclas y no tiene exfoliación visible o es muy imperfecta. Puede tener inclusiones fluidas que, si son pequeñas y numerosas, dan al cuarzo un aspecto pulverulento.

Puede adoptar numerosas tonalidades si lleva impurezas, su dureza es tal que puede rayar los aceros comunes.

Se utiliza como abrasivo bajo el nombre de arena silícea, y se considera el abrasivo mas usado por su bajo precio. Se lo emplea en la fabricación de lijas, discos o bloques y principalmente en sistemas de abrasión por medio de un chorro de arena a presión.

Sílice.

Es el segundo elemento más abundante del planeta y se encuentra en la mayoría de las aguas.

Es el constituyente común de las rocas ígneas, el cuarzo y la arena. La sílice existe normalmente como óxido (SiO_2 en la arena y como silicato SiO_3). Puede estar en forma insoluble y soluble.

Muchas aguas naturales contienen menos de 10mg/l de sílice, algunas pueden llegar hasta 80mg/l. Las aguas volcánicas la contienen en abundancia.

Es importante el conocimiento del contenido de la sílice en aguas de uso industrial, como calderas de alta presión, ya que se evita la formación de depósitos duros de sílice en los tubos de las calderas y aspas de las turbinas de vapor.

Feldespato.

Es el mineral más común sobre la corteza terrestre.

Se encuentra en cada uno de los tres tipos de rocas más comunes, pero es más común encontrarlo en las rocas ígneas intrusivas, como el granito, en donde los cristales son blancos o rosados.

Hay diferentes tipos de feldespato. Excepto por su color, los dos tipos mas comunes de feldespato son difíciles de diferenciar. El color puede ser de gran ayuda, pero hay que tener en cuenta que el mismo mineral puede tener colores diferentes.

Conglomerado.

Es una roca sedimentaria de tipo detrítico formada por cantos redondeados de otras rocas unidos por un cemento. Se distingue de las brechas en que estas consisten en fragmentos angulares. Ambas se caracterizan porque sus fragmentos constitutivos son mayores que los de la arena > 2mm.

Mapas Estructurales de los Campos de Estudio.

Para esta parte del presente estudio se procedió al desarrollo de los mapas estructurales partiendo de las coordenadas en superficie de los pozos y la profundidad a la cual se alcanzaba el tope y la base del Conglomerado Basal de Tiyuyacu.

Se presenta a continuación a mas de los mapas estructurales la imagen en tres dimensiones de la superficie que se grafica.

Mapa Estructural del Tope del Conglomerado Basal de Campo Limoncocha.

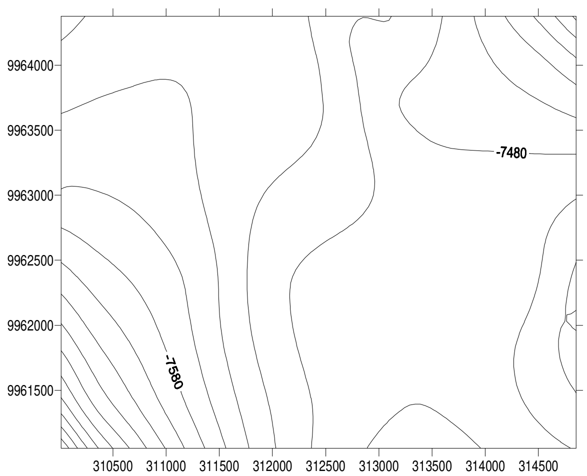

Figura 1. Tope de Conglomerado Limoncocha. Alex Monzón.

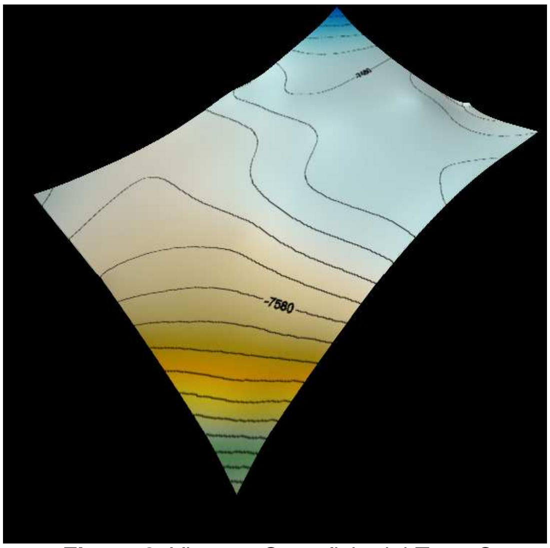

Figura 2. Vista en Superficie del Tope C. Limoncocha. Alex Monzón.

Mapa Estructural de la Base del Conglomerado Basal de Campo Limoncocha.

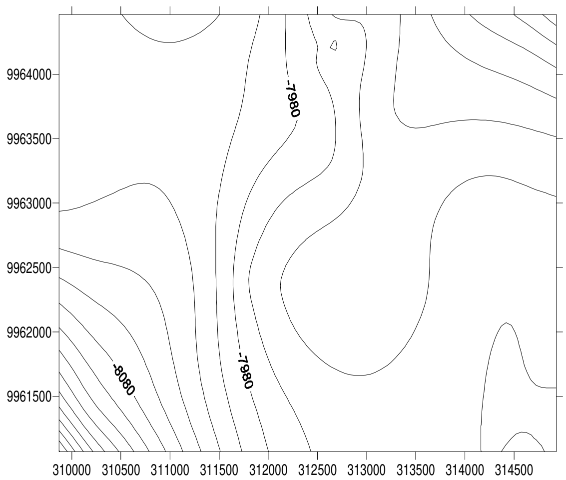

Figura 3. Base de Conglomerado Limoncocha. Alex Monzón.

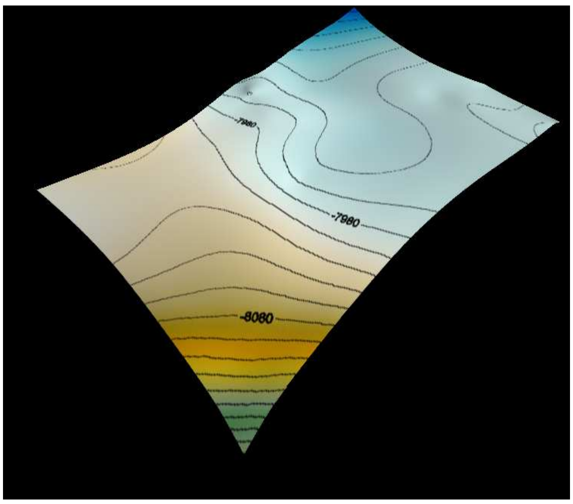

Figura 4. Vista en Superficie de la Base de Limoncocha. Alex Monzón.

Mapas Estructurales del Tope Yanaquincha Este.

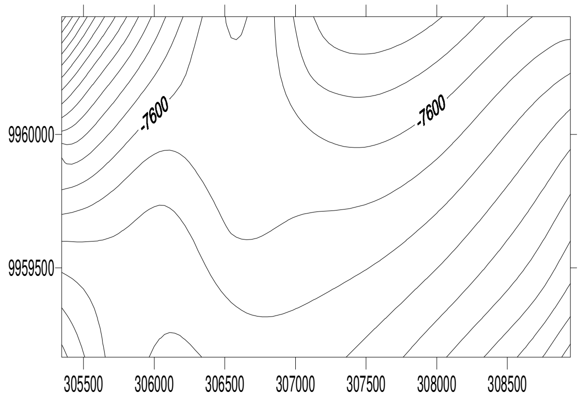

Figura 5. Tope Yanaquincha Este. Alex Monzón.

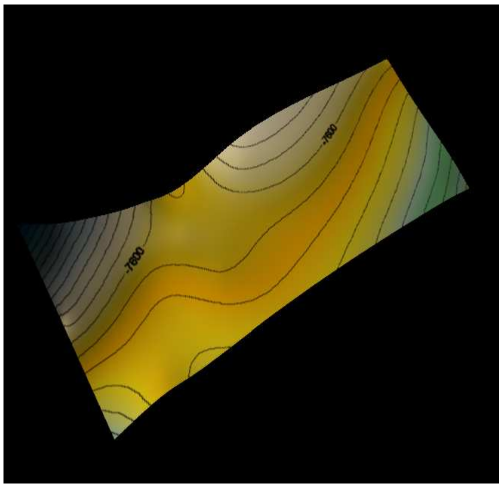

Figura 6. Vista en Superficie del Tope Yanaquincha Este. Alex Monzón.

Mapa Estructural de la Base Yanaquincha Este.

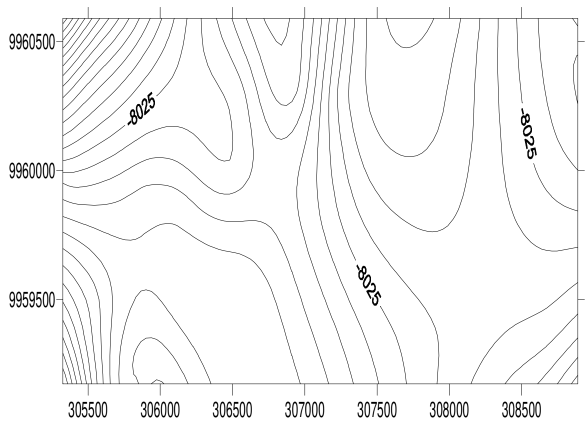

Figura 7. Base de Yanaquincha Este. Alex Monzón.

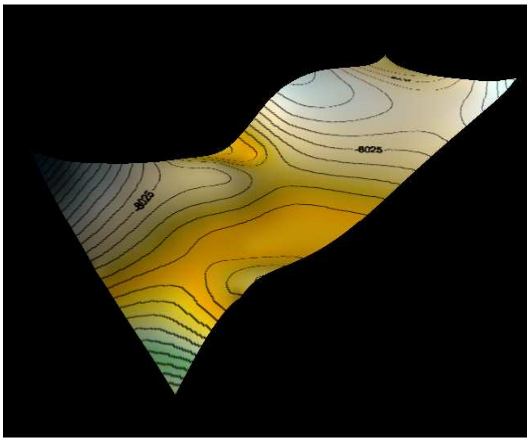

Figura 8. Vista de Superficie Yanaquincha Este. Alex Monzón.

3. Aplicaciones de Brocas

Tipos de Brocas Ticónicas.
Entre las brocas tricónicas tenemos: Brocas tricónicas con dientes de acero y brocas tricónicas con insertos de carburo de tungsteno.

Brocas Tricónicas de Insertos.
Este tipo de broca tiene insertos de carburo de tungsteno conocido como compactos, los cuales son colocados a presión; poseen diferentes tamaños y formas según la aplicación requerida. El cono es formado a partir de piezas forjadas de aleación de acero, níquel molibdeno y cromo y posteriormente carburado, y templado en aceite. Los insertos son colocados posteriormente.

Brocas Tricónicas de Dientes de Acero.
Poseen como estructura de corte conos de acero maquinados a partir de piezas forjadas de aleación de acero, níquel, molibdeno y cromo, las cuales son carburadas y revestidas de un material duro (revestimiento duro) que contiene partículas de carburo de tungsteno y que es adherido mediante un proceso de oxiacetileno, cuya función es proteger y alargar la vida útil de las broca.

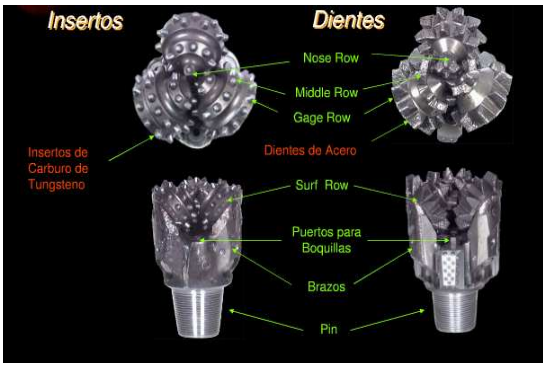

Figura 9. Partes de una Broca Tricónica. Halliburton.

Utilización de Brocas Tricónicas con Insertos.
En formaciones que:
Para tramos superficiales en los que existen piedrones.
En secciones arcillosas en los que no justifique la utilización de una broca PDC (DIAMANTE POLICRISTALINO COMPACTO) debido a lo corto de la sección y por consiguiente al costo de la sección.
En estratos conglomeráticos de gran espesor en los cuales utilizar una broca PDC seria la aplicación correcta
En ciertas cuencas en el oriente en los que existen intrusivos (rocas ígneas) o litologías que no son perforables por cizallamiento sino por impacto, triturando y resquebrajando la roca, aplicando pesos altos para comprimir la formación hasta que falle.
En el caso que existiera chatarra en el fondo del pozo.
En pozos direccionales en los que el trabajo de construcción sea severo, es necesario tener elementos móviles (triconos) al fondo del pozo para facilitar el trabajo de direccional y disminuir el torque.
Para limpieza de cemento y sus elementos en fase de completación.

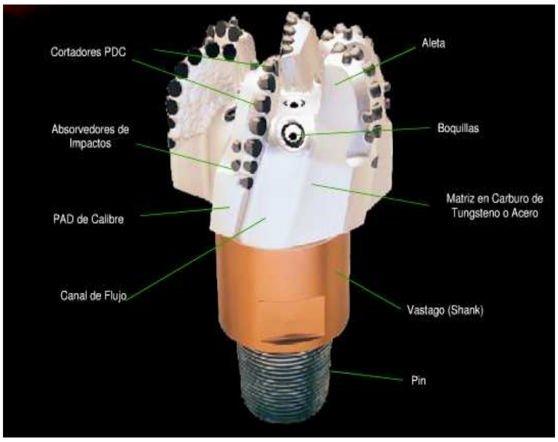

Figura 11. Partes de una Broca PDC. Halliburton.

Correcta Aplicación.
El principio de trabajo de una broca PDC se relaciona al desbaste o cizallamiento tal como los tornos desbastan el metal. El uso de brocas PDC se ha hecho muy general debido a los adelantos que se ha logrado en el estudio de la resistencia al desgaste e impacto de estos cortadores, por lo que en la actualidad su utilización es amplia. Todas las formaciones del Oriente Ecuatoriano son perforables con brocas PDC.
Teniendo en cuenta el grado de agresividad o no de la broca, podemos decir que esta en relación directa entre la cantidad de aletas y tamaño de cortadores; la cual en mostrada en forma en forma muy general de la siguiente tabla:

TABLA 1. Correcta Aplicación de Brocas

FORMACIONES	CANTIDAD DE ALETAS	TAMAÑO DE CORTADORES
BLANDAS	< a 4	Grandes 19mm
MODERADAS	5 a 7	Medianos 16 a 13mm
DURAS	> a 7	Pequeños 8mm

Análisis Comparativo del Desempeño entre Brocas PDC y Tricónicas.

En los resultados que se obtuvieron, basándonos en los promedios dados por la empresa de servicios Halliburton, la configuración PDC – Tricónica se sigue desempeñando mejor. El conglomerado logró perforarse con broca PDC, pero para que esta configuración sea totalmente eficiente, la configuración PDC-PDC debe atravesar la parte superior de la sección 12 ¼" mínimo a 71 f/h o mayor y el Conglomerado Basal de Tiyuyacu mínimo 41 ft/h o mayor, de lo contrario será mas recomendable perforar con la configuración de brocas PDC y Tricónica.

4. Análisis Económico

Gastos.

En los gastos se consideran todos aquellos que se originan a partir de la operación de cambio de broca de PDC a Tricónica, y que no aparecerían si la formación Basal de Tiyuyacu se perforara sin realizar este procedimiento.

Estos gastos dependen del tiempo que se emplee en el cambio de broca, teniendo como profundidad promedio 7.247 ft y conociendo que en promedio se retiran del pozo 1000 ft por cada hora de trabajo. A esta profundidad se tarda entre 6 y 7 horas en sacar a superficie la broca.

Se tienen costos estimados de alrededor de $69.842,43, valores de los servicios que se realizan diariamente en el taladro, considerando los servicios más importantes y los que se realizan con mayor frecuencia.

Para la perforación del Conglomerado Basal de Tiyuyacu se ha utilizado brocas PDC de doble estructura de corte, resistentes a la abrasión al impacto y a la integridad termomecánica, resultando entre 1 y 2 horas más rápida que una broca Tricónica.
Entonces:

Tabla 2. Costos en tiempo

TIEMPO	COSTOS $.
1 Día	69.842,43
1 h	2.910,10
13 a 16 horas	37.831,3 a 46.561,6

Los costos que se originan al perforar el Conglomerado Basal Tiyuyacu con una broca Tricónica es de 37.831,3 a 46.561,6 dólares aproximadamente, resultado de las 15 a 18 horas de trabajo extra.

5. Conclusiones y Recomendaciones

En los campos Limoncocha y Yanaquincha Este se presenta concordancia en el tope y la base de cada uno de las capas, con el reservorio.

Estos campos presentan un alto porcentaje de chert en la parte constitutiva de la formación.

El espesor promedio de la formación es de alrededor de 450 ft, lo que lo hace ideal para atravesarla con una sola broca PDC. Esto nos permitirá, al momento de perforar, tener una mejor idea de cuál es la mejor trayectoria que se debe tener al atravesar esta formación, debido al menor espesor y menor abrasividad, evitando de esta forma realizar cambios de broca de PDC a Tricónica y optimizar tiempos y costos.

Ahorro de entre US$37.831,30 a US$46.561,6, si el promedio de la rata de penetración no es menor al de una broca PDC y TRICONICA.

En los campos Limoncocha y Yanaquincha este presentan detalles considerables del Conglomerado Basal de Tiyuyacu.

En los campos con menos cantidad de pozos se generan mapas más distorsionados que pueden ser mejorados.

El Conglomerado Basal de Tiyuyacu es perforable con PDC pero bajo análisis se debe preveer que tan rentable resulte hacerlo con este tipo de brocas partiendo de factores como el tiempo y dinero.

Se deberían correr registros a formaciones que al igual que el Conglomerado Basal de Tiyuyacu generan problemas al perforar, de forma que se tenga la suficiente información para contribuir con proyectos como este dando mapas mucho más precisos.

Se recomienda utilizar en la broca cortadores PDC con alta resistencia a la abrasión, al impacto y a la integridad termo mecánica. Con cortadores de 19 mm doble estructura de corte en nariz, hombro y calibre.

6. Agradecimiento.

Agradezco al ingeniero Carlos Galárraga especialista en brocas de Halliburton por sus conocimientos brindados, de igual forma al ingeniero Héctor Román director de tesis, por su tiempo y dedicación en la realización del presente trabajo. Un agradecimiento especial a la ingeniera María del Carmen Manzo por su apoyo incondicional

7. Referencias

http://library.wur.nl/isric/kaart/origineel/EC12006_SO.jpg

http://library.wur.nl/isric/kaart/origineel/EC12006_SO.jpg

http:/www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/../1/5896.pdf

http://www.scribd.com/doc/24882797/Brocas-de-Perforacion-by-Halliburton

http://www.scribd.com/doc/24882797/Brocas-de-Perforacion-by-Halliburton

http://www.dspace.espol.edu.ec/.../Tesis%20de%20Grado%20_
Raúl%20Antonio%20García%20Villarroel_.pd