

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra



“Implementación de la herramienta zapata rimadora para bajar casing en pozos direccionales con zonas problemáticas en el campo ESPOL 18”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO EN PETRÓLEO

Presentada por:

Johnny Israel Ruiz Buchelli

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2014

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme la oportunidad de llegar a ser un profesional y ser guía en el camino durante mi carrera.

A mis padres por haberme dado su apoyo incondicional durante todos los momentos que he pasado en mi vida, a mis hermanas y a mis amigos por ser mi motivación cada día y estar en los momentos más difíciles.

Especialmente agradezco a mis amigos Ing. Ronny Maldonado, Ing. Daniel Serrano A. y a la Ing. Jessica Jara A. que gracias a sus ayudas he podido culminar con esta Tesis de Grado.

A mis profesores por brindarme sus conocimientos y enseñanzas, finalmente un eterno agradecimiento a mi querida ESPOL por abrirme las puertas y prepararme como profesional.

Johnny Ruiz Buchelli

DEDICATORIA

La realización de este Proyecto de Grado se la dedico a Dios por ser mi guía en toda mi carrera.

A mis padres Sr. Johnny Ruiz Neira y María Angélica Buchelli Andrade por ser el motor principal en mi vida.

A mis hermanas Johanna y Wendy Ruiz Buchelli por brindarme la motivación y apoyo cuando lo necesitaba.

A mi hermano Ab. Xavier Cuadros Añazco por darme aliento y fuerzas cuando más lo necesitaba. Por ellos soy lo que soy ahora.

Johnny Ruiz Buchelli

TRIBUNAL DE GRADUACION

Ing. Xavier Vargas

Director

Ing. Alberto Galarza

Vocal Principal

Phd. Elizabeth Peña

Decana de la FICT

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

Johnny Ruiz Buchelli

RESUMEN

El presente tema se basa en la aplicación de una herramienta de perforación “Zapata Rimadora”, nueva tecnología empleada cuando se presentan problemas de restricción en la formación, que dificultan la corrida de tubería de revestimiento.

Para el desarrollo de este trabajo se tomó en cuenta las características estratigráficas de las formaciones en el campo ESPOL 18 y las operaciones de revestimiento del pozo FICT 18-A en una determinada sección y profundidad.

El capítulo principal corresponde a las características técnicas de la Zapata Rimadora; sin embargo, vamos a dar un mayor énfasis al funcionamiento y operación de la misma, teniendo en cuenta las ventajas y desventajas que se pueden presentar en la corrida de esta herramienta.

Para solucionar el problema que se genera al bajar tubería de revestimiento en una determinada sección se deben conocer los inconvenientes al revestir un pozo direccional, el origen de los problemas que se presentan en las formaciones y el programa de perforación del pozo FICT 18-A.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
ABREVIATURAS.....	X
SIMBOLOGÍA.....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
CAPÍTULO 1.....	16
ASPECTO GENERALES.....	16
1.1 Introducción.....	16
1.2 Objetivos.....	17
1.2.1 Generales.....	17
1.2.2 Específicos.....	17
1.3 Justificación.....	18
CAPITULO 2.....	19
ESTATIGRAFIA DEL CAMPO ESPOL 18.....	19
2.1 Introducción.....	19
2.2 Descripción de las formaciones.....	19
2.1.1 Cuaternario.....	19
2.1.2 Chalcana.....	21
2.1.3 Orteguaza.....	22
2.1.4 Tiyuyacu.....	23
2.1.4.1 Conglomerado Tiyuyacu Inferior.....	24
2.1.5 Tena.....	24
2.1.5.1 Basal Tena.....	25
2.1.6 Napo.....	26

2.1.6.1 Caliza "M-1"	26
2.1.6.2 Caliza "M-2"	27
2.1.6.3 Arenisca "U"	27
2.1.6.3.1 Superior	27
2.1.6.3.2 Inferior	28
2.1.6.4 Caliza "B"	28
2.1.6.5 Arenisca "T"	29
2.1.6.5.1 Superior	29
2.1.6.5.2 Inferior	29
2.1.6.6 Caliza "C"	30
2.1.6.7 Arenisca "Hollín"	30
2.1.6.7.1 Superior	30
2.1.6.7.2 Principal	31
CAPITULO 3	32
SARTA DE PERFORACIÓN.	32
3.1 Introducción.....	32
3.2 Funciones	33
3.3 Componentes.....	33
3.3.1 Broca	33
3.3.2 Bit Sub.....	34
3.3.3 Float Sub	35
3.3.4 Drill Collars	35
3.3.5 Heavy Weight Drill Pipe	36
3.3.6 Cross Over	37
3.3.7 Estabilizadores	37
3.3.8 Rimadores	38

3.3.9 Martillos	38
3.3.10 Motores de Fondo.....	39
CAPITULO 4	40
ANALISIS TECNICO DE LA ZAPATA RIMADORA.....	40
4.1 Función	40
4.2 Características	41
4.3 Descripción grafica de la Zapata Rimadora	41
4.4 Ventajas	42
4.5 Desventajas	42
CAPITULO 5	43
APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA EN EL POZO	43
5.1 Introducción.....	43
5.2 Identificación del problema con su respectiva soluciones.....	43
5.1.1 Perforación de hoyo 12 ¼” y revestidor de 9 5/8” (6,136’ – 10,750’) ...	44
5.1.2 Análisis y solución a los problemas presentados en la sección 9 5/8” ...	46
5.1.3 Tabla comparativa de costos operacionales.	49
5.3 Procedimiento Operacional para Corrida de la Herramienta.....	50
CAPITULO 6	52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
6.1 Conclusiones.....	52
6.2 Recomendaciones.....	53
Bibliografía.....	55
ANEXOS	56
ANEXO A. Tabla de especificación Técnica de la Zapata Rimadora.....	57
ANEXO B. Esquema mecánico del pozo FIC	
T 18 A.	58

ABREVIATURAS

API	American Petroleum Institute
AZ	Azimut
BHA	Sistema de perforación de fondo
RPM	Revoluciones por minuto
TD	Profundidad total
PDC	Policristalina de diamantes compactos
TVD	Profundidad vertical verdadera
MD	Profundidad medida
TDS	Top Drive System
GPM	Galones por minuto
Ft	Pies
Hr	Horas

Klb	Kilo libras
Psi	Libras sobre pulgada cuadrada
FICT 18-A	Nombre del pozo petrolero
Psia	Libra por pulgada cuadrada absoluta

SIMBOLOGÍA

%	Porcentaje
°	Grados
\$	Dólares Americanos

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.3.1 Broca triconica de insertos.....	34
Fig 3.2 Bit Sub (Caja-Caja).	34
Fig.3.3: Float Sub.....	35
Fig.3.4: Drill collars.....	36
Fig. 3.5: Standard Integral HWDP/ Spiral Integral HWDP	36
Fig. 3.6: Crossover sub (Pin y Box).....	37
Fig. 3.7: Estabilizadores	37
Fig. 3.8: Martillo Hidraulico.	38
Fig. 4.9: Zapata Rimadora	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I: Descripción de la formación Cuaternario.....	20
Tabla II: Descripción de la formación Chalcana.....	21
Tabla III: Descripción de la formación Orteguzza.....	22
Tabla IV: Descripción de la formación Tiyuyacu.....	23
Tabla V: Descripción de la formación Conglomerado Tiyuyacu Inferior.....	24
Tabla VI: Descripción de la formación Tena.....	25
Tabla VII: Descripción de la formación Basal Tena.....	25
Tabla VIII: Descripción de la formación Napo.....	26
Tabla IX: Descripción de la formación Caliza “M-1”.....	26
Tabla X: Descripción de la formación Caliza “M-2”.....	27
Tabla XI: Descripción de la formación Arenisca “U” Superior.....	27
Tabla XII: Descripción de la formación Arenisca “U” Inferior.....	28
Tabla XIII: Descripción de la formación Caliza “B”.....	28

Tabla XIV: Descripción de la formación Arenisca “T” Superior.....	29
Tabla XV: Descripción de la formación Arenisca “T” Inferior.	29
Tabla XVI: Descripción de la formación Caliza “C”.....	30
Tabla XVII: Descripción de la formación Arenisca “Hollín” Superior.	30
Tabla XVIII: Descripción de la formación Arenisca “Hollín” Principal.....	31
Tabla XIX: Tabla comparativa de costos operacionales	49

CAPÍTULO 1

ASPECTO GENERALES

1.1 Introducción

En las operaciones de perforación de pozos direccionales se presentan problemas de diferentes circunstancias, pero en este trabajo nos enfocaremos en el problema y solución de corridas de “Casing” aplicando la herramienta Zapata Rimadora en la revestida de la pared del pozo FICT 18-A.

Para solucionar este problema se analizará su aplicación, en la cual reemplaza la Zapata Guía que se utiliza convencionalmente cuando no hay problema de restricción en un pozo direccional.

Se analizará su aspecto técnico tanto como sus ventajas y desventajas que tiene esta herramienta y los beneficios que tendrá en la aplicación al

presente problema dando como conclusión la importancia que tiene en su aplicación.

1.2 Objetivos

1.2.1 Generales

- Análisis del pozo FICT 18-A en la aplicación de la herramienta Zapata Rimadora.

1.2.2 Específicos

- Describir las características técnicas con su respectiva tabla de especificaciones.
- Detallar el procedimiento que se debe de seguir en la corrida de "Casing".
- Establecer las ventajas y desventajas que presenta esta herramienta.

1.3 Justificación

Este trabajo se realizo por medio de los conocimientos adquirido en la formación profesional y gracias a la ayuda mediante la disposición de libros en temas hidrocarburíferos, literatura sobre ingeniería de petróleos y gas.

Con la ayuda de recursos tecnológicos como: websites enfocados en la perforación de pozos direccionales, hemos logrado obtener la mayor información disponible para dar paso a la elaboración del presente trabajo.

CAPITULO 2

ESTATIGRAFIA DEL CAMPO ESPOL 18

2.1 Introducción

En este capítulo analizaremos detalladamente las características litológicas de cada formación en el pozo FICT 18-A debido a su importancia para la selección y control de parámetros de la herramienta a utilizar. Las principales propiedades se detallan a continuación

2.2 Descripción de las formaciones

2.1.1 Cuaternario

El Cuaternario esta caracterizado por una secuencia estratigráfica compuesta de arcillolitas, areniscas y conglomerado en la parte superior e intercalaciones de limolitas en la parte inferior.

Litología	Descripción
Arcillolita	Café clara, café amarillenta, café rojiza, suave a moderadamente dura, forma irregular a blocosa, aspecto ceroso, sin reacción calcárea. Soluble y plástica.
Arenisca	Hialina, gris clara, transparente a translúcida, suelta a friable, grano fino a medio, cuarzosa y lítica, sub angular a sub redondeado, pobre selección, matriz argilácea o matriz no visible, cemento calcáreo, porosidad no visible. Sin manifestación de hidrocarburo.
Conglomerado	Gris oscuro, amarillo, negro, translucido, suelto, grano medio a grueso, cuarzoso, sub angular a angular, moderada selección, matriz no visible, cemento no visible, porosidad no visible.
Limolita	Café clara, café amarillenta, suave a moderadamente dura, forma irregular a blocosa, textura terrosa, sin reacción calcárea.

Tabla I: Descripción de la formación Cuaternario.

FUENTE: Datos litológicos ESPOL 18

2.1.2 Chalcana

Está comprendida principalmente de arcillolitas intercaladas con areniscas y limolitas, con presencia de lentes de anhidrita y carbón en la parte superior.

Litología	Descripción
Arcillolita	Café amarillenta, púrpura oscura, gris verdosa, suave a moderadamente dura, forma blocosa a irregular, aspecto cerosa, ligeramente calcárea. Soluble y plástica. En partes con inclusiones de micro pirita.
Arenisca	Hialina, blanca, gris, transparente a translúcida, suelta a friable, grano fino a muy fino, cuarzosa, redondeada a sub redondeada, moderada selección, en partes matriz argilácea, cemento calcáreo, pobre porosidad visible. Sin manifestación de hidrocarburo.
Anhidrita	Blanca, translúcida, suave, amorfa.
Carbón	Negro, suave, irregular, liso, puede presentar inclusiones de micro pirita.
Limolita	Gris clara, verde clara, café amarillenta, suave a moderadamente dura, forma blocosa, aspecto terrosa, con ligera reacción calcárea. Puede presentar inclusiones de micro mica.

Tabla II: Descripción de la formación Chalcana.

FUENTE: Datos litológicos ESPOL 18

2.1.3 Orteguaza

Esta comprendida principalmente de lutita; la cual presenta intercalaciones de arcillas en la parte superior, limolitas en toda la estructura, y lentes de arenisca hacia la parte inferior.

Litología	Descripción
Arcillolita	Gris clara, café oscura, moderadamente dura, forma blocosa, aspecto cerosa a terrosa, sin reacción calcárea.
Arenisca	Gris clara, blanca, hialina, translúcida a transparente, friable, grano fino a muy fino, cuarzosa, sub redondeada a redondeada, moderada selección, matriz no visible, cemento no visible, porosidad no visible. Sin manifestación de hidrocarburo.
Lutita	Gris verdosa, verde, suave a moderadamente dura, corte laminar, fisil, planar, aspecto cerosa, sin reacción calcárea, puede presentar inclusiones de micro pirita
Limolita	Gris claro, verde claro, café oscuro, moderadamente dura, forma blocosa, aspecto terroso, sin reacción calcárea. Presenta inclusiones de micromica. Gradando a una arenisca de grano muy fino.

Tabla III: Descripción de la formación Orteguaza.

FUENTE: Datos litológicos ESPOL 18

2.1.4 Tiyuyacu

La Formación Tiyuyacu está constituida por arcillolitas, conglomerados, intercalaciones de limolitas y areniscas.

Litología	Descripción
Arcillolita	Café rojizo, café, rojo ladrillo, moderadamente dura, forma blocosa a irregular, aspecto terroso, sin reacción calcárea.
Arenisca	Gris, blanca, translúcida, friable, grano fino a muy fino, cuarzoso, redondeada a sub redondeada, moderada selección, matriz argilácea, cemento no visible, pobre porosidad visible. Sin manifestación de hidrocarburo.
Conglomerado	Amarillo, blanco, translucido, suelto, grano medio a grueso, cuarzoso, angular a sub angular, moderada selección, matriz no visible, cemento no visible, porosidad no visible.
Limolita	Café, café rojizo, moderadamente dura a suave, forma irregular a blocoso, aspecto terroso, sin reacción calcárea. Gradando a una arenisca de grano muy fino.

Tabla IV: Descripción de la formación Tiyuyacu.

FUENTE: Datos litológicos ESPOL 18

2.1.4.1 Conglomerado Tiyuyacu Inferior

El conglomerado de Tiyuyacu está constituido por una secuencia de conglomerado Chertoso con intercalaciones de arcillolitas.

Litología	Descripción
Arcillolita	Café rojizo, café, rojo ladrillo, moderadamente dura, forma blocosa a irregular, aspecto terroso, sin reacción calcárea.
Conglomerado Chert	Negro, gris oscuro, mostaza, muy duro, de fragmento angulares quebrados, con fracturas concoidal

Tabla V: Descripción de la formación Conglomerado Tiyuyacu Inferior.

FUENTE: Datos litológicos ESPOL 18

2.1.5 Tena

Está comprendida por arcillolitas con intercalaciones finas de limolitas, y presencia de niveles de areniscas.

Litología	Descripción
Arcillolita	Café, café amarillento, café rojizo, moderadamente duro, forma irregular a blocosa, aspecto terroso a ceroso, ligeramente calcáreo.
Arenisca	Gris claro, blanca, translúcida, friable, grano muy fino a fino, cuarzoso, redondeada a sub redondeada, buena selección, matriz argilácea, cemento calcareo, pobre porosidad visible. Sin manifestación de hidrocarburo.
Limolita	Café, Café rojizo, gris claro, moderadamente duro a suave, forma blocoso, aspecto terroso, ligeramente calcárea.

Tabla VI: Descripción de la formación Tena.

FUENTE: Datos litológicos ESPOL 18

2.1.5.1 Basal Tena

Está comprendida por areniscas intercaladas con arcillolitas.

Litología	Descripción
Arcillolita	Café, verde claro, moderadamente duro, forma blocosa a irregular, aspecto terroso a ceroso, ligeramente calcárea. Con inclusiones de micro piritas.
Arenisca	Hialina, café claro, transparente a translúcida, suelta, grano medio a fino, cuarzoso, sub angular a sub redondeada, moderada selección, matriz no visible, cemento no visible, porosidad no visible. Sin manifestación de hidrocarburo.

Tabla VII: Descripción de la formación Basal Tena.

FUENTE: Datos litológicos ESPOL 18

2.1.6 Napo

Está compuesta por una secuencia de lutitas.

En la Formación Napo se hallan los reservorios correspondientes a los miembros: Arenisca “U” y Arenisca “T”, definidos de acuerdo a características litológicas específicas.

Litología	Descripción
Lutita	Gris oscura, gris, moderadamente dura a suave, plana, laminar, blocosa, aspecto ceroso, sin reacción calcárea. Con inclusiones de micro pirita.

Tabla VIII: Descripción de la formación Napo.

FUENTE: Datos litológicos ESPOL 18

2.1.6.1 Caliza “M-1”

Este Miembro está compuesto por intercalaciones de caliza y lutita.

Litología	Descripción
Caliza	“Mudstone”, blanco moteado con gris, crema, suave a moderadamente dura, blocosa, porosidad no visible. Sin manifestación de hidrocarburo.
Lutita	Gris oscuro, gris, suave a moderadamente duro, laminar, fisil, planar, aspecto ceroso, ligera reacción calcárea. Presenta inclusiones de micro pirita

Tabla IX: Descripción de la formación Caliza “M-1”.

FUENTE: Datos litológicos ESPOL 18

2.1.6.2 Caliza “M-2”

Está compuesto por caliza.

Litología	Descripción
Caliza	“Mudstone” a “wackestone”, gris, crema moteado con gris claro, suave a moderadamente duro, irregular a blocoso. Porosidad no visible. Sin manifestación de hidrocarburo.

Tabla X: Descripción de la formación Caliza “M-2”.

FUENTE: Datos litológicos ESPOL 18

2.1.6.3 Arenisca “U”

Está formada por la Arenisca “U” Superior e Inferior.

2.1.6.3.1 Superior

Está comprendido de arenisca con intercalaciones finas de lutita y caliza.

Litología	Descripción
Arenisca	Hialina, café, transparente a translúcida, friable, grano muy fino a fino, cuarzosa, sub redondeada a redondeada, selección moderada, ocasionalmente matriz caolinítica, en partes cemento calcáreo, porosidad regular visible. Presenta inclusiones de glauconita y micro piritita. Presenta manifestación de hidrocarburo.

Tabla XI: Descripción de la formación Arenisca “U” Superior.

FUENTE: Datos litológicos ESPOL 18

2.1.6.3.2 Inferior

Está comprendido principalmente de arenisca.

Litología	Descripción
Arenisca	Café, hialina, translúcida a transparente, friable a moderadamente dura, grano muy fino a fino, cuarzosa, sub redondeada a redondeada, moderada selección, matriz no visible, cemento calcáreo, regular porosidad visible. Presenta manifestación de hidrocarburo.

Tabla XII: Descripción de la formación Arenisca “U” Inferior.

FUENTE: Datos litológicos ESPOL 18

2.1.6.4 Caliza “B”

Está compuesto por caliza con intercalaciones de lutita y arenisca.

Litología	Descripción
Caliza	“Packstone”, gris, gris oscura, crema moteada con gris, moderadamente dura, corte blocoso a irregular, porosidad no visible, ocasionalmente con inclusiones de glauconita. Sin manifestación de hidrocarburo.
Arenisca	Gris clara, hialina, blanca, translúcida a transparente, friable, en parte suelta, grano fino a muy fino, cuarzosa, redondeada a sub redondeada, selección moderada, en parte matriz caolinítica, cemento calcáreo, porosidad no visible. No se observa manifestación de hidrocarburos.

Tabla XIII: Descripción de la formación Caliza “B”.

FUENTE: Datos litológicos ESPOL 18

2.1.6.5 Arenisca “T”

2.1.6.5.1 Superior

Este miembro está compuesto principalmente de arenisca.

Litología	Descripción
Arenisca	Hialina, gris clara, en parte café clara, transparente a translúcida, friable, grano fino a muy fino, cuarzoso, redondeado a sub redondeado, buena selección, matriz caolinítica, cemento calcáreo, pobre porosidad visible. Presenta inclusiones de Glauconita. Presenta manifestación de hidrocarburo.

Tabla XIV: Descripción de la formación Arenisca “T” Superior.

FUENTE: Datos litológicos ESPOL 18

2.1.6.5.2 Inferior

Se encuentra comprendida por arenisca.

Litología	Descripción
Arenisca	Café, blanca, translúcida, consolidada, grano fino a muy fino, cuarzosa, sub redondeada a redondeada, moderada selección, matriz caolinítica, cemento calcáreo, regular porosidad. Presenta manifestación de hidrocarburo.

Tabla XV: Descripción de la formación Arenisca “T” Inferior.

FUENTE: Datos litológicos ESPOL 18

2.1.6.6 Caliza “C”

Se encuentra comprendida por caliza.

Litología	Descripción
Caliza	“Packstone” a “wackestone”, crema, crema moteada con café claro, suave, irregular, porosidad no visible. Sin manifestación de hidrocarburo.

Tabla XVI: Descripción de la formación Caliza “C”.

FUENTE: Datos litológicos ESPOL 18

2.1.6.7 Arenisca “Hollín”

2.1.6.7.1 Superior

Este miembro está compuesto principalmente de arenisca.

Litología	Descripción
Arenisca	Café oscura, café, translúcida, consolidada, grano muy fino a fino, cuarzosa, redondeada a sub redondeada, moderada selección, ocasionalmente matriz caolinítica, cemento silícico, pobre porosidad visible. Presenta inclusiones de glauconita. Presenta manifestación de hidrocarburo.

Tabla XVII: Descripción de la formación Arenisca “Hollín” Superior.

FUENTE: Datos litológicos ESPOL 18

2.1.6.7.2 Principal

Este miembro está compuesto principalmente de arenisca con intercalaciones de caolinita y carbón.

Litología	Descripción
Caolinita	Blanca lechosa, suave, corte blocoso.
Arenisca	Hialina, transparente, suelta, ocasionalmente friable, grano medio a fino, cuarzosa, sub redondeada a redondeada, moderada selección, matriz no visible, cemento no visible, porosidad no visible. Presenta manifestación de hidrocarburo.
Carbón	Negro, suave, blocoso, astilloso.

Tabla XVIII: Descripción de la formación Arenisca "Hollín" Principal.

FUENTE: Datos litológicos ESPOL 18

CAPITULO 3

SARTA DE PERFORACIÓN.

3.1 Introducción

Comprende la tubería de perforación y el ensamblaje de fondo (BHA), en la cual son conjuntos formados por componentes metálicos y son armados secuencialmente según la operación que se vaya a ejecutar en el pozo.

Es una parte importante en el proceso de perforación, su diseño y selección requiere de un análisis cuidadoso debido a los distintos tipos de dureza que tienen las formaciones (Procedimiento y operaciones en el pozo, 2001).

3.2 Funciones

- Proporcionar peso sobre la broca.
- Servir como conductor para el fluido de perforación en sus diferentes ciclos.
- Transmitir la rotación, aplicada en superficie, a la broca.
- Dar verticalidad o direccionalidad al pozo.
- Proteger la tubería del pandeo y de la torsión
- Reducir daño por vibración al equipo de perforación.
- Dar un calibre al hoyo perforado.
- Servir como herramienta adicional para efectuar operación de pesca y pruebas de formación.

3.3 Componentes

La sarta de perforación está conformada por los siguientes componentes:

3.3.1 Broca

Es considerada como una herramienta básica para los proceso de perforación.

Es la primera que entra en contacto con la formación y por medio de la sarta de perforación, la broca adquiere un peso y una rotación apropiada permitiendo romper o cortar la formación para poder avanzar en profundidad (Ron Baker, 1979)

La selección dependerá del tipo de formación que se va a perforar.



Fig.3.1 Broca triconica de insertos

Fuente: Anual Series de Perforación (2000).

3.3.2 Bit Sub

Herramienta tipo caja-caja (hembra-hembra) que mide aproximadamente 2 pies de longitud y permite hacer la conexión en su parte inferior la broca y en su parte superior los “Drill Collars” (Richmond, 2000).



Fig 3.2 Bit Sub (Caja-Caja).

Fuente: Empresa DOTS.

3.3.3 Float Sub

Válvula flotadora (check) ubicada dentro del “Bit Sub” y su función es impedir el ingreso de fluido desde el espacio anular hacia el interior de la sarta de perforación.

Debido a que el fluido del espacio anular tiene mayor peso que el lodo de la sarta, podría ocurrir un reingreso de este fluido y ocasionar el taponamiento de a la broca (Ingeniería en perforación, 2005).



Fig.3.3: Float Sub.

Fuente: Industria Metalmecánica Toledo Micale, c.a.

3.3.4 Drill Collars

Tuberías de paredes gruesas, alto grado de peso y rígidos, se instalan entre la tubería de perforación y la broca. Pueden ser de tipos lisos o espiralados.

En el caso de los espiralados se utilizan cuando el espacio anular es reducido y el canal espiralado sirve para facilitar el fluido de perforación y de los ripios (Richmond, 2000).



Fig.3.4: Drill collars.

Fuente: Industria National Oilwell Vargo.

3.3.5 Heavy Weight Drill Pipe

Conocida con el nombre de Tubería Extra Pesada, son de gran pesante en la que proporciona estabilidad requerido a la broca para poder perforar y evitan el pandeo, se coloca normalmente por arriba de los “Drill Collars” (Richmond 2000).



Fig.3.5: Standard Integral HWDP/ Spiral Integral HWDP

Fuente: Industria CNAF.

3.3.6 Cross Over

Son pequeñas secciones de tubería que miden entre 3 y 5 pies de longitud y que permiten conectar entre sí tuberías y “Drill Collars” de diferente rosca y diámetro. (Datalog 2012)



Fig. 3.6: Crossover sub (Pin y Box).

Fuente: Industria DPI.

3.3.7 Estabilizadores

Tubería de tramo corto que van colocado entre los “Drill Collars”, su función es de mantener centrada la tubería dentro del hueco y así evitar el contacto con la formación que pondría inestable las paredes del pozo y ocasionar estancamiento al momento de perforar o recuperar la sarta de perforación (Ron Baker, 1979).

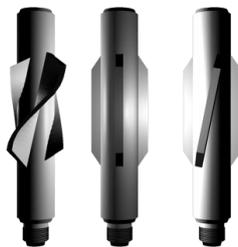


Fig. 3.7: Estabilizadores

Fuente: Industria IPS.

3.3.8 Rimadores

Riman las paredes del pozo a un diámetro igual o superior al de la broca y realizan una función similar a los estabilizadores en cuanto que ayudan a estabilizar el ensamblaje de fondo y mantener el hueco con el diámetro completo. Son usados generalmente cuando se experimentan problemas para mantener el diámetro del pozo estable (Thorogood, 1989).

3.3.9 Martillos

Está ubicado en la parte superior del ensamblaje de fondo (BHA). Son elementos operados mecánica o hidráulicamente para proporcionar un golpe de alto impacto sobre la sarta de perforación dentro del pozo en caso de que se presente una pega de tubería. (Datalog 2012)



Fig. 3.8: Martillo Hidraulico.

Fuente: Industria HOT-HED.

3.3.10 Motores de Fondo

Son herramientas que se utilizan para perforar pozos direccionales. Constan de un estator y un rotor (similar a una bomba de cavidades progresivas) movidos por el fluido de perforación que se inyecta en la boca del pozo.

Esta herramienta es utilizada en el BHA a fin de incrementar las RPM en la broca (Datalog 2012).

CAPITULO 4

ANÁLISIS TECNICO DE LA ZAPATA RIMADORA

4.1 Función

Su función básica es igual a una zapata guía, pero la diferencia que tiene esta herramienta es que está diseñada exclusivamente para trabajar en condiciones de pozos potencialmente complejos que se pueden presentar al momento de revestirlo.

Guía al “Casing” a través de formaciones problemáticas u otros problemas que se presentan, como por ejemplo Pata de perro o “Dog Leg”, punto apretado o restricción, desviaciones, etc. Que por la combinación de fuerza hidráulica y mecánica la Zapata Rimadora cizalla obstrucciones de paso hasta la profundidad total TD (Weatherford, 2013).

4.2 Características

Esta herramienta cumple las siguientes características:

- Estructuras de corte o aletas en la superficie para dar un rimado a la formación.
- Caja integral para conexión con “Casing”
- Nariz excéntrica de aluminio que guía hacia un camino libre de obstrucciones, dando mayor facilidad para que el “Casing” pase a través de restricciones con o sin rotación.
- Posee válvula de alto flujo que ayuda a disminuir la presión de bombeo durante la operación de cementación.
- Puede ser configurada sin válvula o con válvula de flotación sencilla o doble

4.3 Descripción grafica de la Zapata Rimadora

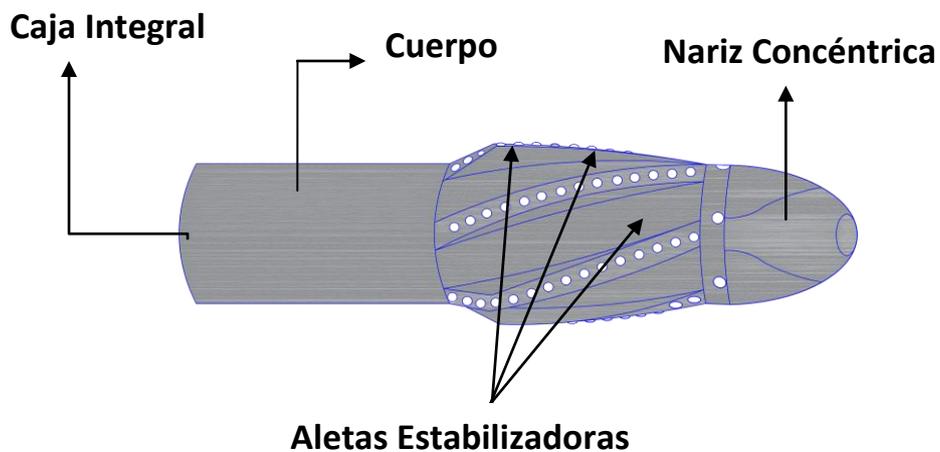


Fig. 4.9: Zapata Rimadora

4.4 Ventajas

- Fácil de perforar con brocas tipo PDC o Tricónicas sin que la broca sufra ningún tipo de daño alguno.
- Ayuda a mejorar la forma concéntrica del pozo.
- Penetra por obstrucciones que se han generado por derrumbamiento de formaciones inestables.
- Puede ser usado con rotación o sin rotación.
- Mejora adherencia del cemento entre el espacio anular y “Casing”.
- Resistente a los impactos.

4.5 Desventajas

- Alto costo
- No es recuperable
- Falta de limpieza del pozo
- Se corre riesgo que al rotar el casing se desconecte

CAPITULO 5

APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA EN EL POZO

5.1 Introducción

En el campo ESPOL 18 se perforo un pozo con el nombre de FICT 18-A.

El pozo está diseñado con un perfil horizontal en 4 secciones para alcanzar el objetivo principal que es la arenisca T Inferior, la profundidad final en la sección de 4½" es 13.092', con una inclinación de 91,83°, AZ 97,21° .

5.2 Identificación del problema con su respectiva soluciones.

Se ha generado problemas para bajar "Casing" de 9 5/8".

Los problemas y las respectivas soluciones se van a dar a continuación:

5.1.1 Perforación de hoyo 12 ¼” y revestidor de 9 5/8” (6,136’ – 10,750’)

En esta sección se bajo dos BHA direccionales con dos tipos de brocas, donde se inicio perforando el cemento y zapata flotador de la sección 13 3/8”.

Se perforo el hoyo de 12 ¼” a 6,136’ con una rotación promedio de 48.72 PIE/HR con una inclinación de 28,48° con un AZ de 92,02°.

A partir de la perforación de esta sección se detallara a continuación los problemas:

- Continuo perforando hasta 8,418’ donde se realizo un viaje corto sacando BHA #5 desde el ultimo avance hasta la zapata de la sección 13 3/8”, donde se observo puntos apretados en las profundidades 7736’, 7406’, 7305’, 7289’, 7039’, 7010’ y 6555’ con un máximo “Over Pull” de 40 Klb.
- Bajando BHA #5 de zapata de 13 3/8” hasta 8418’ donde se dieron puntos de apoyo a 6575’, 6629’, 6725’, 7035’, 7685’, 7840’ y 8040’.
- Perforando hasta 9365’ con un ROP 53,63 PIE/HR con una inclinación de 28,10° y un AZ 93,52° , donde se procede sacar el BHA #5 hasta 6200’ donde hay presencia de punto de apriete a 9152’,

9044', 8794', 8641', 8447', 8301', 8195', 8009', 7975', 7859', 7846', 7777' y 7739' con máximo "Over Pull" 50 Klb.

- Bajando BHA #6 de superficie donde se tuvo punto de apoyo a 8823' donde se bajo rotando hasta 9365' (ultima perforación con BHA #5).

- Finaliza la perforación llegando a 10750' TD Sección con ROP Promedio de 33,5 PIE/HR, inclinación 55,96° y AZ 92,85°.

Sacando BHA #6 de TD se encuentra un punto apretado a 9640' con "Over Pull" de 40 Klb.

- Se continua sacando BHA #6 hasta 6113' donde hubo varios puntos apretados con "Over Pull" de 40 Klb y luego se baja nuevamente BHA #6 realizando viaje de repaso donde se bajo rotando y circulando hasta TD de la sección.

- Finalmente se saca BHA #6 donde se observa puntos de apretados en 9063', 8995', 8963', 8938', 8912', y 8905', con máximo "Over Pull" de 40 Klb, y continúa sacando hasta superficie donde se desarma el BHA #6.

5.1.2 Análisis y solución a los problemas presentados en la sección 9 5/8"

En esta sección se observó los problemas presentados durante la perforación y los viajes a superficie de los BHA #5 y #6.

Se analizó y se concluye que los diferentes problemas presentados en las operaciones es por la inestabilidad de las formaciones que se cruzan en esta sección, dando como consecuencia derrumbamiento y "Dog Leg" en las paredes del pozo donde dificulta el paso de los BHA direccionales.

Una vez perforado el hoyo de 12 1/4" el siguiente paso es revestirlo con el casing de 9 5/8", pero teniendo en cuenta los problemas que se dieron tenemos 3 opciones:

- I. Bajar BHA de limpieza.
- II. Bajar BHA de calibración.
- III. Bajar Casing con zapata rimadora.

I. Bajar BHA de limpieza.

En teoría esta herramienta sirve para limpiar esta sección, a fin de tener una buena adherencia de cemento entre el espacio anular y casing, pero en este caso el BHA de limpieza no garantiza que el pozo quede totalmente limpio

o vaya a tener algún inconveniente al bajar el casing, por la razón de que las paredes del pozo son inestables.

En tal caso si se llegara a bajar esta herramienta al pozo, se generaría algunos inconvenientes como punto de apoyo produciendo un estanque de casing provocando un problema conocido como “pescado” o herramienta atrapada dentro del pozo, por consecuencia indica pérdida de tiempo y dinero.

II. Bajar BHA de calibración.

Es un caso similar al BHA de limpieza, pero la diferencia que tiene es que esta herramienta da un mejor calibre al hoyo solucionando el problema de derrumbamiento, pero si hay un “Dog Leg” en la que podría tener un alto ángulo de inclinación, esta herramienta no llegara a corregir en su totalidad. Otro factor que es una desventaja al usar esta herramienta es el tiempo, en la que no es recomendable bajar dicha herramienta ya que se demoraría un día más de operación, y por consecuencia no es rentable económicamente.

Recordemos que se realizó una operación de repaso el hueco perforado bajando nuevamente el BHA rotando y circulando eliminando cualquier punto de apoyo pero el problema que se generó fue que al sacar el BHA quedó varios puntos de apriete.

Similares resultados pueden darse al bajar el BHA de calibración y de limpieza dando como conclusión no realizar estas operaciones.

III. Bajar casing con zapata rimadora.

Como se explicó en el capítulo anterior la función de esta herramienta, será la mejor solución al bajar esta herramienta en el pozo con formaciones problemáticas.

Si se presentan problemas de punto de apoyo la ventaja de esta herramienta es guiar al casing por un mejor camino rimando el derrumbe de la formación inestable ahorrándonos tiempo y dinero.

5.1.3 Tabla comparativa de costos operacionales.

La tabla mostrada a continuación presenta los costos calculados para la perforación del pozo FICT 18-A, tomando en cuenta el rubro por día (24 horas) de trabajo en aproximadamente 30.000 dólares.

Trabajo	Tiempo de corrida (Horas)	Costo Aproximado (Dólares)
BHA de limpieza	6	9.000
BHA de calibración	6	7.500
Zapata Rimadora	0	50.000
Corrida de casing 9 5/8"	19	23.750
Corrida de casing 9 5/8" + BHA de limpieza	25	39.010
Corrida de casing 9 5/8" + BHA de calibración	25	30.010
Corrida de casing 9 5/8" + Zapata Rimadora	19	73.7500

Tabla XIX: Tabla comparativa de costos operacionales

Fuente: Taladro FICT 18-A

5.3 Procedimiento Operacional para Corrida de la Herramienta.

En el pozo antes de ejecutar la corrida de casing de 9 5/8" se debe efectuar los siguientes pasos:

- Durante el "Rig Up" de las herramientas el personal de corrida, deberá inspeccionar la alineación del riel del TDS para evitar problemas durante la corrida de casing.
- Revisar el Tally del revestidor 9 5/8", antes de bajar al hoyo. Verificar unas 10 juntas aleatorias para validar su medida.
- Limpiar el piso del taladro y tener lista las herramientas para el manipuleo del casing 9 5/8".
- Realizar reunión de seguridad y pre operacional.

Una vez finalizada estas operaciones se procede la armada la primera junta del revestidor que va conformado por los siguientes elementos:

- Zapata Rimadora.
- Junta de revestidor 9 5/8", de 47 lbs/ft.
- Collar flotador convencional, de 47 lbs/ft

Se aplica suelda fría y se le da torque con el Top Drive, terminada esta operación se procede a probar el equipo antes de bajar al pozo, donde se da aprobación comprobando su correcto funcionamiento.

A continuación se procede a bajar el revestidor con los siguientes pasos:

- Se procede a bajar el equipo desde 97´ hasta 3358´ llenando tubería y aplicando torque con el top drive de 10 KLB-FT.
- Continua corriendo revestidor de 9 5/8" desde 3558´ hasta 6103´(altura de la zapata de la sección 13 3/8") y se observa los siguientes parámetros:
 - ✓ 300 GPM; 250 PSI - 420GPM; 300PSI
 - ✓ Peso de arriba: 350KLBS
 - ✓ Peso de abajo: 220 KLBS
 - ✓ RPM: 20
 - ✓ TQ: 15 – 20 KLBS/FT
- Sigue bajando revestidor desde 6103´ hasta 8870´, se observa tubería libre
- Bajando Casing con bomba desde 8870´ hasta 9122´ con 400 GPM a 450 PSI
- Se continua bajando Casing desde 9122´ hasta 10538´ en la cual se observó punto de apoyo y se procede a rotar sarta y se circula de 10538´ hasta 10572´ con 350 GPM a 550 PSI
- Finalmente se continúa bajando de 10572´ hasta 10707´ a 350 GPM a 450 PSI donde termina el viaje de revestimiento en la sección 9 5/8", donde a continuación se procedió a circular el pozo para iniciar la etapa de cementación.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. Debido a las características de diseños de la zapata rimadora dio un resultado eficaz al bajar tubería de revestimiento de 9 5/8" en la cual presento problema de punto de apoyo.
2. Cada vez que se presentan varios puntos apretados en la perforación de una sección se debe de utilizar una zapata rimadora para que el revestimiento baje de forma segura a la profundidad requerida.
3. Se puede concluir que aunque la zapata rimadora representa un mayor costo económico a comparación de usar un BHA de

limpieza o de calibración, garantiza un ahorro de factor tiempo en las operaciones de taladro y seguridad.

4. No es conveniente que la sarta de revestimiento se baje rotando en toda la operación de viaje ya que puede desacoplar las uniones de tubería, ocasionando problemas al momento de cementar el casing.

6.2 Recomendaciones

1. Al finalizar la perforación de una sección en la cual se haya tenido problemas al sacar sarta de perforación, lo más recomendable es hacer un viaje de repaso al pozo con el propósito de eliminar algún tipo de problema como “Dog Led” y punto de apoyo.
2. Asegurar que todas las herramientas estén en el piso del taladro antes de iniciar la operación de corrida del revestimiento de la sección mencionada.
3. No sobrepasar el “Over Pull” o tensionar al máximo del peso permitido de la sarta ya que puede ocasionar desprendimiento de la sarta que se esté subiendo.

4. Informar siempre a la cuadrilla del taladro las operaciones que se van a realizar en el pozo.
5. Medir la tubería en patio antes de subir al piso del taladro y comparar con el Tally del perforador, para evitar confusiones y retrasos en las operaciones.
6. La sarta de perforación no debe permanecer estática. Hay que rotarla especialmente en intervalos arenosos.
7. En todo proceso de perforación se debe de monitorear continuamente la inclinación del pozo, para evitar desvíos innecesarios en cual podría producir problemas como "Dog Led".

Bibliografía

1. American Petroleum Institute. (20 de marzo de 1919). www.api.org. Recuperado el 2013 de octubre de 7, de www.api.org.
2. Datalog in Academia and Industry (2012). Second International Workshop. Vienna - Austria
3. Manual de perforación "Procedimientos y operaciones en el pozo" (Marzo 2001).
4. Gino Andrés Cojitambo Suarez. (Febrero 2013). Tesis de Grado: "Análisis técnico comparativo del uso de sistema de colgadores de liner convencionales y colgadores de liner expandibles para optimizar la Completación de pozos").
5. Procedimiento para pegas de tuberías durante la perforación. Petroworks (2014)
6. Weatherford (2013) Cementing Products
7. Curso. "Ingeniería de perforación". (Noviembre del 2005).
8. Thorogood, J. L. (1989). Directional Survey Operations Management. Journal of Petroleum Technology.
9. Richmond, D. (2000). Introducción a la Perforación Direccional.
10. Ron Baker. (Texas 1979). Conceptos básicos de perforación.

ANEXOS

ANEXO A. Tabla de especificación Técnica de la Zapata Rimadora.

Medidas de Casing (Pulgadas)	7	9 5/8	13 3/8
OD (Pulgadas)	8	10,250	14,500
	8.125	10,500	15,500
	8.500	11,250	16,125
	10.750	11,875	17,000
Longitud Total (Pulgadas)	35.709	41,772	49,409
Rango del peso en Casing (Lb/Ft)	20 a 32	43,5 a 53,5	54,5 a 72,0
			68,0 a 77,0
Numero de válvula	6		
Válvula de entrada en zona de flujo (Pulgadas)^2	4,91		
Área de flujo de la nariz (Pulgadas)^2	5,84	13,150	13,15
Clasificación de la tasa de presión de regreso solo en la válvula (psi)	10,000		

Fuente: Empresa petrolera Weatherford.

ANEXO B. Esquema mecánico del pozo FICT 18 A.

