

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA Y  
PETRÓLEOS**

**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE PERFORACIÓN  
ADQUIRIDOS EN TIEMPO REAL EN POZOS J-HD SEC 12¼" DEL  
CAMPO VMC PERFORADOS DEL 2013 AL 2016**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
PETRÓLEOS**

**VANESSA MICHELLE CRUZ TACO**

[mishu2008@hotmail.es](mailto:mishu2008@hotmail.es)

**DIRECTOR: Msc. Pablo Benalcázar**

[pablo.benalcazar@epn.edu.ec](mailto:pablo.benalcazar@epn.edu.ec)

**Quito, Mayo 2018**

## DECLARACIÓN

Yo Vanessa Michelle Cruz Taco; declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normalidad institucional vigente.

---

Vanessa Michelle Cruz Taco

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Vanessa Michelle Cruz Taco bajo mi supervisión.

---

Msc. Pablo Benalcázar.

Director del Trabajo de Titulación.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más profundo agradecimiento a Dios, por haber guiado mi camino a lo largo de mi carrera, por enseñarme el camino correcto que debo seguir.

A mis padres Javier y Fabiola, por su apoyo incondicional, quienes han sido el eje de mi vida, ellos con sus consejos, amor, dedicación y esfuerzo han logrado forjar de mí lo que hoy soy, una persona capaz de conseguir mis sueños. Gracias papitos.

A mis hermanos, Ernesto, Mauricio, Viviana y Nicole, por ser mis amigos, confidentes y mi soporte durante toda mi carrera estudiantil y universitaria, gracias por sus consejos, por su paciencia y por su apoyo.

A mi hermano Vinicio por creer en mí, ser mi guía, mi soporte y por brindarme su apoyo incondicional durante toda esta etapa.

A mis sobrinos, por brindarme su cariño, alegría y por ser mi motivación.

A Consorcio Shushufindi S.A., de manera especial al MIA y a cada persona que conforma parte del equipo MIA, por su ayuda, paciencia y colaboración para la finalización de este trabajo. Mi más sincero agradecimiento de manera especial al Ingeniero Santiago Montenegro, por su ayuda, conocimientos y la presión del día a día para la culminación de este proyecto y a Pedro Navarre, por haberme brindado la oportunidad de crecer no solo profesionalmente sino también personalmente al permitirme realizar mis prácticas pre-profesionales y trabajo de titulación en el MIA.

A mis profesores quienes han sido los entes formadores de la ingeniera que llegaré a ser.

A mi director al ingeniero Pablo Benalcázar, por su amistad y por su adecuada y constante orientación metodológica durante todo el desarrollo de este estudio.

A mis compañeros y amigos, Tami, Jhosue, Mijin y Sambito con quienes he compartido muchos momentos durante mi vida universitaria, por su presencia en alegrías, tristezas, caídas y triunfos.

A Ronny por su amor, paciencia, cariño y apoyo para la culminación de este proyecto.

A Alex por ser el mejor compañero, amigo incondicional y apoyo durante mi carrera universitaria.

Michelle Cruz

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado con mucho cariño a mis padres, mis hermanos y sobrinos, quienes son las personas más importantes en mi vida.

Michelle

## CONTENIDO

CERTIFICACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DEDICATORIA.....	V
CONTENIDO.....	VI
FIGURAS.....	X
GRÁFICAS.....	XII
TABLAS.....	XII
ANEXOS.....	XIV
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT.....	XVI
PRESENTACIÓN.....	XVII
CAPITULO I.....	1
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. CAMPO VMC.....	1
1.1.1. BREVE RESEÑA HISTÓRICA.....	1
1.1.2. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA.....	2
1.1.2.1. UBICACIÓN.....	2
1.1.3. LITOLOGÍA.....	3
1.2. MONITOREO INTEGRADO DEL ACTIVO.....	6
1.2.1. DEFINICIÓN.....	6
1.2.2. PERFORM Toolkit (PTK).....	6
1.2.2.1. Comparación de Parámetros con Pozos de Referencia.....	7
1.2.2.2. Gráfica Tiempo vs Profundidad.....	8
1.2.2.3. Torque and Drag (TAD – TLA).....	9
1.2.2.4. ROPOptimization.....	11
1.2.2.5. Key Performance Indicator (KPI).....	11
1.2.3. ENVÍO DE ALERTAS DEL MIA.....	12
1.3. PERFORACIÓN DE POZOS TIPO J-HD.....	13
1.3.1. Causas para realizar una Perforación Direccional de Pozos tipo J-HD.	14
1.4. SARTA DE PERFORACIÓN.....	14
1.4.1. Ensamblaje de Fondo (BHA).....	14
1.4.1.1. Drill Collar.....	16
1.4.1.2. Estabilizadores.....	16
1.4.1.3. Heavy Weight.....	17
1.4.1.4. Accesorios.....	17
1.5. HERRAMIENTA DIRECCIONAL.....	18
1.5.1. MOTOR.....	19
1.5.2. ROTARY STEERABLE SYSTEM (RSS).....	20

1.5.3.	VORTEX.....	20
1.6.	FLUIDO DE PERFORACIÓN.....	21
1.6.1.	Propiedades del lodo de perforación.....	22
1.6.1.1.	Densidad.....	22
1.6.1.2.	Viscosidad Plástica.....	22
1.6.1.3.	Filtrado API.....	22
1.6.1.4.	Potencial de Hidrógeno (pH).....	22
1.6.1.5.	Porcentaje de Arena.....	23
1.7.	BROCAS.....	23
1.7.1.	Brocas Tricónicas.....	23
1.7.2.	Brocas de cortadores fijos.....	24
1.7.3.	Selección de Brocas.....	25
1.8.	PARÁMETROS DE PERFORACIÓN.....	27
1.8.1.	RATA DE PENETRACIÓN (ROP).....	27
1.8.2.	PESO SOBRE LA BROCA (WOB).....	27
1.8.3.	TORQUE (STOR).....	28
1.8.4.	REVOLUCIONES POR MINUTO (RPM).....	29
1.8.5.	PRESIÓN EN EL STAND PIPE (SPPA).....	29
1.8.6.	GALONAJE (GPM).....	30
1.9.	TÉRMINOS Y DEFINICIONES EN PERFORACIÓN DIRECCIONAL.....	30
1.9.1.	SURVEY.....	30
1.9.2.	PROFUNDIDAD MEDIDA (MD).....	31
1.9.3.	PROFUNDIDAD VERTICAL VERDADERA (TVD).....	31
1.9.4.	INCLINACIÓN.....	32
1.9.5.	AZIMUT.....	33
1.9.6.	PERFORAR ROTANDO.....	33
1.9.7.	PERFORAR DESLIZANDO.....	34
1.9.8.	TOOLFACE.....	34
1.9.9.	PUNTO DE ARRANQUE.....	34
1.9.10.	RATA DE GIRO.....	35
1.9.11.	FIN DE CONSTRUCCION.....	35
1.9.12.	PUNTO DE TUMBADO.....	35
1.9.13.	FIN DE TUMBADO.....	36
1.9.14.	DIRECCIÓN DEL OBJETIVO.....	36
1.9.15.	PATA DE PERRO.....	36
1.9.16.	SECCIÓN VERTICAL.....	37
1.3.1.	PARÁMETROS ÓPTIMOS.....	37
1.3.2.	PARÁMETROS CONTROLADOS.....	37
1.3.3.	EMBOLAMIENTO.....	38
1.3.4.	MANTENER INCLINACIÓN.....	38
CAPITULO II.....		39
2.	PERFORACIÓN DE POZOS TIPO J-HD, SECCIÓN 12 ¼" DEL CAMPO VMC	
	39	
2.1.	ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	39
2.2.	POZO 1, SEC 12 ¼".....	40
2.2.1.	DATOS GENERALES DEL POZO.....	40

2.2.2.	DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA.	40
2.2.3.	BHA # 4.	41
2.2.3.1.	PARAMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4.	41
2.2.3.2.	FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4.	41
2.2.4.	BHA # 5.	42
2.2.4.1.	PARAMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 5.	42
2.2.4.2.	FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 5.	42
2.2.5.	BHA # 6.	43
2.2.5.1.	PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 6.	43
2.2.5.2.	FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 6.	43
2.3.	POZO 2, SEC 12 ¼".	44
2.3.1.	DATOS GENERALES DEL POZO.	44
2.3.2.	DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA.	44
2.3.3.	BHA # 3.	45
2.3.3.1.	PARAMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 3.	45
2.3.3.2.	FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 3.	45
2.3.4.	BHA # 4.	46
2.3.4.1.	PARAMETROS DE PERFORACION DEL BHA # 4.	46
2.3.4.2.	FLUIDOS DE PERFORACION DEL BHA # 4.	46
2.4.	POZO 3, SEC 12 ¼".	47
2.4.1.	DATOS GENERALES DEL POZO.	47
2.4.2.	DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA.	47
2.4.3.	BHA # 3.	48
2.4.3.1.	PARAMETROS DE PERFORACION DEL BHA # 3.	48
2.4.3.2.	FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 3.	48
2.4.4.	BHA # 4.	49
2.4.4.1.	PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4.	49
2.4.4.2.	FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4.	49
2.5.	POZO 4, SEC 12 ¼".	50
2.5.1.	DATOS GENERALES DEL POZO.	50
2.5.2.	DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA.	50
2.5.3.	BHA # 3.	51
2.5.3.1.	PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 3.	51
2.5.3.2.	FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 3.	51
2.5.4.	BHA # 4.	52
2.5.4.1.	PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4.	52
2.5.4.2.	FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4.	52
2.6.	POZO 5, SEC 12 ¼".	53
2.6.1.	DATOS GENERALES DEL POZO.	53
2.6.2.	DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA.	53
2.6.3.	BHA # 6.	54
2.6.3.1.	PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 6.	54
2.6.3.2.	FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 6.	54
2.6.4.	BHA # 7.	55
2.6.4.1.	PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 7.	55
2.6.4.2.	FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 8.	55
2.7.	POZO 6, SEC 12 ¼".	56

2.7.1.	DATOS GENERALES DEL POZO.....	56
2.7.2.	DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA. ....	56
2.7.3.	BHA # 4. ....	57
2.7.3.1.	PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4. ....	57
2.7.3.2.	FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4. ....	57
2.8.	POZO 7, SEC 12 ¼". ....	58
2.8.1.	DATOS GENERALES DEL POZO.....	58
2.8.2.	DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA. ....	58
2.8.3.	BHA # 3. ....	59
2.8.3.1.	PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 3. ....	59
2.8.3.2.	FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 3. ....	59
2.8.4.	BHA # 4. ....	60
2.8.4.1.	PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4. ....	60
2.8.4.2.	FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4. ....	60
2.9.	POZO 8, SEC 12 ¼". ....	61
2.9.1.	DATOS GENERALES DEL POZO.....	61
2.9.2.	DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA. ....	61
2.9.3.	BHA # 4. ....	62
2.9.3.1.	PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4. ....	62
2.9.3.2.	FLUIDOS DE PERFORACIÓN. ....	62
2.9.4.	BHA # 5. ....	63
2.9.4.1.	PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 5. ....	63
2.9.4.2.	FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 5. ....	63
CAPITULO 3.....		64
3.	ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA PERFORACIÓN DE POZOS J-HD	64
3.1.	INTRODUCCIÓN.....	64
3.2.	ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE PERFORACIÓN.....	64
3.3.	Análisis del Pozo 1, SEC 12¼". ....	64
3.3.1.	Análisis de los parámetros de perforación. ....	65
3.3.1.1.	BHA # 4.....	68
3.3.1.2.	BHA # 5.....	69
3.3.1.3.	BHA # 6.....	70
3.4.	Análisis del Pozo 2, SEC 12¼". ....	71
3.4.1.	Análisis de los parámetros de perforación. ....	71
3.4.1.1.	BHA # 3.....	74
3.4.1.2.	BHA # 4.....	75
3.5.	Análisis del Pozo 3, SEC 12¼". ....	76
3.5.1.	Análisis de los Parámetros de Perforación. ....	76
3.5.1.1.	BHA # 3.....	79
3.5.1.2.	BHA # 4.....	80
3.6.	Análisis del Pozo 4, SEC 12¼". ....	81
3.6.1.	Análisis de los Parámetros de Perforación. ....	81
3.6.1.1.	BHA # 3.....	84
3.6.1.2.	BHA # 4.....	85

3.7.	Análisis del Pozo 5, SEC 12¼".	86
3.7.1.	Análisis de los Parámetros de Perforación.	86
3.7.1.1.	BHA # 6.	89
3.7.1.2.	BHA # 7.	90
3.8.	Análisis del Pozo 6, SEC 12¼".	91
3.8.1.	Análisis de los Parámetros de Perforación.	91
3.8.1.1.	BHA # 4.	94
3.9.	Análisis del Pozo 7, SEC 12¼".	95
3.9.1.	Análisis de los Parámetros de Perforación.	95
3.9.1.1.	BHA # 3.	98
3.9.1.2.	BHA # 4.	99
3.10.	Análisis del Pozo 8, SEC 12¼".	100
3.10.1.	Análisis de los Parámetros de Perforación.	100
3.10.1.1.	BHA # 4.	103
3.10.1.2.	BHA # 5.	104
3.11.	Curva de Aprendizaje Pozos Tipo J-HD, sección 12¼"	105
3.12.	Comparación entre el pozo 1 y pozo 6.	107
3.13.	Análisis de ROP de los Pozos tipo J-HD, Sección 12 ¼"	111
3.14.	Análisis de ahorro de los Pozos tipo J-HD, Sección 12¼".	113
3.15.	Aporte Generado Por el Monitoreo Integrado del Activo.	115
CAPITULO 4.....		118
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		118
4.1.	CONCLUSIONES.	118
4.2.	RECOMENDACIONES.	119
Referencias Bibliográficas.....		121
ANEXOS.....		123
ANEXO 1: Bitácora de monitoreo del Pozo XXX.....		124

## FIGURAS

<b>Figura 1.1</b>	Ubicación del Campo VMC.	3
<b>Figura 1.2</b>	Formaciones del campo VMC.	5
<b>Figura 1.3</b>	Plot de Comparación de Parámetros	8
<b>Figura 1.4</b>	Plot de Actividades Tiempo vs Profundidad.	9
<b>Figura 1.5</b>	Broom Stick Plot (Grafico de Escoba).	10
<b>Figura 1.6</b>	Pozo Tipo J-HD.	13
<b>Figura 1.7</b>	Diagrama de ubicación de los estabilizadores.	15
<b>Figura 1.8</b>	Uso de un BHA para cambiar inclinación.	15
<b>Figura 1.9</b>	Ejemplo de BHA.	18

<b>Figura 1.10</b> Perforación de un pozo. ....	18
<b>Figura 1.11</b> Motor de perforación.....	19
<b>Figura 1.12</b> Rotary Steerable System.....	20
<b>Figura 1.13</b> Combinación de Motor y Rotary Steerable System. ....	20
<b>Figura 1.14</b> Broca Tricónica. ....	24
<b>Figura 1.15</b> Broca de cortadores fijos. ....	25
<b>Figura 1.16</b> Variación de ROP .....	27
<b>Figura 1.17</b> Diagrama de Tipos de torque.....	28
<b>Figura 1.18</b> Diagrama de Cambio de Presión .....	30
<b>Figura 1.19</b> Survey Perforación. ....	31
<b>Figura 1.20</b> TVD y MD.....	32
<b>Figura 1.21</b> Inclinación de un Pozo. ....	32
<b>Figura 1.22</b> Azimut .....	33
<b>Figura 1.23</b> Diseño de un Pozo Tipo S.....	36
<b>Figura 3.1</b> Desempeño de la perforación del pozo 1, sección 12¼". ....	66
<b>Figura 3.2</b> Comportamiento de los parámetros de perforación en la sección 12¼" del Pozo 1. ....	67
<b>Figura 3.3</b> El BHA #4 del Pozo 1 con broca PDC 12 ¼" y Power Drive 900 X5.....	68
<b>Figura 3.4</b> El BHA #5 del Pozo 1 con broca PDC de 12 ¼" y motor A825M7840XP X5.....	69
<b>Figura 3.5</b> El BHA #6 del Pozo 1 con broca PDC de 12 ¼" y motor A825M7840XP. ....	70
<b>Figura 3.6</b> Desempeño de la perforación del pozo 2, sección 12¼". ....	72
<b>Figura 3.7</b> Comportamiento de los parámetros de perforación en la sección 12¼" del Pozo 2.....	73
<b>Figura 3.8</b> El BHA #3 del Pozo 2 con broca PDC 12 ¼" y Power Drive 900 X6. <b>Fuente:</b> (MIA Consorcio Shushufindi, 2017). ....	74
<b>Figura 3.9</b> El BHA #4 del Pozo 2 con broca PDC 12 ¼" y Motor A800M7840XP. ...	75
<b>Figura 3.10</b> Desempeño de la perforación del pozo 3, sección 12¼". ....	77
<b>Figura 3.11</b> Comportamiento de los parámetros de perforación en la sección 12¼" del Pozo 3.....	78
<b>Figura 3.12</b> El BHA #3 del Pozo 3 con broca PDC 12 ¼" y Power Drive 900 X6. ...	79
<b>Figura 3.13</b> El BHA #4 del Pozo 3 con broca PDC 12 ¼" y motor de fondo A800MW. ....	80
<b>Figura 3.14</b> Desempeño de la perforación del pozo 4, sección 12¼". ....	82
<b>Figura 3.15</b> Comportamiento de los parámetros de perforación en la sección 12¼" del Pozo 4.....	83
<b>Figura 3.16</b> El BHA #3 del Pozo 4 con broca PDC 12 ¼" y POWER DRIVE 900X6.....	84
<b>Figura 3.17</b> El BHA #4 del Pozo 4 con broca PDC 12 ¼" y motor de fondo A825M7840XP. ....	85
<b>Figura 3.18</b> Desempeño de la perforación del pozo 5, sección 12¼". ....	87

<b>Figura 3.19</b> Comportamiento de los parámetros de perforación en la sección 12¼” del Pozo 5.....	88
<b>Figura 3.20</b> El BHA #6 del Pozo 5 con broca PDC 12 ¼” y PD 900 Orbit. ....	89
<b>Figura 3.21</b> El BHA #7 del Pozo 5 con broca PDC 12 ¼” y A800M7840XP.....	90
<b>Figura 3.22</b> Desempeño de la perforación del pozo 6, sección 12¼”.....	92
<b>Figura 3.23</b> Comportamiento de los parámetros de perforación en la sección 12¼” del Pozo 6.....	93
<b>Figura 3.24</b> El BHA #4 del Pozo 6 con broca PDC 12 ¼” y Power Drive 9000 X6... ..	94
<b>Figura 3.25</b> Desempeño de la perforación del pozo 7, sección 12¼”.....	96
<b>Figura 3.26</b> Comportamiento de los parámetros de perforación en la sección 12¼” del Pozo 7.....	97
<b>Figura 3.27</b> El BHA #3 del Pozo 7 con broca PDC 12 ¼” y Power Drive 9000 X6... ..	98
<b>Figura 3.28</b> El BHA #3 del Pozo 7 con broca PDC 12 ¼” y motor A800M7840XP ..	99
<b>Figura 3.29</b> Desempeño de la perforación del pozo 8, sección 12¼”.....	101
<b>Figura 3.30</b> Comportamiento de los parámetros de perforación en la sección 12¼” del Pozo 8.....	102
<b>Figura 3.31</b> El BHA #4 del Pozo 8 con broca PDC 12 ¼” y Power Drive Orbit .....	103
<b>Figura 3.32</b> El BHA #5 del Pozo 8 con broca PDC 12 ¼” y A800M W .....	104
<b>Figura 3.33</b> Curva de aprendizaje de los Pozos Tipo J-HD, sección 12 ¼” .....	106
<b>Figura 3.34</b> Correlation Plot de los Pozos 1 y 6.....	109
<b>Figura 3.35</b> Comparación diseño de BHA Pozos 1 y 6.....	110

## GRÁFICAS

<b>Gráfica 3.1</b> ROP de los Pozos Tipo J-HD, Sección 12 ¼” .....	111
<b>Gráfica 3.2</b> Gráfica tiempo Planeado vs Tiempo Real.....	114
<b>Gráfica 3.3</b> Gráfica NPT y Tiempo Operativo vs Pozos en Orden Cronológico. ....	114
<b>Gráfica 3.4</b> Alertas Generadas por el MIA.....	116
<b>Gráfica 3.5</b> Alertas Operativas vs NPT.....	116

## TABLAS

<b>Tabla 1.1</b> Ejemplo de selección de brocas.....	26
<b>Tabla 2.1</b> Resumen de Pozos tipo J-HD del campo VMC .....	39
<b>Tabla 2.2</b> Datos Generales del Pozo 1, sección 12 ¼”.....	40
<b>Tabla 2.3</b> Descripción estratigráfica del Pozo 1, sección 12 ¼”.....	40
<b>Tabla 2.4</b> Descripción del BHA # 4 del Pozo 1.....	41
<b>Tabla 2.5</b> Parámetros de perforación del BHA # 4 del Pozo 1 .....	41
<b>Tabla 2.6</b> Fluidos de perforación del BHA # 4 del Pozo 1 .....	41
<b>Tabla 2.7</b> Descripción del BHA # 5 del Pozo 1.....	42

<b>Tabla 2.8</b>	Parámetros de perforación del BHA # 5 del Pozo 1. ....	42
<b>Tabla 2.9</b>	Fluidos de perforación del BHA # 5 del Pozo 1. ....	42
<b>Tabla 2.10</b>	Descripción del BHA # 6 del Pozo 1. ....	43
<b>Tabla 2.11</b>	Parámetros de perforación del BHA # 6 del Pozo 1. ....	43
<b>Tabla 2.12</b>	Fluidos de perforación del BHA # 5 del Pozo 1. ....	43
<b>Tabla 2.13</b>	Datos Generales del Pozo 2, sección 12 ¼". ....	44
<b>Tabla 2.14</b>	Descripción estratigráfica del Pozo 2, sección 12 ¼". ....	44
<b>Tabla 2.15</b>	Descripción del BHA # 3 del Pozo 2. ....	45
<b>Tabla 2.16</b>	Parámetros de perforación del BHA # 3 del Pozo 2. ....	45
<b>Tabla 2.17</b>	Fluidos de perforación del BHA # 3 del Pozo 2. ....	45
<b>Tabla 2.18</b>	Descripción del BHA # 4 del Pozo 2. ....	46
<b>Tabla 2.19</b>	Parámetros de perforación del BHA # 4 del Pozo 2. ....	46
<b>Tabla 2.20</b>	Fluidos de perforación del BHA # 4 del Pozo 2. ....	46
<b>Tabla 2.21</b>	Datos Generales del Pozo 3, sección 12 ¼". ....	47
<b>Tabla 2.22</b>	Descripción estratigráfica del Pozo 3, sección 12 ¼". ....	47
<b>Tabla 2.23</b>	Descripción del BHA # 3 del Pozo 3. ....	48
<b>Tabla 2.24</b>	Parámetros de perforación del BHA # 3 del Pozo 3. ....	48
<b>Tabla 2.25</b>	Parámetros de perforación del BHA # 3 del Pozo 3. ....	48
<b>Tabla 2.26</b>	Descripción del BHA # 4 del Pozo 3. ....	49
<b>Tabla 2.27</b>	Parámetros de perforación del BHA # 4 del Pozo 3. ....	49
<b>Tabla 2.28</b>	Fluidos de perforación del BHA # 4 del Pozo 3. ....	49
<b>Tabla 2.29</b>	Datos Generales del Pozo 4, sección 12 ¼". ....	50
<b>Tabla 2.30</b>	Descripción estratigráfica del Pozo 4, sección 12 ¼". ....	50
<b>Tabla 2.31</b>	Descripción del BHA # 3 del Pozo 4. ....	51
<b>Tabla 2.32</b>	Parámetros de perforación del BHA # 3 del Pozo 4. ....	51
<b>Tabla 2.33</b>	Fluidos de perforación del BHA # 3 del Pozo 4. ....	51
<b>Tabla 2.34</b>	Descripción del BHA # 4 del Pozo 4. ....	52
<b>Tabla 2.35</b>	Parámetros de perforación del BHA # 4 del Pozo 4. ....	52
<b>Tabla 2.36</b>	Fluidos de perforación del BHA # 4 del Pozo 4. ....	52
<b>Tabla 2.37</b>	Datos Generales del Pozo 5, sección 12 ¼". ....	53
<b>Tabla 2.38</b>	Descripción estratigráfica del Pozo 5, sección 12 ¼". ....	53
<b>Tabla 2.39</b>	Descripción del BHA #6 del Pozo 5. ....	54
<b>Tabla 2.40</b>	Parámetros de perforación del BHA # 6 del Pozo 5. ....	54
<b>Tabla 2.41</b>	Fluidos de perforación del BHA # 6 del Pozo 5. ....	54
<b>Tabla 2.42</b>	Descripción del BHA #7 del Pozo 5. ....	55
<b>Tabla 2.43</b>	Parámetros de perforación del BHA # 7 del Pozo 5. ....	55
<b>Tabla 2.44</b>	Fluidos de perforación del BHA # 7 del Pozo 5. ....	55
<b>Tabla 2.45</b>	Datos Generales del Pozo 6, sección 12 ¼". ....	56
<b>Tabla 2.46</b>	Descripción estratigráfica del Pozo 6, sección 12 ¼". ....	56
<b>Tabla 2.47</b>	Descripción del BHA #4 del Pozo 6. ....	57
<b>Tabla 2.48</b>	Parámetros de perforación del BHA # 4 del Pozo 6. ....	57
<b>Tabla 2.49</b>	Parámetros de perforación del BHA # 4 del Pozo 6. ....	57
<b>Tabla 2.50</b>	Datos Generales del Pozo 7, sección 12 ¼". ....	58

<b>Tabla 2.51</b>	Descripción estratigráfica del Pozo 7, sección 12 ¼"	58
<b>Tabla 2.52</b>	Descripción del BHA #3 del Pozo 7	59
<b>Tabla 2.53</b>	Parámetros de perforación del BHA # 3 del Pozo 7	59
<b>Tabla 2.54</b>	Fluidos de perforación del BHA # 3 del Pozo 7	59
<b>Tabla 2.55</b>	Descripción del BHA #4 del Pozo 7	60
<b>Tabla 2.56</b>	Parámetros de perforación del BHA # 4 del Pozo 7	60
<b>Tabla 2.57</b>	Fluidos de perforación del BHA # 4 del Pozo 7	60
<b>Tabla 2.58</b>	Datos Generales del Pozo 8, sección 12 ¼"	61
<b>Tabla 2.59</b>	Descripción estratigráfica del Pozo 8, sección 12 ¼"	61
<b>Tabla 2.60</b>	Descripción del BHA #4 del Pozo 8	62
<b>Tabla 2.61</b>	Parámetros de perforación del BHA # 4 del Pozo 8	62
<b>Tabla 2.62</b>	Fluidos de perforación del BHA # 4 del Pozo 8	62
<b>Tabla 2.63</b>	Descripción del BHA #5 del Pozo 8	63
<b>Tabla 2.64</b>	Parámetros de perforación del BHA # 5 del Pozo 8	63
<b>Tabla 2.65</b>	Fluidos de perforación del BHA # 4 del Pozo 8	63
<b>Tabla 3.1</b>	Desempeño de la perforación con el BHA # 4 del Pozo 1	68
<b>Tabla 3.2</b>	Desempeño de la perforación con el BHA # 5 del Pozo 1	69
<b>Tabla 3.3</b>	El BHA #6 del Pozo 1 con broca PDC de 12 ¼" y motor A825M7840XP	70
<b>Tabla 3.4</b>	Desempeño de la perforación con el BHA # 3 del Pozo 2	74
<b>Tabla 3.5</b>	Desempeño de la perforación con el BHA # 4 del Pozo 2	75
<b>Tabla 3.6</b>	Desempeño de la perforación con el BHA # 3 del Pozo 3	79
<b>Tabla 3.7</b>	Desempeño de la perforación con el BHA # 4 del Pozo 3	80
<b>Tabla 3.8</b>	Desempeño de la perforación con el BHA # 3 del Pozo 4	84
<b>Tabla 3.9</b>	Desempeño de la perforación con el BHA # 4 del Pozo 4	85
<b>Tabla 3.10</b>	Desempeño de la perforación con el BHA # 6 del Pozo 5	89
<b>Tabla 3.11</b>	Desempeño de la perforación con el BHA # 7 del Pozo 5	90
<b>Tabla 3.12</b>	Desempeño de la perforación con el BHA # 4 del Pozo 6	94
<b>Tabla 3.13</b>	Desempeño de la perforación con el BHA # 3 del Pozo 7	98
<b>Tabla 3.14</b>	Desempeño de la perforación con el BHA # 3 del Pozo 7	99
<b>Tabla 3.15</b>	Desempeño de la perforación con el BHA # 4 del Pozo 8	103
<b>Tabla 3.16</b>	Desempeño de la perforación con el BHA # 5 del Pozo 8	104
<b>Tabla 3.17</b>	Características del pozo 1 y el pozo 6	107
<b>Tabla 3.18</b>	Descripción de la correlación de los parámetros del pozo 1 y el pozo 6	108
<b>Tabla 3.19</b>	ROP de los pozos tipo J-HD, sección 12 ¼"	112
<b>Tabla 3.20</b>	Resumen de Tiempos de construcción de la sección 12 ¼"	115
<b>Tabla 3.21</b>	Alertas generadas por el MIA	117

## ANEXOS

<b>ANEXO 1:</b>	Bitácora de monitoreo del Pozo XXX	124
-----------------	------------------------------------	-----

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación está orientado a evaluar los parámetros de perforación adquiridos en tiempo real en pozos J-HD, sección 12¼" del campo VMC perforados en el periodo comprendido entre los años 2013-2016, de esta manera determinar el aporte generado por el monitoreo de los parámetros de perforación en tiempo real, lo que se traduce en reducir la ocurrencia de eventos no deseados, mayor rentabilidad para la compañía y operaciones más seguras para los empleados.

Para la realización de este trabajo se utilizó la información de 8 pozos tipo J-HD, sección 12¼". El presente estudio de casos consta de 4 capítulos.

En el capítulo I, se presentan las generalidades del campo, descripción del monitoreo en tiempo real y aspectos generales involucrados dentro de la perforación de pozos tipo J-HD, sección 12¼".

En el capítulo II, se detalla la información necesaria de cada pozo tipo J-HD, sección 12¼" del campo VCM, para su posterior análisis.

En el capítulo III, se presentará el análisis técnico de los parámetros de perforación adquiridos en tiempo real durante la perforación de la sección 12¼" de cada uno de los pozos tipo J-HD del campo VMC, se realizará y analizará una curva de aprendizaje, posterior a esto se compararán los parámetros de perforación del pozo más eficiente con el menos eficiente, también se analizará el ROP de perforación de todos los pozos en estudio, y para finalizar se analizará el aporte generado por el Monitoreo Integrado del Activo (MIA) durante la construcción de estos pozos.

En el capítulo V, se establecen las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron al término del estudio de casos.

**Palabras clave:** Perforación, Pozos J-HD, monitoreo remoto, sección 12¼", parámetros perforación, curva aprendizaje, arrastre, trayectoria, tiempo real, optimización.

## ABSTRACT

The present thesis project is oriented to evaluate drilling parameters acquired in real time in J-HD wells, section 12¼" of the VMC field drilled from 2013 to 2016, to determine the contribution generated by the monitoring of the parameters of Real-time drilling, which translates into reducing the occurrence of undesired events, greater profitability for the company and safer operations for employees.

For performing this project, it was gathered information of eight wells - type J-HD, in 12¼" section, drilled within VMC field. The present case study consists of four chapters.

In Chapter I, the generalities of the field, description of the monitoring in real time and general aspects involved in the drilling of J-HD wells - section 12¼".

In chapter II, the compulsory information of each type J-HD well, section 12¼ "of the VCM field, is detailed for further analysis.

In chapter III, a technical analysis of drilling parameters acquired in real time during drilling 12¼" section of each J-HD well of the VMC field will be presented and a learning curve will be analyzed, after this, the drilling parameters of the most efficient well will be compared against the least efficient one, the drilling ROP of all the wells under study will also be analyzed, and finally, the contribution generated by AIM (Asset Integrated Management Center) during the construction of these wells will be analyzed.

In chapter V, conclusions and recommendations that were obtained at the end of study are established.

**Keywords:** Drilling, J-HD wells, remote monitoring, section 12¼", drilling parameters, learning curve, drag, trajectory, real time, optimization.

## PRESENTACIÓN

La perforación de pozos petroleros es un proceso delicado asociados a altos montos de inversión, por lo que es de gran importancia controlar las variables que influyen en su desempeño y una manera es mediante el monitoreo en tiempo real para evitar problemas durante la perforación.

Varios problemas que se presentan pueden estar relacionados con la aplicación de parámetros fuera de un rango adecuado lo que implica mayor tiempo de perforación, el uso de un BHA adicional y por consiguiente un costo mayor al planeado.

Por lo que el objetivo principal de este trabajo es evaluar los parámetros de perforación adquiridos en tiempo real en pozos J-HD, sección 12¼" del campo VMC perforados en el periodo comprendido entre los años 2013-2016, mediante el uso de un software especializado para manejo y procesamiento de data de perforación.

# CAPITULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. CAMPO VMC.

#### 1.1.1. BREVE RESEÑA HISTÓRICA.

El campo VMC fue descubierto en 1969, la primera perforación en este campo había arrancado en diciembre de 1968 alcanzando una profundidad de 9772 pies. Las pruebas realizadas a partir de enero de 1969, dieron resultado 2621 barriles de petróleo por día (BPPD) de 32.5° API proveniente de los reservorios T y 2496 BPPD de 26.6°API de los reservorios U. (Patrice, Marco, & Roberto, 2014).

Los promedios de las presiones iniciales fueron de 4050 PSI y 3867 PSI, para los reservorios “T” y “U”, respectivamente. (Jácome, 2017).

La producción del campo arrancó en agosto de 1972, alcanzando su pico en 1986, con un promedio diario de 126 400 barriles. (Patrice, Marco, & Roberto, 2014).

A finales de enero de 2012, la Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador (EP Petroecuador) firmó un contrato con Consorcio Shushufindi S.A., una asociación conjunta de servicios integrados, para manejar la producción del campo. Teniendo como objetivos la optimización de la producción, acelerar el desarrollo de las reservas comprobadas y la evaluación del potencial para recuperación secundaria y terciaria. Por consiguiente, el consorcio contrató a Schlumberger Production Management para que diseñara y construyera un centro digital de operaciones petroleras a fin de adquirir datos, monitorear las actividades y manejar el campo petrolero. (Biedma, et al., 2014).

El campo VMC tiene una rica historia, habiendo estado en marcha por más de 40 años. Actualmente tiene 171 pozos activos, de los cuales el 97% usan bombeo electro-sumergible como sistema de levantamiento artificial. Este campo es el

responsable del 16% de la producción total de hidrocarburos en el Ecuador. (Shushufindi, 2017).

### **1.1.2. DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA.**

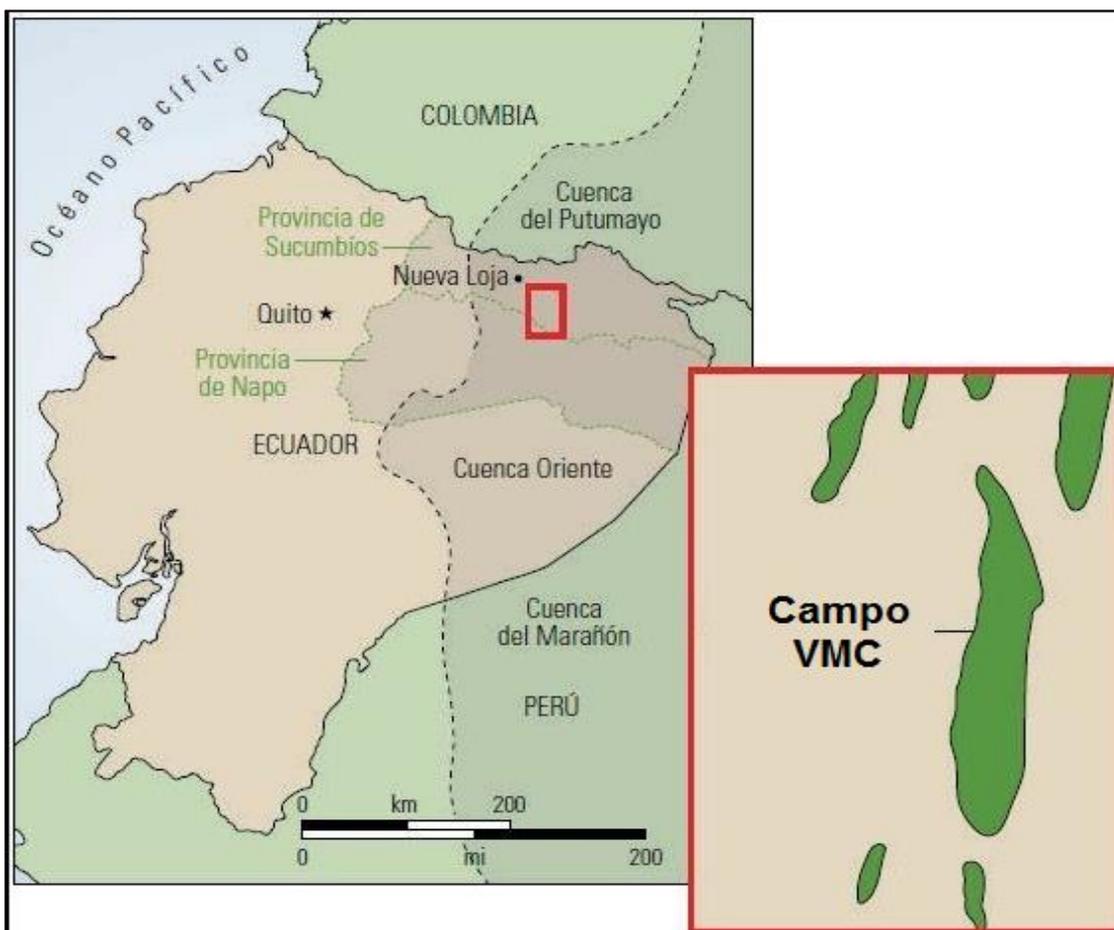
La estructura del campo VMC de edad Cretácico corresponde a un anticlinal asimétrico de bajo relieve, el flanco oeste se inclina entre 1° y 2° al oeste. El campo tiene una longitud de 40 km y un ancho de 10 km, exhibe un cierre estructural de 67 m en el relieve. La estructura se cierra al este por la presencia de una falla inversa discontinua norte-sur, que posee un componente secundario de movimiento por desplazamiento de rumbo. En el campo VMC los yacimientos U y T se encuentran definidos como anticlinales de orientación Norte-Sur, los mismos que están limitados en el flanco este por fallas no completamente sellantes y en las demás direcciones por acuíferos laterales, los cuales son muy activos tanto en el extremo norte como en el extremo sur del campo. (Moromenacho & Salinas, 2016)

#### **1.1.2.1. UBICACIÓN.**

El campo VMC, geográficamente está localizado a 250 km al este de la ciudad de Quito y 35 km al Sur de la frontera con Colombia, en la provincia de Sucumbíos como se muestra en la Figura 1.1.

Tiene una superficie aproximada de 400 km<sup>2</sup>, siendo el campo petrolero más grande del Ecuador.

Geográficamente, se extiende desde los 00°06'39" a los 00°17'58" latitud Este, hasta los 76°36'55" de longitud oeste.



**Figura 1.1** Ubicación del Campo VMC.  
**Fuente:** (Biedma, et al., 2014).

### 1.1.3. LITOLÓGÍA.

#### **Formaciones Productoras.**

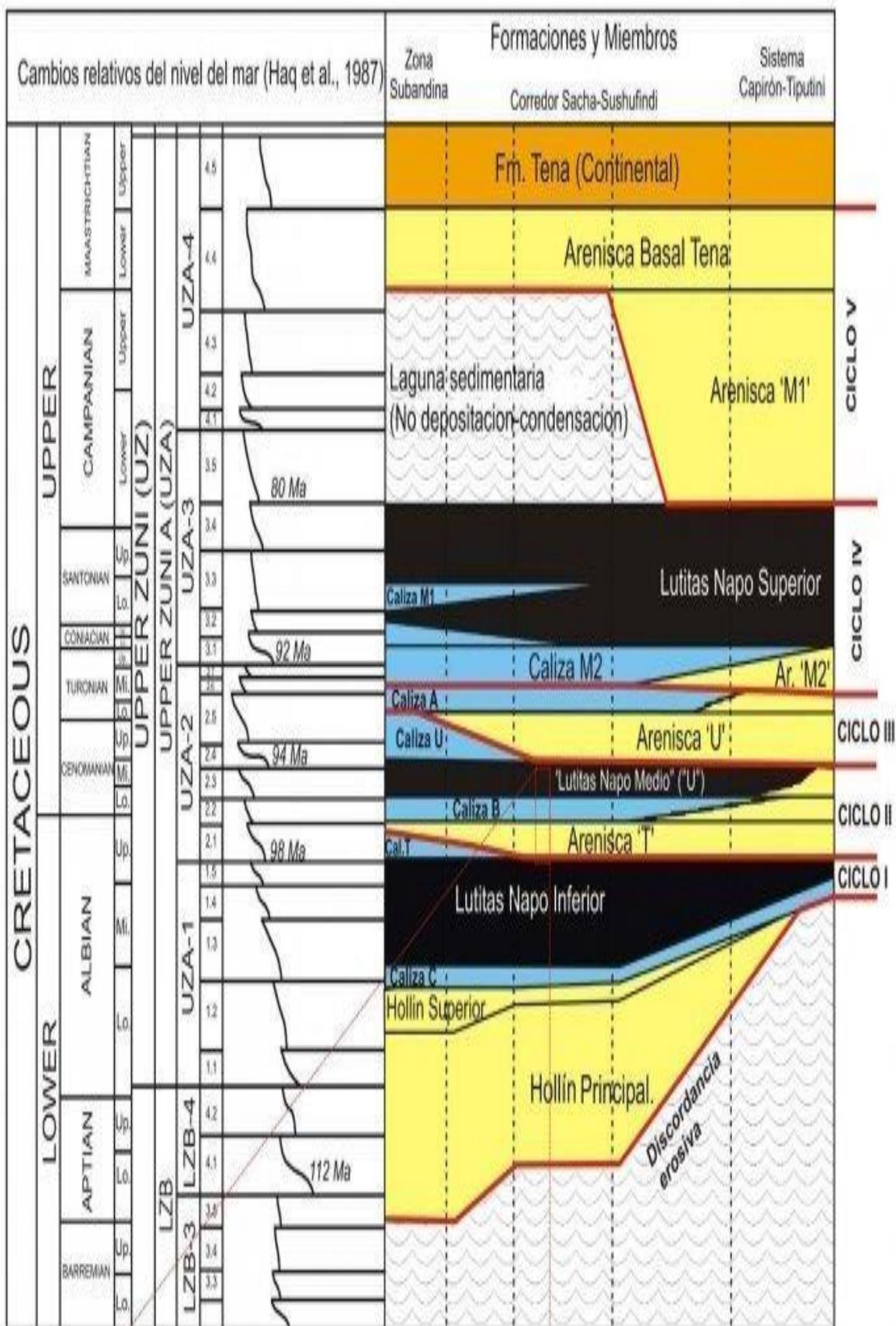
La producción del campo VMC proviene de la formación Napo de sus miembros “T” y “U”, y de los yacimientos de la formación Tena Basal. Los miembros Napo T y Napo U se subdividen en los sub-miembros T Inferior, T Superior, U Inferior y U Superior, representados por depósitos estuarinos a marinos someros. Los sub-miembros T Inferior y U Inferior se formaron a partir de arenas macizas de marea y estuario, los mismos que constituyen los principales yacimientos del campo, los cuales contienen el 90% del petróleo original en sitio. (Biedma, et al., 2014). En la Figura 1.2 se encuentran las formaciones del campo VMC.

**Arenisca T.** - Su profundidad puede variar desde 9200' a 9350' dependiendo del lugar, en profundidad vertical verdadera (TVD), medido a partir de la mesa rotaria. Hacia la base limita con la formación Hollín, y hacia el tope con la caliza "B" de Napo Inferior, la misma que la separa del reservorio U inferior. Es de grano medio a grueso con finos ocasionales. La matriz es caolinítica y en menor proporción clorítica. La porosidad total tiene un valor promedio de 18%, mientras que la porosidad efectiva es del 15%. Por lo general, a la base de la arenisca se ubica la zona con mejores valores de permeabilidad y porosidad. La permeabilidad absoluta varía entre 300 y 600 mD. El reservorio presenta un espesor que varía desde 30' hasta 100'. Su presión inicial fue de 4050 psi. (Biedma, et al., 2014).

**Tena Basal.** - Constituye un reservorio de menor importancia, compuesto principalmente por arenisca intercalada con limolita y arcillolita. Muestra espesores menores con una estructura de grano decreciente de arenisca de composición cuarzosa. La orientación de la arenisca presenta una tendencia en dirección Sur – Suroeste, en la zona Suroeste el espesor disminuye considerablemente, sin embargo, incrementa notablemente en la parte Norte. La formación en términos generales tiene un espesor que varía de 1 a 22 pies. La porosidad promedio es de alrededor del 15%. (Biedma, et al., 2014).

**Arenisca U.** - Su profundidad puede variar desde 9000' a 9300' en profundidad vertical verdadera (TVD), medido a partir de la mesa rotaria. Comprende una arenisca cuarzosa, con presencia ocasional de fragmentos líticos y de feldespatos. Dentro los minerales accesorios se encuentran el circón, muscovita y glauconita. La arcilla predominante es la caolinita. Presenta cemento silíceo. La porosidad es intergranular y ocasionalmente intragranular debido a la disolución de los feldespatos. Presenta una porosidad total promedio de 19% y una porosidad efectiva del 15%. La permeabilidad absoluta varía entre 250 y 400 mD. (Biedma, et al., 2014).

**Hollín.** - Compuesta de una arenisca cuarzosa, de grano medio a grueso, finos en menor proporción. Presenta una porosidad promedio de 18%, con ocasionales intercalaciones de niveles limosos y arcillosos. Presencia de arenas homogéneas de gran espesor, pero saturadas de agua. (Biedma, et al., 2014).



**Figura 1.2** Formaciones del campo VMC.  
**Fuente:** (Biedma, et al., 2014).

## **1.2. MONITOREO INTEGRADO DEL ACTIVO.**

### **1.2.1. DEFINICIÓN.**

En un esfuerzo constante por optimizar las operaciones de perforación, completación y remediación de pozos, Consorcio Shushufindi implementó el Centro de Manejo Integrado del Activo (MIA). El MIA utiliza una moderna plataforma tecnológica (hardware y software), con lo que monitorea las operaciones en tiempo real facilitando una mejor toma de decisiones a fin de minimizar: tiempo no productivo, eventos desfavorables y erogaciones de capital. Una de las actividades principales del centro se enfoca en las operaciones de perforación de las que en forma continua y en tiempo real se visualiza y analiza parámetros críticos para la operación, tales como: torque, presión, rata de penetración, volumen de tanques, entre otros. A partir del análisis de tendencias de parámetros y su desviación de niveles aceptables, se realiza la detección temprana de posibles eventos adversos a la operación, para lo cual, los ingenieros alertan al equipo de trabajo multidisciplinario localizado en pozo y oficina para su análisis y toma de decisiones. Las operaciones de completación y remediación de pozos siguen un proceso similar.

Todo este proceso que cumple el MIA es realizado a través de la transmisión y recepción de información procedente de los múltiples sensores ubicados en los equipos de perforación en campo. Esta data es cargada a un servidor de la nube, luego es descargada para uso y manipulación de los ingenieros a través de la plataforma PERFORM Toolkit (PTK) y sus varias aplicaciones.

### **1.2.2. PERFORM Toolkit (PTK).**

La plataforma PERFORM Toolkit (PTK) es una herramienta útil y versátil de visualización que permite la administración y análisis de datos de perforación en tiempo real y post evento, a través de varias pantallas personalizables en forma gráfica y numérica. El programa determina la actividad que el equipo de

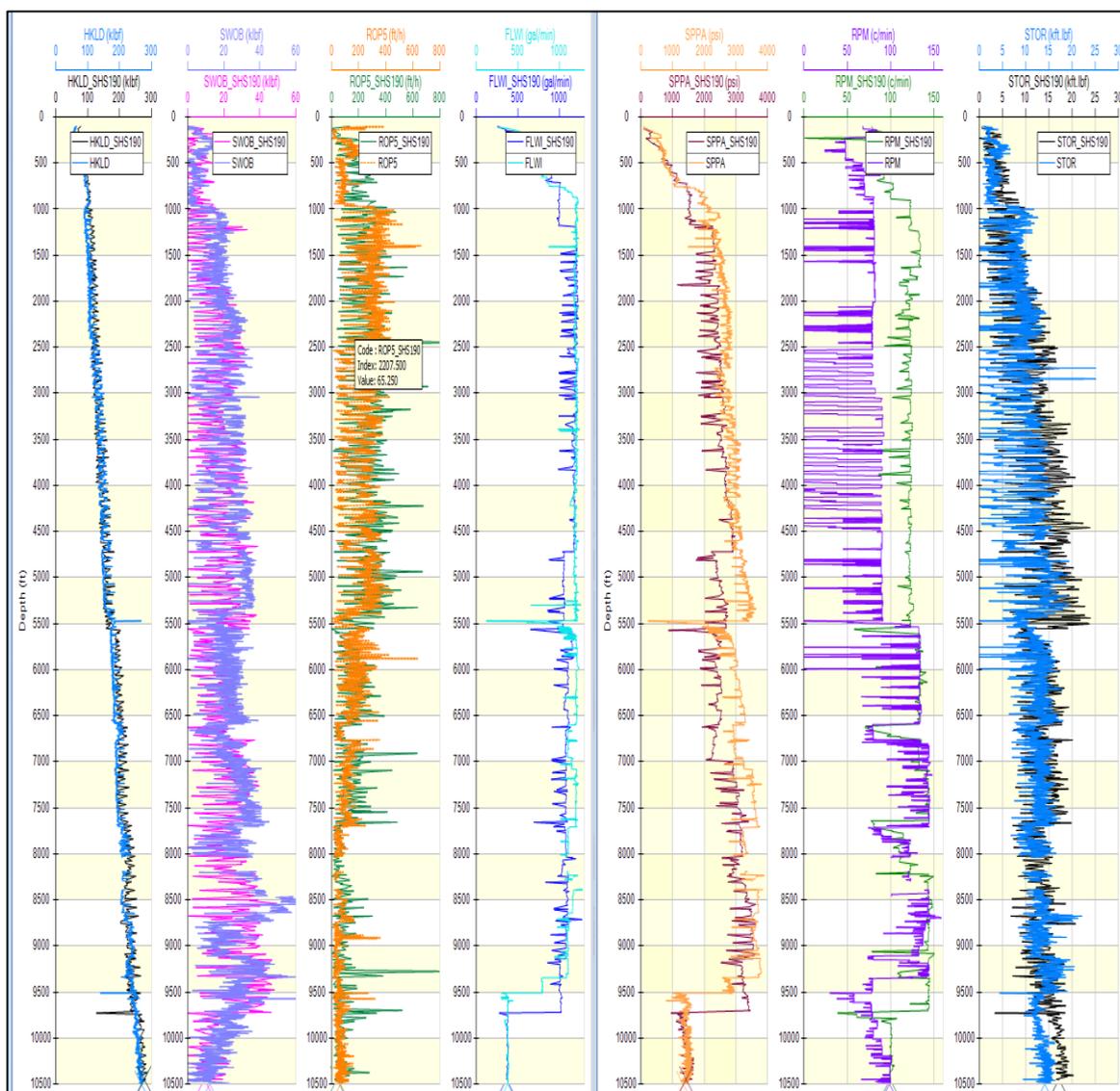
perforación está realizando, basado en la información enviada por los sensores de superficie.

Los ingenieros del centro MIA manejan dos pantallas principales: para monitoreo de perforación y monitoreo de viajes, las cuales muestran los datos de los parámetros registrados en forma gráfica y numérica de las tendencias en formato de tiempo. Varias pantallas adicionales y de gran utilidad son aprovechadas para cumplir su labor tales como el control de trayectoria del pozo, la cual a través de la carga y mediante la actualización de surveys, el programa despliega la trayectoria planeada y la trayectoria real del pozo, la misma que es importante conocer para advertir de posibles dificultades (dog legs) al momento de viajar con tubería o realizar corridas de casing.

Adicionalmente existen varias aplicaciones que permiten evaluar y tomar decisiones en tiempo real, tales como: Comparación de Parámetros, Gráfica Tiempo vs Profundidad, Torque and Drag (TAD y TLA) y ROPO (Optimización de la rata de penetración), entre otras. Todas estas herramientas se encuentran integradas dentro de la plataforma PTK; y, las mismas que son descritas a continuación en cuanto a su funcionamiento y utilidad.

#### ***1.2.2.1. Comparación de Parámetros con Pozos de Referencia.***

La figura 1.3, representa el plot de comparación, este es de gran utilidad para los ingenieros del centro y para los técnicos involucrados en la operación, debido a que permite desplegar y comparar en una misma pantalla el performance del pozo perforado con el pozo de referencia; para la evaluación y ejecución de acciones de mantenimiento o corrección de parámetros en el caso de ser necesario, a fin de optimizar las operaciones de perforación. (Shushufindi, 2017)

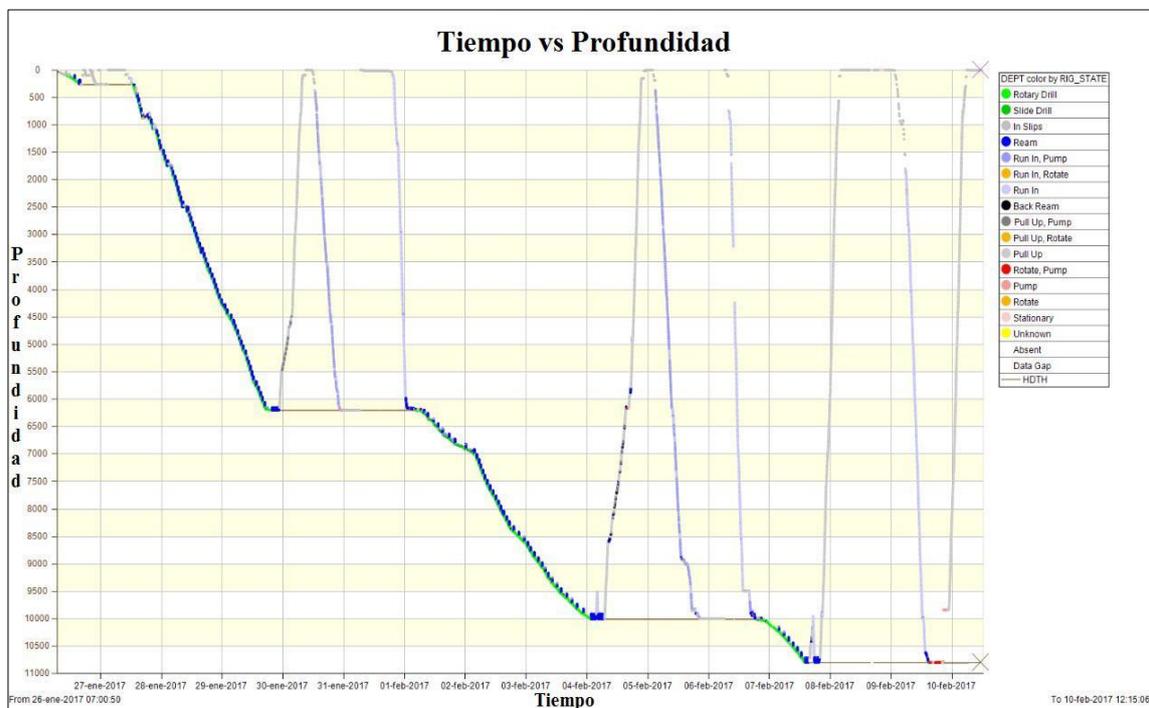


**Figura 1.3** Plot de Comparación de Parámetros  
**Fuente:** (MIA, 2016)

### 1.2.2.2. Gráfica Tiempo vs Profundidad.

Constituye una aplicación práctica y versátil de visualización y determinación rápida en cuanto a duración (tiempo) de las diferentes actividades y operaciones, tales como: tiempos de perforación, tiempos de viajes de tubería (RIH / POOH) y corridas de casing, entre otras; y, que de acuerdo a una previa calibración del “Rig State” en el programa PTK, se puede establecer las condiciones y características en las que se desarrollaron las actividades de perforación. Esta aplicación es usualmente utilizada por los ingenieros de pozo, para post análisis, con el afán de

optimizar tiempos y recursos en las operaciones. (Shushufindi, 2017). La figura 1.4 representa el plot de actividades.



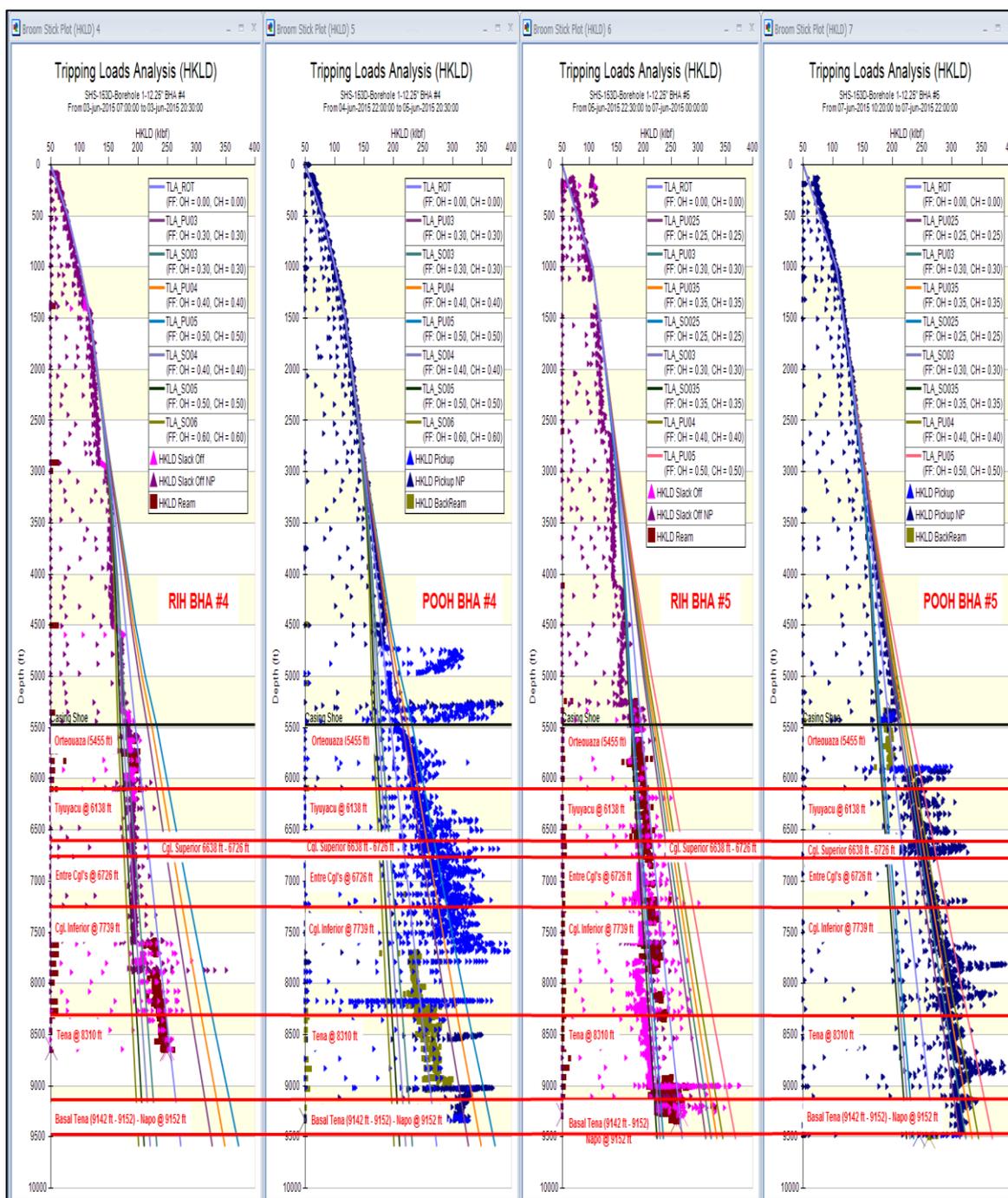
**Figura 1.4** Plot de Actividades Tiempo vs Profundidad.  
**Fuente:** (MIA, 2016).

### 1.2.2.3. Torque and Drag (TAD – TLA).

La aplicación TAD (Torque and Drag) y TLA (Tripping Load Analysis) usadas durante la perforación, viajes de tubería y corridas de casing permiten modelar y comparar los valores de torque (STOR) y peso del gancho (HKLD) modelados versus los datos reales adquiridos, permitiendo evaluar la efectividad de las operaciones realizadas e identificando puntos críticos para definir mejores prácticas operacionales. Podemos observar un ejemplo de TLA y TAD en la figura 1.5.

TAD y TLA consiste en un modelar curvas en profundidad correspondiente a los factores de fricción desplegados sobre un broom stick plot (grafico de escoba), sobre el cual son ploteados los datos del peso del gancho (HKLD), en modo pickup o slack-off según sea el caso; permitiendo así evaluar y determinar la

calidad de un viaje o la corrida de un casing. Este grafico resulta de considerable utilidad, especialmente durante las corridas de casing, puesto que permite alertar directa y oportunamente al WSS (Wellsite Supervisor) la pérdida de peso del revestidor, a fin de que realice los correctivos necesarios; y, de esta manera evitar posibles inconvenientes de asentamiento o colgamiento de la sarta.



**Figura 1.5** Broom Stick Plot (Grafico de Escoba).  
Fuente: (MIA, 2016).

#### **1.2.2.4. ROPOptimization.**

La aplicación ROPO (optimización de la rata de penetración), consiste en un algoritmo matemático que utiliza parámetros de perforación en tiempo real para calcular y generar valores recomendados de WOB y RPM a fin de mejorar la ROP mientras perfora (únicamente en modo rotación).

Los ingenieros corren la aplicación en las secciones de 16" en lo que corresponde a la Fm. Chalcana y parte de la Fm. Orteguzaza; en la sección 12¼" la corren en tres tramos diferentes correspondiente a: 1) Formación Orteguzaza y parte superior de la Formación Tiyuyacu, 2) Formación Tiyuyacu entre conglomerados y 3) Formación Tena.

#### **1.2.2.5. Key Performance Indicator (KPI)**

Una forma de medir cuantitativamente el logro de los objetivos establecidos es a través de los KPI (Key Performance Indicator), que para el centro MIA se lo realiza por medio del conteo total de alertas generadas mensualmente.

Las alertas están clasificadas de acuerdo a su tipo en operativas y técnicas.

- **Alertas Operativas**

Se refieren a los eventos detectados durante la actividad de perforación, viajes de tubería y corridas de casing; las cuales son enviadas al equipo multidisciplinario de campo y oficina inmersos en la operación.

- **Alertas Técnicas**

Se refieren a eventos relacionados con comunicaciones, recepción de datos, calibración de sensores, entre otros; las mismas que son enviadas de forma inmediata a los técnicos en campo para la reparación y puesta en marcha de los sistemas.

Puede existir una importante disminución en el número de alertas principalmente operativas; entre las causas que se puede anotar para esta reducción están:

- Curva de aprendizaje, los ingenieros del centro MIA cuentan con mayor criterio y experticia para la evaluación de los eventos, discriminando la necesidad de la generación y envío de alertas.
- Mejora y optimización en las prácticas y procedimientos operacionales de perforación en los campos monitoreados, dando como resultado una disminución considerable de eventos críticos en las operaciones.

### **1.2.3. ENVÍO DE ALERTAS DEL MIA.**

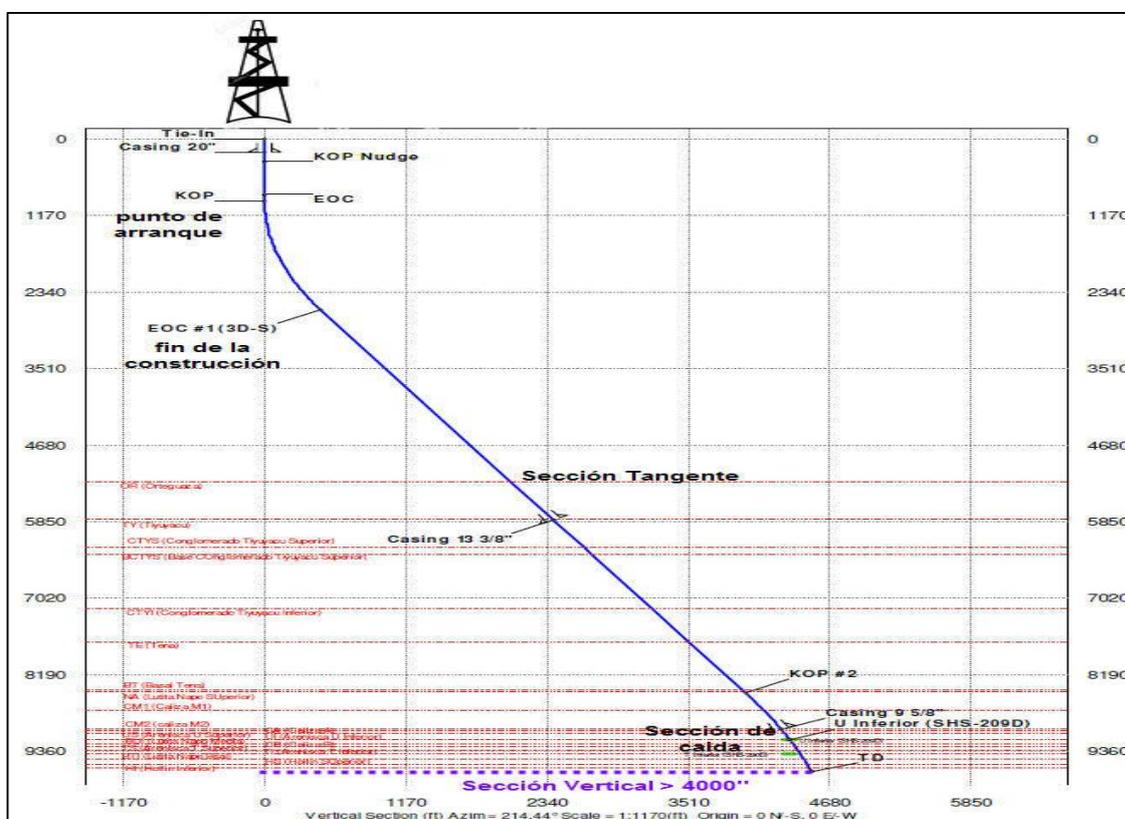
- a) Las alertas generadas por el MIA frente a alguna situación inusual, se manejan con el siguiente procedimiento:
- b) El Centro MIA recibe las Instrucciones al Perforador por parte del WSS.
- c) El Centro MIA valida y registra las Instrucciones al Perforador para realizar el monitoreo en tiempo real de las operaciones de perforación.
- d) Cuando el monitoreo sea normal el MIA continuará el monitoreo hasta el final de las operaciones.
- e) Cuando el monitoreo no sea normal, el MIA verificará la data recibida por el blackbox, de sus proveedores: MDTotco, Datarecord y GSS.
- f) Si la data verificada no es correcta, se enviará una alerta técnica según el procedimiento de envío de alertas técnicas del Centro MIA.
- g) Si la data verificada es correcta, se comunicará telefónicamente al WSS / AWSS.
- h) Si no se logra la comunicación telefónica con el WSS / AWSS, se procederá a comunicar la alerta telefónicamente al Superintendente de guardia. En caso de ser negativa la comunicación, finalmente se comunicará telefónicamente al Gerente de Perforación.
- i) Una vez comunicado el evento se procederá a enviar la alerta operativa por mensaje de texto a la lista de distribución establecida.
- j) Finalmente se enviará la alerta por correo electrónico, que incluirá los siguientes puntos:

- Taladro
- Pozo
- Sección
- Profundidad
- Tipo Alerta
- Tipo de Operación
- Tipo de Tubería
- Usuario crea alerta
- Fecha/Hora de Creación
- Descripción detallada del evento
- Gráfico del evento

En el **Anexo 1**, podemos observar un ejemplo de monitoreo de un pozo (POZO XXX) en tiempo real.

### 1.3. PERFORACIÓN DE POZOS TIPO J-HD.

Es un tipo de perforación direccional, que se procede a dirigir el pozo a lo largo de una trayectoria hacia la reserva de hidrocarburos, similar a la perforación de tipos J, haciéndola característica su sección vertical mayor a 4000 ft. Podemos observar el ejemplo de un pozo tipo J-HD en la figura 1.6.



**Figura 1.6** Pozo Tipo J-HD.

**Fuente:** (Schlumberger, 2017).

### **1.3.1. Causas para realizar una Perforación Direccional de Pozos tipo J-HD.**

- Alcanzar el Objetivo geológico.
- Perforar múltiples pozos de una misma plataforma.
- Locaciones inaccesibles.
- Evitar complicaciones debido a la geología local.
- Cambiar la dirección de un hoyo perforado originalmente (Side Track).  
(Cohen, et al., 2009)

## **1.4. SARTA DE PERFORACIÓN.**

### **1.4.1. Ensamblaje de Fondo (BHA).**

Son las herramientas que se encuentran entre la tubería de perforación y la broca.

Las funciones del BHA son las siguientes:

- Transmitir rotación a la broca.
- Transmitir y soportar cargas axiales.
- Transmitir y soportar cargas de torsión.
- Colocar el peso sobre la broca para perforar.
- Guiar y controlar la trayectoria del pozo.
- Permitir la circulación de fluidos.

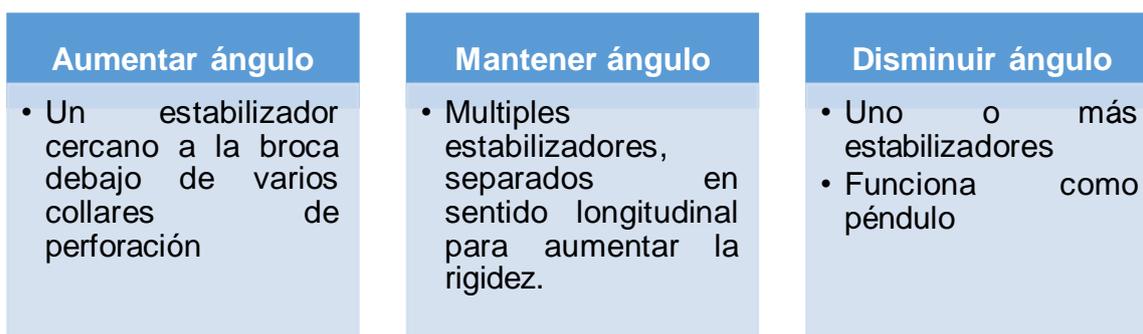
**Los componentes principales del BHA son:**

- Drill Collar.
- Heavy Weight.
- Estabilizadores.
- Accesorios.

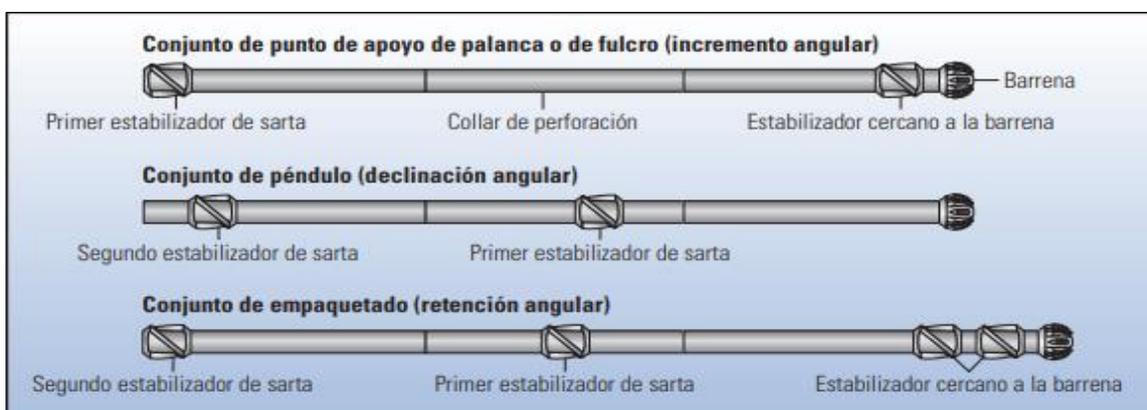
Dependiendo del diseño incluirá motor de fondo y herramientas de medición.

Mediante la variación de la posición del estabilizador, se puede afectar el equilibrio del BHA. Se puede aumentar, mantener y disminuir la inclinación del pozo con respecto a la vertical, la ubicación de los estabilizadores se describe en la figura 1.7 y en la figura 1.8 se observa el diseño. La velocidad a la cual un BHA construye o hace caer el ángulo se ve afectada por variables como: (Felezak, et al., 2012)

- La distancia entre estabilizadores.
- El diámetro y la rigidez del collar de perforación.
- El echado de la formación.
- La velocidad de rotación.
- El peso sobre la barrena.
- La dureza de la formación.
- Tipo de broca.



**Figura 1.7** Diagrama de ubicación de los estabilizadores.  
Fuente: (Felezak, et al., 2012)



**Figura 1.8** Uso de un BHA para cambiar inclinación.  
Fuente: (Felezak, et al., 2012).

#### **1.4.1.1. Drill Collar.**

También es conocida como barra de perforación, son tubulares pesados de pared gruesa, que por lo general son de acero.

##### **Funciones:**

- Suministrar peso a la broca.
- Conservar la tensión en la tubería de perforación.
- Evitar el pandeo de la sarta de perforación.
- Aportar el efecto de péndulo en la perforación de agujeros rectos.

(Quishpe & Ruiz, 2015)

#### **1.4.1.2. Estabilizadores.**

Estas herramientas controlan la desviación del pozo que estamos perforando, también cuida el BHA del contacto con las paredes del hoyo permitiendo una correcta entubación

##### **Clasificación.**

- Camisa rotaria.
- Camisa no rotaria.
- Escariadores.

##### **Funciones.**

- Prevenir alguna desviación en nuestro hoyo.
- Reducir la pega de tubería.

##### **Razones para usar estabilizadores.**

- La posición y calibre de los estabilizadores controlan la forma en que se direcciona el pozo.
- Ayudan a concentrar el peso sobre barrena.
- Minimizan doblamientos y vibraciones.

- Reducen el torque al perforar porque se tiene menos área de contacto.
- Ayudan a prevenir pegaduras por diferencial y key seating.

#### ***1.4.1.3. Heavy Weight.***

La tubería pesada es el componente intermedio del ensamblaje de fondo. Es un tubular de espesor de pared gruesa, cuya conexión posee las mismas dimensiones que las de la tubería de perforación para facilitar su manejo, pero es ligeramente más larga.

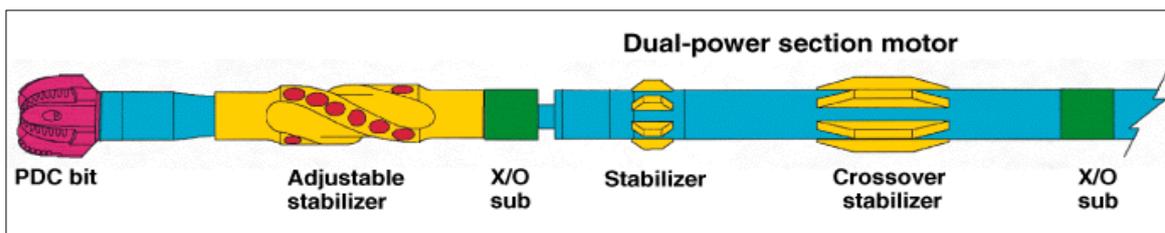
#### **Funciones**

- Servir de zona de transición entre el BHA y la tubería de perforación.
- Reducir las fallas originadas por la concentración de flexión cíclica en la tubería de perforación.

#### ***1.4.1.4. Accesorios.***

- De suma importancia para obtener una buena perforación.
- Amortiguador (SHOCK Absorber). Su posición es sobre la broca, y su función principal es de minimizar la vibración de la sarta de perforación.
- Martillo (Drilling Jar). Su función es la de proveer energía de impacto en las sartas atascadas, la posición de este accesorio es intercalada en la tubería pesada tensionada.
- Acelerador (Drilling Accelerator). Su función es la de aumentar la energía del martillo. Su ensamblaje se lo realiza una junta por encima del martillo.
- Motores (Drilling Motors). La función principal de los motores es la dar rotación de fondo, aplicando en perforación direccional. su posición es sobre la broca.
- Herramientas de medición (MWD). Estas herramientas se las puede instalar encima de la broca, motor. La función principal es de medir los parámetros de fondo en tiempo real.

En la figura 1.9 se encuentra un ejemplo de BHA y sus partes.



**Figura 1.9** Ejemplo de BHA  
**Fuente:** (Smith Services, 2005).

### 1.5. HERRAMIENTA DIRECCIONAL.

Los sistemas rotativos direccionales, desarrollados inicialmente para perforar pozos de alto desplazamiento, también resultan efectivos en costos en aplicaciones de perforación convencional, ya que permiten reducir el tiempo de perforación en forma considerable. (Downton, Trond Skei , Hendricks, & Pafitis , 2000).

La herramienta direccional que conforme el BHA, dependerá de un análisis de costos y tiempo.

Existen ciertas situaciones que requieren el uso de tecnología de perforación avanzada. La geología local puede determinar una trayectoria complicada para un pozo tal como perforar alrededor de domos salinos o láminas de sal. (Downton, Trond Skei , Hendricks, & Pafitis , 2000).

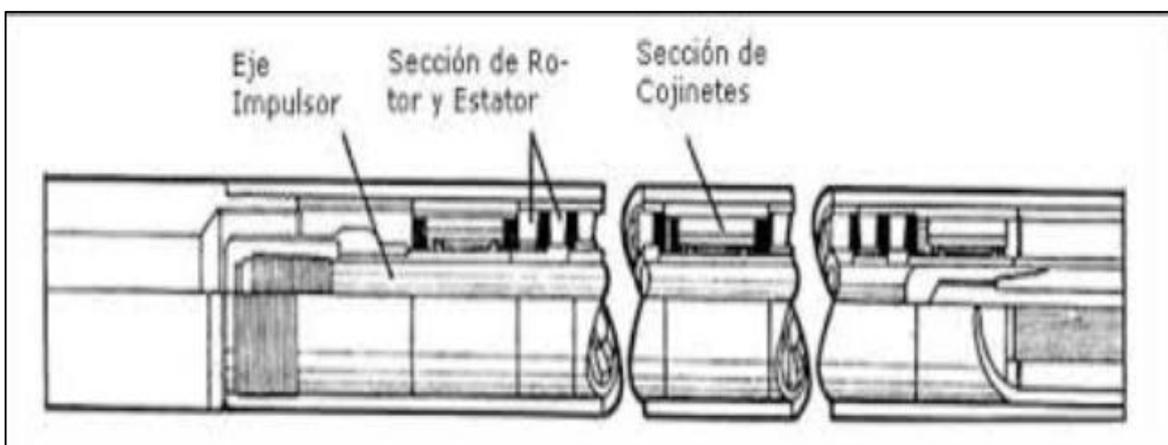


**Figura 1.10** Perforación de un pozo.  
**Fuente:** (Felezak, et al., 2012).

En la figura 1.10, se observa como un hueco perforado con un sistema rotativo direccional es uniforme, a diferencia de un hueco perforado con motor que crea un pozo en forma de espiral.

Los tipos de herramienta direccional son los siguientes:

### 1.5.1. MOTOR.



**Figura 1.11** Motor de perforación.

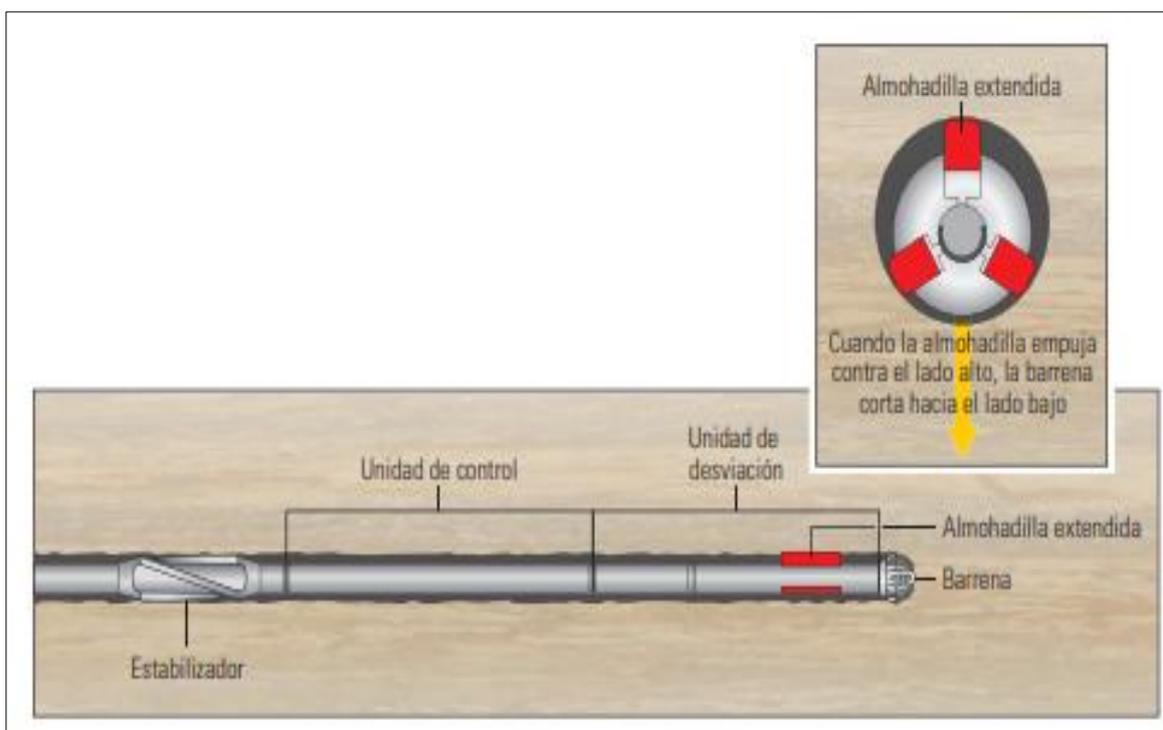
**Fuente:** (Felezak, et al., 2012).

Un motor direccional consta de una sección para la generación de potencia, a través de la cual se bombea el fluido de perforación que hace girar la broca, una sección curva de 0 a 3°, un eje propulsor y la broca. (Downton, Trond Skei , Hendricks, & Pafitis , 2000). En la figura 1.11, se encuentra la configuración de una herramienta direccional tipo motor.

La perforación direccional con un motor direccional se la realiza de dos modos: Rotación y deslizamiento.

En modo rotación, la totalidad de la sarta de perforación rota y en modo deslizamiento, únicamente la broca se mantiene rotando. La falta de rotación de la tubería disminuye la capacidad del fluido de perforación de remover recortes, también reduce el ROP. (Downton, Trond Skei , Hendricks, & Pafitis , 2000).

### 1.5.2. ROTARY STEERABLE SYSTEM (RSS)



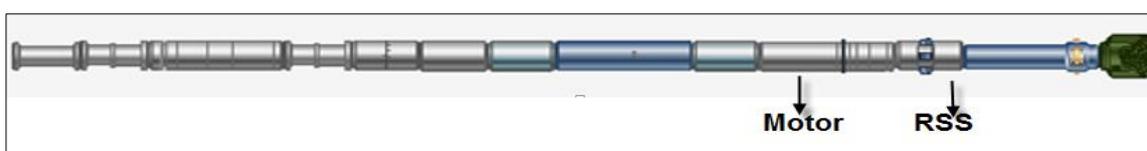
**Figura 1.12** Rotary Steerable System.

**Fuente:** (Felezak, et al., 2012).

Es una herramienta direccional que permiten planificar geometrías de pozos complejas incluyendo pozos horizontales y de alcance extendido, esto debido a que posibilitan la rotación continua de la columna de perforación mientras se dirige la trayectoria del pozo, con lo cual se elimina el problemático modo de deslizamiento, propio de los motores direccionales convencionales.

El sistema Power Drive es un sistema compacto y poco complicado desde el punto de vista mecánico, que comprende una unidad sesgada y una unidad de control que agregan solo 3.8 m (12 ½") a la longitud total del BHA. En la figura 1.12, se observa la herramienta direccional tipo RSS.

### 1.5.3. VORTEX.



**Figura 1.13** Combinación de Motor y Rotary Steerable System.

**Fuente:** (Felezak, et al., 2012).

Existen pozos con diseños exóticos que continúan extendiendo los límites de la tecnología de la perforación direccional, donde se combinan los sistemas de perforación rotativos y direccionales disponibles de hoy en día.

El Vortex combina la herramienta direccional Rotary Steerable System con Motor, lo que puede implicar aumento en la inversión, pero al mismo tiempo reducir el tiempo de construcción de un pozo.

### **1.6. FLUIDO DE PERFORACIÓN.**

También llamado lodo de perforación, es una serie de fluidos y sólidos, ya sea base agua o no a base de agua y gaseoso (neumático). El lodo de perforación realizando un recorrido desde la tubería de perforación, saliendo por la broca y retornando por el espacio anular, permitiendo un buen progreso de la perforación. (Schlumberger, 2017).

#### **Funciones del fluido de perforación.**

- Controlar las presiones de subsuelo.
- Minimizar el daño de la formación.
- Controlar la erosión del pozo.
- Remover los recortes del pozo.
- Sellar las formaciones permeables.
- Enfriar y lubricar la broca.
- Transmitir energía hidráulica a las herramientas de fondo de pozo.
- Optimizar los parámetros de perforación.

En pozos de alto desplazamiento, los sistemas de fluidos de perforación deben poner mayor énfasis en ayudar a manejar los problemas de limpieza y estabilidad específicos de estos pozos.

### **1.6.1. Propiedades del lodo de perforación.**

#### ***1.6.1.1. Densidad.***

Define la capacidad del fluido de perforación de ejercer una contrapresión en las paredes de la perforación, controlando de este modo las presiones litostática e hidrostática existentes en las formaciones perforadas, comúnmente en libras por galón (lpg). (Milinarium, 2012)

#### ***1.6.1.2. Viscosidad Plástica.***

Se describe generalmente como la parte de la resistencia al flujo que es causada por la fricción mecánica. Una viscosidad plástica baja indica que el lodo es capaz de perforar rápidamente debido a la baja viscosidad del lodo que sale en la broca, por el contrario, una viscosidad plástica alta es causada por un fluido de base viscosa y por el exceso de sólidos coloidales. Comúnmente se lo encuentra en cP o milipascales-segundo. (Gray, 2010).

#### ***1.6.1.3. Filtrado API.***

Indica la cantidad relativa de líquido que se filtra a través del revoque hacia las formaciones permeables, cuando el fluido es sometido a una presión diferencial. Su control depende del tipo de formación. Un lodo ideal es aquel que ofrece un filtrado pequeño y un revoque delgado y resistente. (Coinspetrol, 2013).

#### ***1.6.1.4. Potencial de Hidrógeno (pH).***

Indica si el fluido de perforación es ácido o básico. Las condiciones de equilibrio químico de un fluido de perforación marcan la estabilidad de sus características.

Una variación sustancial de pH debida a la perforación de formaciones puede provocar la floculación del lodo. (Milinarium, 2012).

#### ***1.6.1.5. Porcentaje de Arena.***

El porcentaje de arena en la perforación de pozos debe mantenerse lo más bajo posible, con el fin de evitar daños a los equipos de perforación. La arena es abrasiva por lo que genera daño considerable a las camisas de las bombas de fluido de perforación. (Coinspetrol, 2013).

### **1.7. BROCAS.**

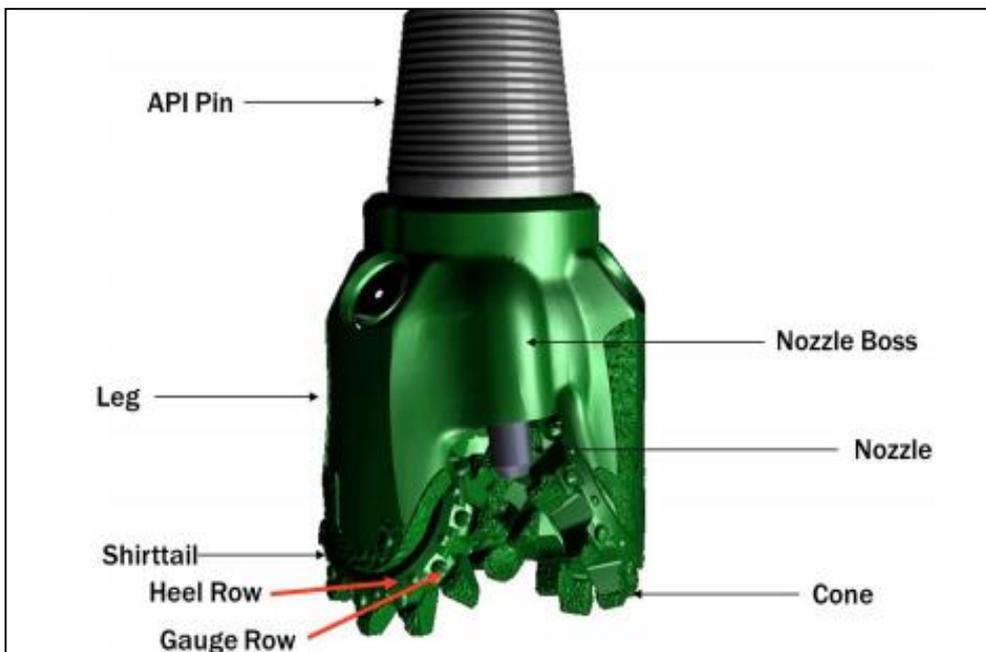
Broca de perforación o también llamada barrena, es una herramienta utilizada para triturar o cortar la roca. Se encuentra ubicada en la parte inferior de la sarta de perforación y debe cambiarse cuando se gasta excesivamente y su avance es deficiente. La mayoría de brocas actúa triturando o raspando la roca, o al mismo tiempo las dos, sin embargo, otras brocas trabajan a manera de martillo, utilizadas en operaciones de construcción. El uso de una correcta broca optimiza la perforación de pozos. (Schlumberger, 2017).

#### **1.7.1. Brocas Tricónicas.**

Son brocas formadas por tres conos que giran sobre su propio eje, diseñadas para una variedad de aplicaciones, como perforar formaciones duras, abrasivas, blandas, plásticas, y cualquier combinación al variar los parámetros operativos. En la figura 1.15 se encuentra una broca tricónica y sus partes.

Su resistencia a la compresión es baja por lo que, el peso sobre la broca y la rata de perforación son directamente proporcionales, entonces, al aumentar el peso

sobre la broca, la rata de penetración también aumentara. Se debe evitar demasiado peso ya que esto es contraproducente para la broca. (González, Jara, & Ramirez, 2010).



**Figura 1.14** Broca Tricónica.  
Fuente: (Schlumberger 2015).

### 1.7.2. Brocas de cortadores fijos.

Son brocas que no poseen partes móviles por lo que solo se mueve cuando la broca rota, tienen la capacidad de rotar a altas velocidades con diferentes pesos sobre la broca. Los diferentes tipos de broca se encuentran en la figura 1.16, de acuerdo a su material pueden ser:

- Cortadores de compactos de diamante policristalinos (PDC).
- Cortadores de diamante térmicamente estable (TSP).
- Cortadores de diamante natural.

(Quishpe & Ruiz, 2015)



**Figura 1.15** Broca de cortadores fijos.

**Fuente:** (Schlumberger, 2017).

### **Cortadores de compactos de diamante policristalinos (PDC).**

Son los más utilizados en la industria petrolera, diseñada para perforar en formaciones duras a semiduras, y en algunos casos formaciones suaves.

Su eficiencia se desarrolla con bajo peso sobre la broca, altas revoluciones por minuto y alta velocidad de lodo.

(Quishpe & Ruiz, 2015)

#### **1.7.3. Selección de Brocas.**

Es uno de los aspectos más importantes en la construcción de pozos petroleros. Para obtener una selección de broca eficiente para perforar las diferentes formaciones se debe tener en cuenta algunos factores como:

- La descripción general del pozo.
- Información de pozos vecinos.
- Registros de la condición de la broca.
- Perfil Direccional.
- Litología.
- Programa de Fluidos de perforación.
- Información del taladro.

Para el campo VMC pozos J-HD, un ejemplo de selección de brocas, se encuentra en la siguiente tabla.

**Tabla 1.1** Ejemplo de selección de brocas.

Sección	Profundidad	Objetivo	Litología	Broca
26"	-200	Mantener la verticalidad hasta 200" a punto de revestidor	Compuesta mayormente por arcilla y piedrones superficiales	Broca de conos con dientes largos con IADC: 115
16"	200-6490	Mantener la verticalidad hasta 400" y empezar a construir hasta 30.67°. Punto de revestidor 13 3/8"	Compuesta principalmente por arcilla, limolita, lutita, arena y arenisca en menor grado	Broca PDC de 5 aletas y cortadores de 19mm, con cuerpo de acero. IADC: S123
12 ¼"	6490-10193	Mantener sección Tangencial a 9601" para luego iniciar tumbar inclinación hasta 24.75° punto de asentamiento del revestidor de 9 5/8" a 9800"	Arcillas, Conglomerados, Chert, limolita, areniscas, lutita y calizas	<b>1ra corrida:</b> Broca PDC de 5 aletas con cortadores de 19 y 16mm, cortadores de respaldo, área de limpieza de 34.384 pulgadas cuadradas. IADC: M223
				<b>Contingencia:</b> Broca Tricónica con IADC: 427X. Para perforación de conglomerados
				<b>2da corrida:</b> Broca PDC de 5 aletas, cortadores de 19mm y cuerpo de matriz. IADC: M223
8 ½"	10193-10940	Tumbar inclinación hasta 17.28° punto de asentamiento de Liner de 7"	Areniscas, Lutitas y calizas	Broca PDC de 6 aletas con cortadores de 16mm. IADC: M223

**Fuente:** (Schlumberger, 2017).

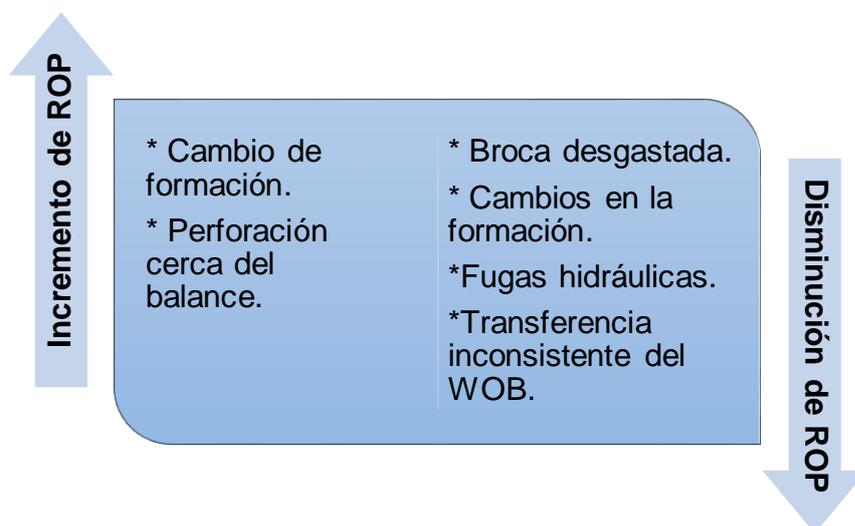
**Elaborado por:** Michelle Cruz

## 1.8. PARÁMETROS DE PERFORACIÓN.

### 1.8.1. RATA DE PENETRACIÓN (ROP).

Se define la rata de penetración como la medida de los pies perforados en el intervalo de 1 hora (ft/h), además también es un indicador del estado de la broca, puesto que si no está en un rango óptimo de trabajo es necesario cambiarla, esto dependerá del modo de perforación (rotando o deslizando). Las diferentes causas de variación de ROP se encuentran en la figura 1.17.

- **ROP Neto:** Es la relación entre los pies perforados y las horas netas de perforación, no toma en cuenta los repasos ni los cambios de BHA.
- **ROP promedio:** Es la relación entre los pies perforados y las horas promedio para perforar dicho intervalo. Se considera el tiempo de conexión, los repasos y cualquier otra actividad. (Yanez Flores, 2013).



**Figura 1.16** Variación de ROP  
Fuente: (Yanez Flores, 2013).

### 1.8.2. PESO SOBRE LA BROCA (WOB).

Es la cantidad de fuerza hacia abajo ejercida sobre la broca; este peso es proporcionado por los Drill Collar y los Heavy Weight. El peso debe aplicarse

continuamente a la broca y así mantener la broca en profundidad con el objetivo de estabilizarla y evitar que se produzcan remolinos. (Calispa & Villegas, 2013).

Conforme la broca se desgaste, será necesario mayor peso para mantener las revoluciones por minuto. (Arab Oil Books).

### 1.8.3. TORQUE (STOR).

Torque es la tendencia de una fuerza a causar el cambio o movimiento de rotación de un cuerpo.

En Perforación, las unidades se representan lbf-Kft o Kft-lbf.

Un lbf-ft se describe como la cantidad de fuerza requerida para mover una masa de 1 libra en una distancia de 1 pie. Puesto que estamos hablando de rotación, la distancia será de 1 pie de viaje en torno a un punto central.

El Torque se presenta por tres componentes principales:



**Figura 1.17** Diagrama de Tipos de torque

**Fuente:** (Calispa & Villegas, 2013).

#### Medidas para minimizar el Torque.

Un diseño de pozo para minimizar el torque y arrastre envuelve el minimizar las fuerzas del contacto. Ya que la tensión de la sarta es mayor a la de la superficie,

la manera de minimizar tales fuerzas es evitar las patas de perro en la superficie y construir un ángulo hacia el objetivo propuesto, donde la tensión de la sarta sea menor.

#### **1.8.4. REVOLUCIONES POR MINUTO (RPM).**

La velocidad de rotación total de la broca es igual a la velocidad de rotación en superficie más la velocidad de rotación del motor en profundidad. (Calispa & Villegas, 2013).

Se debe evitar que la velocidad de rotación sea muy alta al atravesar formaciones abrasivas para evitar un desgaste por abrasión. Las velocidades altas en formaciones duras pueden reducir la tasa de penetración, esto se debe al desgaste de la broca. (Calispa & Villegas, 2013).

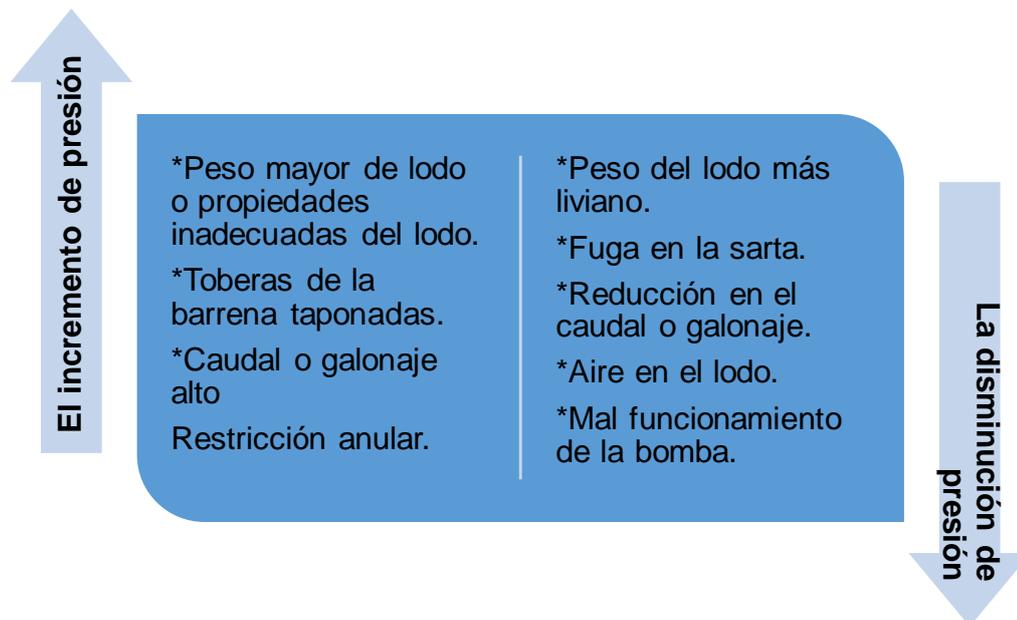
- **RPM rotación:** Son las revoluciones en superficie aplicadas por la rotaria a la sarta de perforación.
- **RPM motor:** Son las revoluciones que se tiene en el fondo por el motor.

$$rev = \frac{rev}{gal} \times gal$$

#### **1.8.5. PRESIÓN EN EL STAND PIPE (SPPA).**

La presión en el stand pipe, se define como la caída total de presión por fricción en el circuito hidráulico. (Yanez Flores, 2013).

Las causas para cambio de presión se encuentran en la figura 1.19.



**Figura 1.18** Diagrama de Cambio de Presión  
**Fuente:** (Albán & Álvarez, 2014).

#### 1.8.6. GALONAJE (GPM).

“Es la cantidad de volumen de fluido de perforación en un determinado periodo de tiempo, este afecta a la limpieza del hueco y de la broca.” (Yanez Flores, 2013).

También se lo puede denominar tasa de flujo; este está relacionado directamente con la limpieza del hueco y de la broca, ya que es el encargado de la remoción de recortes hacia la superficie.

### 1.9. TÉRMINOS Y DEFINICIONES EN PERFORACIÓN DIRECCIONAL.

#### 1.9.1. SURVEY.

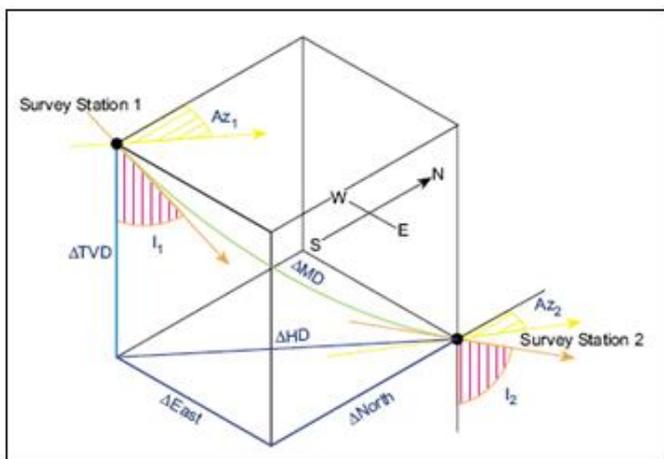
Posición a lo largo del pozo, donde se toman las lecturas direccionales. Un survey, o en forma más apropiada “Estación de Survey”, cuenta con los siguientes componentes:

- Inclinación.
- Dirección del Pozo (Azimut).

- Profundidad Medida.

La más alta calidad de un survey se obtiene con una medida estática.

La información del Survey le informa al perforador direccional donde el hueco se encontraba. En la figura 1.20, se encuentra un ejemplo de 2 puntos con survey.



**Figura 1.19** Survey Perforación.

**Fuente:** (Baker 2015).

### 1.9.2. PROFUNDIDAD MEDIDA (MD).

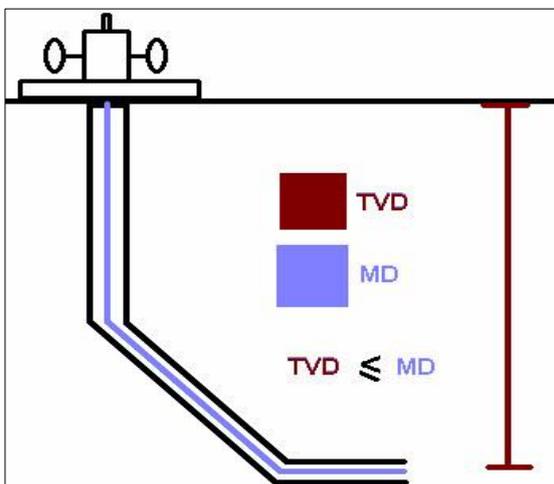
Es la distancia medida a lo largo de la trayectoria actual del pozo desde el punto de referencia en la superficie, hasta el punto del registro de la herramienta direccional. Se puede observar en la figura 1.21. Se obtiene esta medida por diferentes formas.

- Contador de profundidad de los Registros Eléctricos.
- Conteo de tubería ( $\sum$ tubos perforados + Ensamblaje de fondo).

### 1.9.3. PROFUNDIDAD VERTICAL VERDADERA (TVD).

Es la distancia vertical desde el nivel de referencia de profundidad, hasta un punto en la trayectoria del pozo. Normalmente es un valor calculado. Se observa en la figura 1.21.

En la mayoría de operaciones de perforación la elevación de la mesa rotaria se usa como la referencia de profundidad de medida, para plataformas flotantes la elevación de la mesa rotaria no es constante, entonces debe usar una elevación promedio.

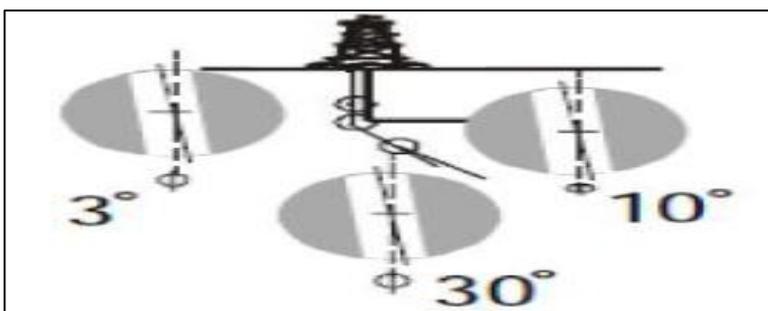


**Figura 1.20** TVD y MD  
Fuente: (Petroblogger 2015).

#### 1.9.4. INCLINACIÓN

Es el ángulo (en grados) entre la vertical local, dada por el vector local de gravedad como lo indica una plomada, y la tangente al eje del pozo en un punto determinado.

Por convención, corresponde a la vertical y a la horizontal, también llamado ángulo de deflexión o desvío, el cual representa uno de los parámetros más importantes en el diseño de las trayectorias de perforación. Diferentes inclinaciones se observan en la figura 1.22.

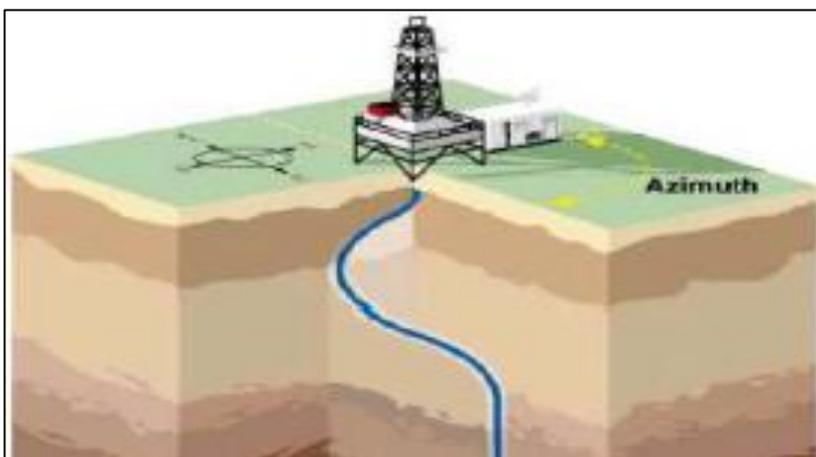


**Figura 1.21** Inclinación de un Pozo.  
Fuente: (Petroblogger 2015).

### 1.9.5. AZIMUT.

El azimut de un pozo en un punto determinado, es la dirección del pozo sobre un plano horizontal (0-360 grados), medido como un ángulo en sentido de las manecillas del reloj, a partir del norte de referencia, como se muestra en la figura 1.23.

Esta referencia puede ser el norte verdadero, el magnético o el de mapa. Todas las herramientas magnéticas proporcionan la lectura del azimut con respecto al norte magnético. Sin embargo, las coordenadas calculadas posteriormente, están referidas al norte verdadero o al norte de mapa.



**Figura 1.22** Azimut  
Fuente: (Petroblogger 2015).

### 1.9.6. PERFORAR ROTANDO.

Es una forma de perforar la formación, teniendo una rotación en superficie principalmente por la fuerza que ejerce el top drive, y de esta manera transmitiendo a toda la sarta de perforación en RPM.

Cuando se utiliza un motor, se obtiene el doble de rotación, pues este produce otra fuerza de rotación que transmite solo a la broca.

### **1.9.7. PERFORAR DESLIZANDO.**

Perforar en modo deslizado una formación, solo es posible cuando usamos un motor de perforación direccional de fondo.

Con esta forma de perforación el top drive en superficie se detiene 0 RPM, esto quiere decir que el único que transmite fuerza de rotación es el motor de fondo. Se utiliza para realizar el trabajo direccional para desviar o construir el pozo a una determinada inclinación y dirección.

En una sección tangencial donde se mantiene el mismo ángulo y dirección se perforará solo en modo de rotación.

### **1.9.8. TOOLFACE.**

Es la orientación de la cara de la herramienta, este término se usa en conexión con las herramientas de deflexión o los motores dirigibles.

#### **a) Física.**

El lugar sobre una herramienta de deflexión, marcado usualmente con una línea de marca, que se posiciona hacia una orientación determinada mientras se perfora, para determinar el curso futuro del pozo.

#### **b) Conceptual.**

Toolface en nuestro pozo, es a menudo usado como frase corta de orientación de la cara de la herramienta, puede ser la orientación del sustituto de navegación de un motor dirijible.

### **1.9.9. PUNTO DE ARRANQUE.**

KOP, profundidad en un pozo vertical en la que se empieza operaciones de perforación direccional.

Este dato debe obtenerse considerando las características de las formaciones a perforar, se recomienda que la etapa de incremento de ángulo se lleve a cabo en formaciones suaves a medias. Puede considerarse que la profundidad de KOP y la velocidad de incremento de ángulo darán la pauta para elegir el patrón de desviación.

En esta profundidad el pozo pasa la sección vertical a la sección de construcción, un pozo vertical no posee KOP.

#### **1.9.10. RATA DE GIRO.**

Turn rate, TR/100 ft, es el incremento o decremento de dirección (100 ft/30 m) que se debe realizar en la zona de construcción cuando al pozo se lo desea girar a la derecha o izquierda.

Se realiza esta maniobra cuando el pozo posee problemas de anticolisión con algún pozo en las cercanías.

#### **1.9.11. FIN DE CONSTRUCCION.**

EOB, Profundidad en MD/TVD a la cual se termina la sección de construcción y comienza la sección tangencial.

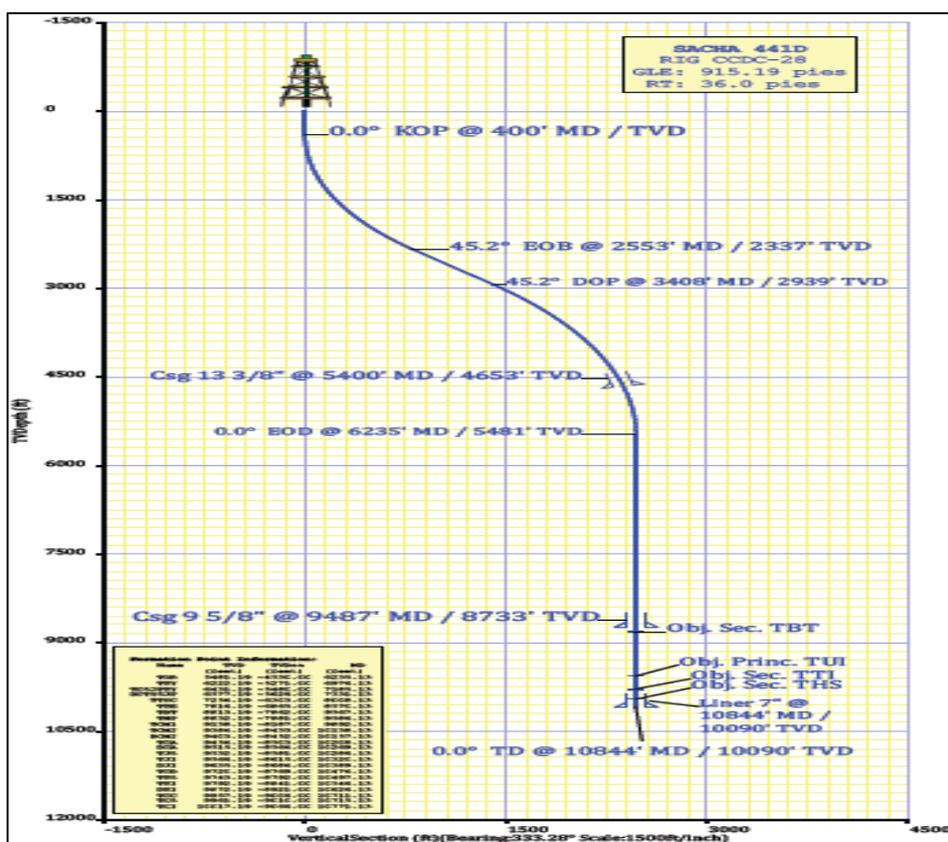
En esta profundidad el pozo ha alcanzado la inclinación y dirección requerida en el plan direccional, entonces a partir de esta profundidad el pozo se perforará manteniendo una inclinación y dirección constante.

#### **1.9.12. PUNTO DE TUMBADO.**

Profundidad en MD/TVD a la cual termina el decremento de ángulo de acuerdo al DLS del plan direccional.

### 1.9.13. FIN DE TUMBADO.

Profundidad en MD/TVD a la cual se inicia el decremento del ángulo de acuerdo al DLS del plan direccional, en esta profundidad la sección tangencial termina y se inicia la sección de tumbado del ángulo.



**Figura 1.23** Diseño de un Pozo Tipo S  
Fuente: (Baker, 2014).

### 1.9.14. DIRECCIÓN DEL OBJETIVO.

Es un punto fijo en el subsuelo muy cercano a una formación productora el cual debe ser penetrado con la herramienta de perforación y donde termina la trayectoria que define al pozo.

### 1.9.15. PATA DE PERRO.

Es la curvatura total del pozo (la combinación de cambios en la inclinación y dirección) entre estaciones de registros direccionales. La pata de perro se mide en grados. La pata de perro, referida a un intervalo estándar (por convención se ha establecido de 100 pies o 30 metros). La severidad se obtiene en grados. Es conveniente mantener las severidades tan bajas como sea posible en la perforación convencional (menos de 4 o / 100 pies) para evitar pegas de tubería.

Las severidades altas provocan problemas en el pozo tales como:

- Ojos de llave.
- Atrapamientos de tubería.
- Desgaste de tubería.

#### **1.9.16. SECCIÓN VERTICAL.**

Es la proyección del desplazamiento horizontal sobre el plano vertical, usualmente a lo largo de la dirección del objetivo.

#### **1.3.1. PARÁMETROS ÓPTIMOS.**

Son también denominados parámetros normales, son parámetros que se encuentran dentro de un rango aceptable.

#### **1.3.2. PARÁMETROS CONTROLADOS.**

Son parámetros que se controlan con el fin de realizar una operación óptima, estos son bajos para atravesar ciertas formaciones que lo requieren. Los parámetros que se pueden controlar son: WOB, RPM y FLWI.

### **1.3.3. EMBOLAMIENTO.**

Es un problema operacional que puede ocurrir en cualquier momento durante la perforación, lo cual puede ocasionar varios problemas como reducción de la tasa de penetración e incrementar el torque y presión de bomba. El personal debe sacar la tubería y el BHA fuera del hoyo con el propósito de limpiar el embolamiento. (PerfoBlogger, 2014).

### **1.3.4. MANTENER INCLINACIÓN.**

Es la parte de la trayectoria del pozo a la sección de incremento donde el ángulo y la dirección se mantienen constantes. Inicia luego de que la sección de construcción haya terminado y se alcanzó la inclinación deseada del pozo, en esta sección es la que permite desplazarse más en el plano horizontal para acercarse al eje vertical y así alcanzar múltiples objetivos.

## CAPITULO II

### PERFORACIÓN DE POZOS TIPO J-HD, SECCIÓN 12 ¼” DEL CAMPO VMC

#### 2.1. ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

La organización de la información obtenida a través de los reportes finales de perforación y el programa PTK, se la realizará mediante matrices generadas en Microsoft Excel, el cual nos permite elaborar cuadros estadísticos que representen la información de cada pozo.

En la tabla 2.1 podemos observar los pozos tipo J-HD perforados en el campo VMC conjuntamente con la información relevante de estos.

**Tabla 2.1** Resumen de Pozos tipo J-HD del campo VMC

Pozo	Año	Sección Vertical (ft)	Inclinación	Azimut	TD (ft)	Tiempo Planeado (días)	Tiempo Real (días)	#BHA	ft perforados
1	2013	4527	30.86	215.81	10860	9.5	8.28	3	3773
2		4001	27	220	10585	7.5	4.83	2	4188
3	2014	4616	30.67	150.03	10940	7.3	5.25	2	3683
4		4372	28.65	3.79	10845	7.2	5.00	2	3603
5		4415	28.85	193.06	10797	7.0	5.79	2	3589
6		4160	32.04	44.71	10523	7.0	3.64	1	3506
7		5002	16.51	6.04	10880	6.27	6.33	2	3617
8	2016	4470	33.82	181.4	10968	5.30	5.19	2	3886

Fuente: (Shushufindi, 2017).

## 2.2.POZO 1, SEC 12 ¼”.

### 2.2.1. DATOS GENERALES DEL POZO.

**Tabla 2.2** Datos Generales del Pozo 1, sección 12 ¼”.

<b>Datos Generales del Pozo</b>	
<b>Fecha de inicio perforación</b>	13/09/2013 20:00
<b>Fecha de fin perforación</b>	22/09/2013 2:45
<b>Tiempo perforando (días)</b>	4,88
<b>Tiempo de llegada al objetivo (días)</b>	8,28
<b>NPT (días)</b>	0,08
<b>Profundidad inicial MD (pies)</b>	6422
<b>Profundidad final MD (pies)</b>	10195
<b>Profundidad Final TVD</b>	9034,29
<b>Pies perforados</b>	3773
<b>Inclinación</b>	30.86 °
<b>Azimut</b>	220.61 °
<b>Sección vertical planeada (pies)</b>	4527
<b>Sección vertical alcanzada (pies)</b>	4675,67

Fuente: (Shushufindi, 2017).

### 2.2.2. DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA.

**Tabla 2.3** Descripción estratigráfica del Pozo 1, sección 12 ¼”.

<b>Descripción Estratigráfica</b>	
<b>Orteguaza (ft)</b>	5726
<b>Tiyuyacu MD (ft)</b>	6405,58
<b>Conglomerado Superior MD (ft)</b>	6868,87
<b>Base Conglomerado Superior MD (ft)</b>	6955,51
<b>Tope Conglomerado Inferior MD (ft)</b>	8051,36
<b>Tena (ft)</b>	8600,45
<b>Basal Tena (ft)</b>	9503,62
<b>Napo (ft)</b>	9517,89
<b>Caliza M1 (ft)</b>	9838
<b>Caliza M2 (ft)</b>	10173
<b>Caliza A (ft)</b>	10238

Fuente: (Shushufindi, 2017).

### 2.2.3. BHA # 4.

**Tabla 2.4** Descripción del BHA # 4 del Pozo 1.

<b>12 ¼" BHA # 4</b>	
<b>Profundidad inicial</b>	6422
<b>Profundidad final</b>	9204
<b>Profundidad total</b>	2782
<b>Fecha de inicio</b>	13/9/2013 20:00
<b>Fecha de fin</b>	16/9/2013 19:00
<b>Tiempo de perforación (días)</b>	2.96
<b>Tiempo Rotando (hrs)</b>	38:47
<b>Tiempo Deslizando (hrs)</b>	0.00
<b>Tiempo Rimando (hrs)</b>	07:53
<b>Tiempo de circulación MWD (hrs)</b>	45:97
<b>Herramienta direccional</b>	Rotary Steerable PD 900 X6 Slick CC

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.2.3.1. PARAMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4.

**Tabla 2.5** Parámetros de perforación del BHA # 4 del Pozo 1

<b>Parámetros de Perforación</b>	
<b>Torque Promedio</b>	19,4
<b>PESO SOBRE LA BROCA X 1000 lbs</b>	20-30
<b>RPM</b>	80-130
<b>Flujo Promedio</b>	1100
<b>Máxima Presión</b>	2650
<b>ROP Drilling</b>	59,68
<b>ROP Promedio</b>	39,18

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.2.3.2.FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4.

**Tabla 2.6** Fluidos de perforación del BHA # 4 del Pozo 1

<b>Fluidos de perforación</b>	
<b>Tipo de lodo</b>	KLASHIELD
<b>Peso (lbs/gal)</b>	11,5
<b>SND %</b>	0,25
<b>Temperatura</b>	180
<b>Viscosidad (seg.)</b>	43
<b>PV/YP</b>	19/13
<b>Cloruros</b>	1800
<b>Sólidos (%)</b>	16
<b>MBT</b>	13,3

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.2.4. BHA # 5.

**Tabla 2.7** Descripción del BHA # 5 del Pozo 1.

<b>12 ¼" BHA # 5</b>	
Profundidad inicial	9204
Profundidad final	9820
Profundidad total	616
Fecha de inicio	19/9/2013 05:15
Fecha de fin	20/9/2013 13:40
Tiempo de perforación (días)	1.35
Tiempo Rotando (hrs)	26:54
Tiempo Deslizando (hrs)	0.00
Tiempo Rimando (hrs)	08:00
Tiempo de circulación MWD (hrs)	43:14
Herramienta direccional	Motor A825M7840XP + Float Valve. w/Sleeve 12"

Fuente: (Shushufindi, 2017).

##### 2.2.4.1. PARAMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 5.

**Tabla 2.8** Parámetros de perforación del BHA # 5 del Pozo 1.

<b>Parámetros de Perforación</b>	
Torque Promedio	25,2
PESO SOBRE LA BROCA X 1000 lbs	20-35
RPM	50-80
Flujo Promedio	830
Máxima Presión	3100
ROP Drilling	25,7
ROP Promedio	19,00

Fuente: (Shushufindi, 2017).

##### 2.2.4.2. FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 5.

**Tabla 2.9** Fluidos de perforación del BHA # 5 del Pozo 1.

<b>Fluidos de perforación</b>	
Tipo de lodo	KLASHIELD
Peso (lbs/gal)	11,5
SND %	0,25
Temperatura	110
Viscosidad (seg.)	47
PV/YP	21/27
Cloruros	2000
Sólidos (%)	15
MBT	15

Fuente: (Shushufindi, 2017).

### 2.2.5. BHA # 6.

**Tabla 2.10** Descripción del BHA # 6 del Pozo 1.

<b>12 ¼" BHA # 6</b>	
Profundidad inicial	9820
Profundidad final	10195
Profundidad total	375
Fecha de inicio	21/9/2013 13:00
Fecha de fin	22/9/2013 02:45
Tiempo de perforación (días)	0.57
Tiempo Rotando (hrs)	8:06
Tiempo Deslizando (hrs)	3:23
Tiempo Rimando (hrs)	2:00
Tiempo de circulación MWD (hrs)	9:00
Herramienta direccional	Motor A825M7840XP + Float Valve. Sleeve 12", 1.5 deg,0.16rpg

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.2.5.1. PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 6.

**Tabla 2.11** Parámetros de perforación del BHA # 6 del Pozo 1.

<b>Parámetros de Perforación</b>	
Torque Promedio	17
PESO SOBRE LA BROCA X 1000 lbs	10-24
RPM	80-90
Flujo Promedio	824
Máxima Presión	3000
ROP Drilling	35,83
ROP Promedio	27,27

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.2.5.2. FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 6.

**Tabla 2.12** Fluidos de perforación del BHA # 5 del Pozo 1.

<b>Fluidos de perforación</b>	
Tipo de lodo	KLASHIELD
Peso (lbs/gal)	11,5
SND %	0,25
Temperatura	120
Viscosidad (seg.)	47
PV/YP	21/27
Cloruros	2000
Sólidos (%)	16
MBT	15

Fuente: (Shushufindi, 2017).

## 2.3.POZO 2, SEC 12 ¼”.

### 2.3.1. DATOS GENERALES DEL POZO.

**Tabla 2.13** Datos Generales del Pozo 2, sección 12 ¼”.

<b>Datos Generales del Pozo</b>	
<b>Fecha de inicio perforación</b>	04/10/2013 14:50
<b>Fecha de fin perforación</b>	09/10/2013 10:52
<b>Tiempo perforando (días)</b>	3,58
<b>Tiempo de llegada al objetivo (días)</b>	4,83
<b>NPT (horas)</b>	1,5
<b>Profundidad inicial MD (pies)</b>	5637
<b>Profundidad final MD (pies)</b>	9825
<b>Profundidad Final TVD</b>	8957,43
<b>Pies perforados</b>	4188
<b>Inclinación</b>	27 °
<b>Azimut</b>	227.46 °
<b>Sección vertical planeada (pies)</b>	4001
<b>Sección vertical alcanzada (pies)</b>	3935,13

Fuente: (Shushufindi, 2017).

### 2.3.2. DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA.

**Tabla 2.14** Descripción estratigráfica del Pozo 2, sección 12 ¼”.

<b>Descripción Estratigráfica</b>	
<b>Orteguaza (ft)</b>	5613
<b>Tiyuyacu MD (ft)</b>	6282
<b>Conglomerado Superior MD (ft)</b>	6777
<b>Base Conglomerado Superior MD (ft)</b>	6873
<b>Tope Conglomerado Inferior MD (ft)</b>	7884
<b>Tena (ft)</b>	8484
<b>Basal Tena (ft)</b>	9188
<b>Napo (ft)</b>	9201
<b>Caliza M1 (ft)</b>	9799
<b>Caliza M2 (ft)</b>	9875

Fuente: (Shushufindi, 2017).

### 2.3.3. BHA # 3.

**Tabla 2.15** Descripción del BHA # 3 del Pozo 2.

<b>12 ¼" BHA # 3</b>	
<b>Profundidad inicial</b>	5637
<b>Profundidad final</b>	8415
<b>Profundidad total</b>	2778
<b>Fecha de inicio</b>	04/10/2013 14:50
<b>Fecha de fin</b>	07/10/2013 0:15
<b>tiempo de perforación (días)</b>	2,39
<b>Tiempo Rotando (hrs)</b>	38:47
<b>Tiempo Deslizando (hrs)</b>	0:29
<b>Tiempo Rimando (hrs)</b>	7:53
<b>Tiempo de circulación MWD (hrs)</b>	53:14
<b>Herramienta direccional</b>	Rotary Steerable PD 900 X6 Slick CC

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.3.3.1. PARAMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 3.

**Tabla 2.16** Parámetros de perforación del BHA # 3 del Pozo 2.

<b>Parámetros de Perforación</b>	
<b>Torque Promedio</b>	21
<b>PESO SOBRE LA BROCA X 1000 lbs</b>	15-30
<b>RPM</b>	130
<b>Flujo Promedio</b>	1051
<b>Máxima Presión</b>	2900
<b>ROP Drilling</b>	70,66
<b>ROP Promedio</b>	48,38

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.3.3.2. FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 3.

**Tabla 2.17** Fluidos de perforación del BHA # 3 del Pozo 2.

<b>Fluidos de perforación</b>	
<b>Tipo de lodo</b>	KLASHIELD
<b>Peso (lbs/gal)</b>	10,8
<b>SND %</b>	0,25
<b>Temperatura</b>	150
<b>Viscosidad (seg.)</b>	40
<b>PV/YP</b>	18/22
<b>Cloruros</b>	1100
<b>Sólidos (%)</b>	11

Fuente: (Shushufindi, 2017).

### 2.3.4. BHA # 4.

**Tabla 2.18** Descripción del BHA # 4 del Pozo 2.

<b>12 ¼" BHA # 4</b>	
<b>Profundidad inicial</b>	8415
<b>Profundidad final</b>	9825
<b>Profundidad total</b>	1410
<b>Fecha de inicio</b>	08/10/2013 6:28
<b>Fecha de fin</b>	09/10/2013 10:52
<b>Tiempo de perforación (días)</b>	1,18
<b>Tiempo Rotando (hrs)</b>	21:00
<b>Tiempo Deslizando (hrs)</b>	0:07
<b>Tiempo Rimando (hrs)</b>	2:28
<b>Tiempo de circulación MWD (hrs)</b>	26:52
<b>Herramienta direccional</b>	Motor A825M7840XP

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.3.4.1. PARAMETROS DE PERFORACION DEL BHA # 4.

**Tabla 2.19** Parámetros de perforación del BHA # 4 del Pozo 2.

<b>Parámetros de Perforación</b>	
<b>Torque Promedio</b>	20,7
<b>PESO SOBRE LA BROCA X 1000 lbs</b>	20-30
<b>RPM</b>	90
<b>Flujo Promedio</b>	850
<b>Máxima Presión</b>	3700
<b>ROP Drilling</b>	66,73
<b>ROP Promedio</b>	49,65

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.3.4.2. FLUIDOS DE PERFORACION DEL BHA # 4.

**Tabla 2.20** Fluidos de perforación del BHA # 4 del Pozo 2.

<b>Fluidos de perforación</b>	
<b>Tipo de lodo</b>	KLASHIELD
<b>Peso (lbs/gal)</b>	11
<b>SND %</b>	0,25
<b>Temperatura</b>	94
<b>Viscosidad (seg.)</b>	53
<b>PV/YP</b>	23/26
<b>Cloruros</b>	1200
<b>Sólidos (%)</b>	12

Fuente: (Shushufindi, 2017).

## 2.4. POZO 3, SEC 12 ¼”.

### 2.4.1. DATOS GENERALES DEL POZO.

Tabla 2.21 Datos Generales del Pozo 3, sección 12 ¼”.

<b>Datos Generales del Pozo</b>	
Fecha de inicio perforación	19/01/2014 0:35
Fecha de fin perforación	24/01/2014 6:52
Tiempo perforando (días)	3,82
Tiempo de llegada al objetivo (días)	5,25
NPT (horas)	4,5
Profundidad inicial MD (pies)	6510
Profundidad final MD (pies)	10193
Profundidad Final TVD	9053,49
Pies perforados	3683
Inclinación	30.67°
Azimut	152.19°
Sección vertical planeada (pies)	4616,29
Sección vertical alcanzada (pies)	4679,41

Fuente: (Shushufindi, 2017).

### 2.4.2. DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA.

Tabla 2.22 Descripción estratigráfica del Pozo 3, sección 12 ¼”.

<b>Descripción Estratigráfica</b>	
Orteguaza (ft)	5793
Tiyuyacu MD (ft)	6493
Conglomerado Superior MD (ft)	7015
Base Conglomerado Superior MD (ft)	7089
Tope Conglomerado Inferior MD (ft)	8129
Tena (ft)	8731
Basal Tena (ft)	9473
Napo (ft)	9496
Caliza M1 (ft)	9835
Caliza M2 (ft)	10142
Caliza A (ft)	10212

Fuente: (Shushufindi, 2017).

### 2.4.3. BHA # 3.

**Tabla 2.23** Descripción del BHA # 3 del Pozo 3.

<b>12 ¼" BHA # 3</b>	
<b>Profundidad inicial</b>	6510
<b>Profundidad final</b>	8825
<b>Profundidad total</b>	2315
<b>Fecha de inicio</b>	19/01/2014 0:35
<b>Fecha de fin</b>	21/01/2014 16:16
<b>tiempo de perforación (días)</b>	2,65
<b>Tiempo Rotando (hrs)</b>	45:00
<b>Tiempo Deslizando (hrs)</b>	0:00
<b>Tiempo Rimando (hrs)</b>	8:30
<b>Tiempo de circulación MWD (hrs)</b>	59:28
<b>Herramienta direccional</b>	Rotary Steerable PD 900 X6 Slick CC

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.4.3.1.PARAMETROS DE PERFORACION DEL BHA # 3.

**Tabla 2.24** Parámetros de perforación del BHA # 3 del Pozo 3.

<b>Parámetros de Perforación</b>	
<b>Torque Promedio</b>	20,9
<b>WOB 1000 lbs</b>	4-30
<b>RPM</b>	80-120
<b>Flujo Promedio</b>	11
<b>Máxima Presión</b>	3700
<b>ROP Drilling</b>	51,43
<b>ROP Promedio</b>	36,35

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.4.3.2.FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 3.

**Tabla 2.25** Parámetros de perforación del BHA # 3 del Pozo 3.

<b>Fluidos de perforación</b>	
<b>Tipo de lodo</b>	KLASHIELD
<b>Peso (lbs/gal)</b>	11,2
<b>SND %</b>	0,15
<b>Temperatura</b>	171
<b>Viscosidad (seg.)</b>	46
<b>PV/YP</b>	21/24
<b>Cloruros</b>	3100
<b>Sólidos (%)</b>	13
<b>MBT</b>	10

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.4.4. BHA # 4.

**Tabla 2.26** Descripción del BHA # 4 del Pozo 3.

<b>12 ¼" BHA # 4</b>	
<b>Profundidad inicial</b>	8825
<b>Profundidad final</b>	10193
<b>Profundidad total</b>	1368
<b>Fecha de inicio</b>	23/01/2014 2:55
<b>Fecha de fin</b>	24/01/2014 6:52
<b>tiempo de perforación (días)</b>	1,16
<b>Tiempo Rotando (hrs)</b>	20:55
<b>Tiempo Deslizando (hrs)</b>	0:00
<b>Tiempo Rimando (hrs)</b>	3:08
<b>Tiempo de circulación MWD (hrs)</b>	26:23
<b>Herramienta direccional</b>	Motor A800M w/11 3/4- Sleeve Stab: 1.5BH

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.4.4.1.PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4.

**Tabla 2.27** Parámetros de perforación del BHA # 4 del Pozo 3.

<b>Parámetros de Perforación</b>	
<b>Torque Promedio</b>	17
<b>WOB 1000 lbs</b>	18-30
<b>RPM</b>	70
<b>Flujo Promedio</b>	800
<b>Máxima Presión</b>	3450
<b>ROP Drilling</b>	65,36
<b>ROP Promedio</b>	48,94

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.4.4.2.FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4.

**Tabla 2.28** Fluidos de perforación del BHA # 4 del Pozo 3.

<b>Fluidos de perforación</b>	
<b>Tipo de lodo</b>	KLASHIELD
<b>Peso (lbs/gal)</b>	11,5
<b>SND %</b>	10
<b>Temperatura</b>	135
<b>Viscosidad (seg.)</b>	57
<b>PV/YP</b>	23/29
<b>Cloruros</b>	3600
<b>Sólidos (%)</b>	15

Fuente: (Shushufindi, 2017).

## 2.5. POZO 4, SEC 12 ¼”.

### 2.5.1. DATOS GENERALES DEL POZO.

Tabla 2.29 Datos Generales del Pozo 4, sección 12 ¼”.

Datos Generales del Pozo	
Fecha de inicio perforación	19/04/2014 21:08
Fecha de fin perforación	24/04/2014 21:03
Tiempo perforando (días)	3,68
Tiempo de llegada al objetivo (días)	5,00
NPT (horas)	1,5
Profundidad inicial MD (pies)	6501
Profundidad final MD (pies)	10104
Profundidad Final TVD	9080,33
Pies perforados	3603
Inclinación	28.65°
Azimut	0,69
Sección vertical planeada (pies)	4372,21
Sección vertical alcanzada (pies)	4435,36

Fuente: (Shushufindi, 2017).

### 2.5.2. DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA.

Tabla 2.30 Descripción estratigráfica del Pozo 4, sección 12 ¼”.

Descripción Estratigráfica	
Orteguaza (ft)	5764
Tiyuyacu MD (ft)	6472
Conglomerado Superior MD (ft)	6982
Base Conglomerado Superior MD (ft)	7043
Tope Conglomerado Inferior MD (ft)	8044
Tena (ft)	8636
Basal Tena (ft)	9408
Napo (ft)	9425
Caliza M1 (ft)	9777
Caliza M2 (ft)	10082
Caliza A (ft)	10155

Fuente: (Shushufindi, 2017).

### 2.5.3. BHA # 3.

**Tabla 2.31** Descripción del BHA # 3 del Pozo 4.

<b>12 ¼" BHA # 3</b>	
<b>Profundidad inicial</b>	6501
<b>Profundidad final</b>	9133
<b>Profundidad total</b>	2632
<b>Fecha de inicio</b>	19/04/2014 21:08
<b>Fecha de fin</b>	22/04/2014 15:19
<b>Tiempo de perforación (días)</b>	2,76
<b>Tiempo Rotando (hrs)</b>	46:58
<b>Tiempo Deslizando (hrs)</b>	0:06
<b>Tiempo Rimando (hrs)</b>	5:41
<b>Tiempo de circulación MWD (hrs)</b>	59:49
<b>Herramienta direccional</b>	Rotary Steerable PD 900 X6 Slick CC

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.5.3.1. PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 3.

**Tabla 2.32** Parámetros de perforación del BHA # 3 del Pozo 4.

<b>Parámetros de Perforación</b>	
<b>Torque Promedio</b>	22
<b>WOB 1000 lbs</b>	8-30
<b>RPM</b>	150
<b>Flujo Promedio</b>	1100
<b>Máxima Presión</b>	3550
<b>ROP Drilling</b>	55,75
<b>ROP Promedio</b>	39,77

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.5.3.2. FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 3.

**Tabla 2.33** Fluidos de perforación del BHA # 3 del Pozo 4.

<b>Fluidos de perforación</b>	
<b>Tipo de lodo</b>	KLASHIELD
<b>Peso (lbs/gal)</b>	11,1
<b>SND %</b>	0,15
<b>Temperatura</b>	166
<b>Viscosidad (seg.)</b>	47
<b>PV/YP</b>	17/27
<b>Cloruros</b>	450
<b>Sólidos (%)</b>	12

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.5.4. BHA # 4.

**Tabla 2.34** Descripción del BHA # 4 del Pozo 4.

<b>12¼" BHA # 4</b>	
<b>Profundidad inicial</b>	9133
<b>Profundidad final</b>	10104
<b>Profundidad total</b>	971
<b>Fecha de inicio</b>	23/04/2014 22:59
<b>Fecha de fin</b>	24/04/2014 21:03
<b>tiempo de perforación (hrs)</b>	0,92
<b>Tiempo Perforando (hrs)</b>	16:57
<b>Tiempo Deslizando (hrs)</b>	0:00
<b>Tiempo Rimando (hrs)</b>	1:17
<b>Tiempo de circulación MWD (hrs)</b>	20:01
<b>Herramienta direccional</b>	Motor

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.5.4.1. PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4.

**Tabla 2.35** Parámetros de perforación del BHA # 4 del Pozo 4.

<b>Parámetros de Perforación</b>	
<b>Torque Promedio</b>	17
<b>WOB X 1000 lbs</b>	15-30
<b>RPM</b>	90
<b>Flujo Promedio</b>	900
<b>Máxima Presión</b>	3700
<b>ROP Drilling</b>	57,25
<b>ROP</b>	44,00

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.5.4.2. FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4.

**Tabla 2.36** Fluidos de perforación del BHA # 4 del Pozo 4.

<b>Fluidos de perforación</b>	
<b>Tipo de lodo</b>	KLASHIELD
<b>Peso (lbs/gal)</b>	11,3
<b>SND %</b>	0,15
<b>Temperatura</b>	168
<b>Viscosidad (seg.)</b>	50
<b>PV/YP</b>	18/28
<b>Cloruros</b>	3400
<b>Sólidos (%)</b>	13

Fuente: (Shushufindi, 2017).

## 2.6. POZO 5, SEC 12¼”.

### 2.6.1. DATOS GENERALES DEL POZO.

Tabla 2.37 Datos Generales del Pozo 5, sección 12¼”.

<b>Datos Generales del Pozo</b>	
Fecha de inicio perforación	31/05/2014 18:41
Fecha de fin perforación	06/06/2014 13:35
Tiempo perforando (días)	4,13
Tiempo de llegada al objetivo (días)	5,79
NPT (días)	0
Profundidad inicial MD (pies)	6437
Profundidad final MD (pies)	10026
Profundidad Final TVD	8993,27
Pies perforados	3589
Inclinación	28,85
Azimut	192,16
Sección vertical planeada (pies)	4415,29
Sección vertical alcanzada (pies)	4441,97

Fuente: (Shushufindi, 2017).

### 2.6.2. DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA.

Tabla 2.38 Descripción estratigráfica del Pozo 5, sección 12¼”.

<b>Descripción Estratigráfica</b>	
Orteguaza (ft)	5730
Tiyuyacu MD (ft)	6424
Conglomerado Superior MD (ft)	6917
Base Conglomerado Superior MD (ft)	6988
Tope Conglomerado Inferior MD (ft)	8009
Tena (ft)	8612
Basal Tena (ft)	9320
Napo (ft)	9369
Caliza M1 (ft)	9688
Caliza M2 (ft)	9990
Caliza A (ft)	10058

Fuente: (Shushufindi, 2017).

### 2.6.3. BHA # 6.

**Tabla 2.39** Descripción del BHA #6 del Pozo 5.

<b>12 1/4" BHA # 6</b>	
<b>Profundidad inicial</b>	6437
<b>Profundidad final</b>	9458
<b>Profundidad total</b>	3021
<b>Fecha de inicio</b>	31/05/2014 18:41
<b>Fecha de fin</b>	04/06/2014 11:30
<b>tiempo de perforación (días)</b>	3,70
<b>Tiempo Rotando (hrs)</b>	64:03:00
<b>Tiempo Deslizando (hrs)</b>	2:20
<b>Tiempo Rimando (hrs)</b>	10:35
<b>Tiempo de circulación MWD (hrs)</b>	83:32:00
<b>Herramienta direccional</b>	Rotary Steerable PD 900 Orbit AA 12 1/4" Slick CC

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.6.3.1. PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 6.

**Tabla 2.40** Parámetros de perforación del BHA # 6 del Pozo 5.

<b>Parámetros de Perforación</b>	
<b>Torque Promedio</b>	18
<b>PESO SOBRE LA BROCA X 1000 lbs</b>	10-35
<b>RPM</b>	130
<b>Flujo Promedio</b>	1020
<b>Máxima Presión</b>	3430
<b>ROP Drilling</b>	49,05
<b>ROP Promedio</b>	34,01

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.6.3.2. FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 6.

**Tabla 2.41** Fluidos de perforación del BHA # 6 del Pozo 5.

<b>Fluidos de perforación</b>	
<b>Tipo de lodo</b>	KLASHIELD
<b>Peso (lbs/gal)</b>	11,2
<b>SND %</b>	0,1
<b>Temperatura</b>	194
<b>Viscosidad (seg.)</b>	51
<b>PV/YP</b>	51/22
<b>Cloruros</b>	2100
<b>Sólidos (%)</b>	13%

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.6.4. BHA # 7.

**Tabla 2.42** Descripción del BHA #7 del Pozo 5.

<b>12¼" BHA # 7</b>	
<b>Profundidad inicial (pies)</b>	9458
<b>Profundidad final (pies)</b>	10026
<b>Profundidad total perforada (pies)</b>	568
<b>Fecha de inicio</b>	06/06/2014 3:15
<b>Fecha de fin</b>	06/06/2014 13:35
<b>tiempo de perforación (días)</b>	0,43
<b>Tiempo Rotando (hrs)</b>	8:04
<b>Tiempo Deslizando (hrs)</b>	0:00
<b>Tiempo Rimando (hrs)</b>	0:08
<b>Tiempo de circulación MWD (hrs)</b>	9:34
<b>Herramienta direccional</b>	Motor A800M7840XP

Fuente: (Shushufindi, 2017).

##### 2.6.4.1. PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 7.

**Tabla 2.43** Parámetros de perforación del BHA # 7 del Pozo 5.

<b>Parámetros de Perforación</b>	
<b>Torque Promedio</b>	16
<b>PESO SOBRE LA BROCA X 1000 lbs</b>	15-25
<b>RPM</b>	60
<b>Flujo Promedio</b>	840
<b>Máxima Presión</b>	3450
<b>ROP Drilling</b>	71,4
<b>ROP Promedio</b>	54,97

Fuente: (Shushufindi, 2017).

##### 2.6.4.2. FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 8.

**Tabla 2.44** Fluidos de perforación del BHA # 7 del Pozo 5.

<b>Fluidos de perforación</b>	
<b>Tipo de lodo</b>	KLASHIELD
<b>Peso (lbs/gal)</b>	11,5
<b>SND %</b>	0,1
<b>Temperatura</b>	194
<b>Viscosidad (seg.)</b>	52
<b>PV/YP</b>	22/30
<b>Cloruros</b>	2100
<b>Sólidos (%)</b>	14

Fuente: (Shushufindi, 2017).

## 2.7. POZO 6, SEC 12¼”.

### 2.7.1. DATOS GENERALES DEL POZO.

Tabla 2.45 Datos Generales del Pozo 6, sección 12¼”.

<b>Datos Generales del Pozo</b>	
Fecha de inicio perforación	17/09/2014 8:20
Fecha de fin perforación	20/09/2014 23:37
Tiempo perforando (días)	3,64
Tiempo de llegada al objetivo (días)	3,64
NPT (horas)	0,13
Profundidad inicial MD (pies)	6322
Profundidad final MD (pies)	9828
Profundidad Final TVD	8830,09
Pies perforados	3506
Inclinación	32.04
Azimut	53,51
Sección vertical planeada (pies)	4160,35
Sección vertical alcanzada (pies)	4136,71

Fuente: (Shushufindi, 2017).

### 2.7.2. DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA.

Tabla 2.46 Descripción estratigráfica del Pozo 6, sección 12 ¼”.

<b>Descripción Estratigráfica</b>	
Orteguaza (ft)	5614
Tiyuyacu MD (ft)	6293
Conglomerado Superior MD (ft)	6778
Base Conglomerado Superior MD (ft)	6844
Tope Conglomerado Inferior MD (ft)	7791
Tena (ft)	8422
Basal Tena (ft)	9178
Napo (ft)	9193
Caliza M1 (ft)	9504
Caliza M2 (ft)	9797
Caliza A (ft)	9843

Fuente: (Shushufindi, 2017).

### 2.7.3. BHA # 4.

**Tabla 2.47** Descripción del BHA #4 del Pozo 6.

<b>12¼" BHA # 4</b>	
<b>Profundidad inicial</b>	6322
<b>Profundidad final</b>	9828
<b>Profundidad total</b>	3506
<b>Fecha de inicio</b>	17/09/2014 8:20
<b>Fecha de fin</b>	20/09/2014 23:37
<b>Tiempo de perforación (días)</b>	3,64
<b>Tiempo Rotando (hrs)</b>	34:39:00
<b>Tiempo Deslizando (hrs)</b>	10:28
<b>Tiempo Rimando (hrs)</b>	7:47
<b>Tiempo de circulación MWD (hrs)</b>	42:14:00
<b>Herramienta direccional</b>	Rotary Steerable PD 900 X6B 12 1/4" Slick CC

**Fuente:** (Shushufindi, 2017).

#### 2.7.3.1. PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4.

**Tabla 2.48** Parámetros de perforación del BHA # 4 del Pozo 6.

<b>Parámetros de Perforación</b>	
<b>Torque Promedio</b>	18
<b>PESO SOBRE LA BROCA X 1000 lbs</b>	10-30
<b>RPM</b>	100
<b>Flujo Promedio</b>	1100
<b>Máxima Presión</b>	3500
<b>ROP Drilling</b>	59,58
<b>ROP Promedio</b>	40,17

**Fuente:** (Shushufindi, 2017).

#### 2.7.3.2. FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4.

**Tabla 2.49** Parámetros de perforación del BHA # 4 del Pozo 6.

<b>Fluidos de perforación</b>	
<b>Tipo de lodo</b>	KLASHIELD
<b>Peso (lbs/gal)</b>	10,8
<b>SND %</b>	0,1
<b>Temperatura</b>	158
<b>Viscosidad (seg.)</b>	50
<b>PV/YP</b>	25/28
<b>Cloruros</b>	3500
<b>Sólidos (%)</b>	13%

**Fuente:** (Shushufindi, 2017).

## 2.8. POZO 7, SEC 12¼”.

### 2.8.1. DATOS GENERALES DEL POZO.

Tabla 2.50 Datos Generales del Pozo 7, sección 12 ¼”.

Datos Generales del Pozo	
Fecha de inicio perforación	16/10/2014 1:17
Fecha de fin perforación	22/10/2014 9:11
Tiempo perforando (días)	3,84
Tiempo de llegada al objetivo (días)	6,33
NPT (horas)	1,5
Profundidad inicial MD (pies)	6532
Profundidad final MD (pies)	10149
Profundidad Final TVD	8812,03
Pies perforados	3617
Inclinación	16.51
Azimut	11,99
Sección vertical planeada (pies)	5002,2
Sección vertical alcanzada (pies)	4928

Fuente: (Shushufindi, 2017).

### 2.8.2. DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA.

Tabla 2.51 Descripción estratigráfica del Pozo 7, sección 12¼”.

Descripción Estratigráfica	
Orteguaza (ft)	5791
Tiyuyacu MD (ft)	6516
Conglomerado Superior MD (ft)	7027
Base Conglomerado Superior MD (ft)	7102
Tope Conglomerado Inferior MD (ft)	8060
Tena (ft)	8678
Basal Tena (ft)	9485
Napo (ft)	9499
Caliza M1 (ft)	9808
Caliza M2 (ft)	10132
Caliza A (ft)	10177

Fuente: (Shushufindi, 2017).

### 2.8.3. BHA # 3.

**Tabla 2.52** Descripción del BHA #3 del Pozo 7.

<b>12 ¼" BHA # 3</b>	
<b>Profundidad inicial</b>	6532
<b>Profundidad final</b>	9746
<b>Profundidad total</b>	3214
<b>Fecha de inicio</b>	16/10/2014 1:17
<b>Fecha de fin</b>	19/10/2014 14:10
<b>Tiempo de perforación (días)</b>	3,54
<b>Tiempo Rotando (hrs)</b>	39:12:00
<b>Tiempo Deslizando (hrs)</b>	0:00
<b>Tiempo Rimando (hrs)</b>	7:47
<b>Tiempo de circulación MWD (hrs)</b>	44:51:00
<b>Herramienta direccional</b>	Rotary Steerable PD 900 X6B 12 1/4" Slick CC

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.8.3.1. PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 3.

**Tabla 2.53** Parámetros de perforación del BHA # 3 del Pozo 7.

<b>Parámetros de Perforación</b>	
<b>Torque Promedio</b>	18
<b>WOB 1000 lbs</b>	10-33
<b>RPM</b>	100
<b>Flujo Promedio</b>	1100
<b>Máxima Presión</b>	3500
<b>ROP Drilling</b>	50,85
<b>ROP Promedio</b>	37,86

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.8.3.2. FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 3.

**Tabla 2.54** Fluidos de perforación del BHA # 3 del Pozo 7.

<b>Fluidos de perforación</b>	
<b>Tipo de lodo</b>	KLASHIELD
<b>Peso (lbs/gal)</b>	11,2
<b>SND %</b>	0,1
<b>Temperatura</b>	140
<b>Viscosidad (seg.)</b>	50
<b>PV/YP</b>	21/28
<b>Cloruros</b>	4800
<b>Sólidos (%)</b>	10%

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.8.4. BHA # 4.

**Tabla 2.55** Descripción del BHA #4 del Pozo 7.

<b>12 ¼" BHA # 4</b>	
<b>Profundidad inicial (pies)</b>	9746
<b>Profundidad final (pies)</b>	10149
<b>Profundidad total perforada (pies)</b>	403
<b>Fecha de inicio</b>	22/10/2014 1:54
<b>Fecha de fin</b>	22/10/2014 9:11
<b>Tiempo de perforación (días)</b>	0,30
<b>Tiempo Rotando (hrs)</b>	5:31
<b>Tiempo Deslizando (hrs)</b>	0:00
<b>Tiempo Rimando (hrs)</b>	0:26
<b>Tiempo de circulación MWD (hrs)</b>	6:50
<b>Herramienta direccional</b>	Motor A800M7840XP

Fuente: (Shushufindi, 2017).

##### 2.8.4.1. PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4.

**Tabla 2.56** Parámetros de perforación del BHA # 4 del Pozo 7.

<b>Parámetros de Perforación</b>	
<b>Torque Promedio</b>	16
<b>WOB 1000 lbs</b>	35
<b>RPM</b>	40
<b>Flujo Promedio</b>	880
<b>Máxima Presión</b>	3600
<b>ROP Drilling</b>	73,18
<b>ROP Promedio</b>	55,33

Fuente: (Shushufindi, 2017).

##### 2.8.4.2. FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4.

**Tabla 2.57** Fluidos de perforación del BHA # 4 del Pozo 7.

<b>Fluidos de perforación</b>	
<b>Tipo de lodo</b>	KLASHIELD
<b>Peso (lbs/gal)</b>	11,6
<b>SND %</b>	0,1
<b>Temperatura</b>	110
<b>Viscosidad (seg.)</b>	54
<b>PV/YP</b>	22/28
<b>Cloruros</b>	5000
<b>Sólidos (%)</b>	10%

Fuente: (Shushufindi, 2017).

## 2.9. POZO 8, SEC 12¼”.

### 2.9.1. DATOS GENERALES DEL POZO.

Tabla 2.58 Datos Generales del Pozo 8, sección 12¼”.

Datos Generales del Pozo	
Fecha de inicio perforación	09/02/2016 16:39
Fecha de fin perforación	14/02/2016 21:19
Tiempo perforando (días)	3,88
Tiempo de llegada al objetivo (días)	5,19
NPT (horas)	2
Profundidad inicial MD (pies)	6399
Profundidad final MD (pies)	10285
Profundidad Final TVD	8982,77
Pies perforados	3886
Inclinación	33.82
Azimut	183,98
Sección vertical planeada (pies)	4470,21
Sección vertical alcanzada (pies)	4446,02

Fuente: (Shushufindi, 2017).

### 2.9.2. DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA.

Tabla 2.59 Descripción estratigráfica del Pozo 8, sección 12¼”.

Descripción Estratigráfica	
Orteguaza (ft)	5593
Tiyuyacu MD (ft)	6731
Conglomerado Superior MD (ft)	6909
Base Conglomerado Superior MD (ft)	6966
Tope Conglomerado Inferior MD (ft)	8111
Tena (ft)	8790
Basal Tena (ft)	9578
Napo (ft)	9595
Caliza M1 (ft)	9925
Caliza M2 (ft)	10235
Caliza A (ft)	10318

Fuente: (Shushufindi, 2017).

### 2.9.3. BHA # 4.

**Tabla 2.60** Descripción del BHA #4 del Pozo 8.

<b>12 1/4" BHA # 4</b>	
<b>Profundidad inicial</b>	6399
<b>Profundidad final</b>	9620
<b>Profundidad total</b>	3221
<b>Fecha de inicio</b>	09/02/2016 16:39
<b>Fecha de fin</b>	12/02/2016 21:39
<b>Tiempo de perforación (días)</b>	3,21
<b>Tiempo Rotando (hrs)</b>	33:37:00
<b>Tiempo Deslizando (hrs)</b>	0:00
<b>Tiempo Rimando (hrs)</b>	7:46
<b>Tiempo de circulación MWD (hrs)</b>	39:23:00
<b>Herramienta direccional</b>	Rotary Steerable PD 900 Orbit 12 1/4" Slick CC

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.9.3.1. PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 4.

**Tabla 2.61** Parámetros de perforación del BHA # 4 del Pozo 8.

<b>Parámetros de Perforación</b>	
<b>Torque Promedio</b>	17
<b>WOB X 1000 lbs</b>	10-35
<b>RPM</b>	140
<b>Flujo Promedio</b>	1150
<b>Máxima Presión</b>	4050
<b>ROP Drilling</b>	55,90
<b>ROP Promedio</b>	41,83

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.9.3.2. FLUIDOS DE PERFORACIÓN.

**Tabla 2.62** Fluidos de perforación del BHA # 4 del Pozo 8.

<b>Fluidos de perforación</b>	
<b>Tipo de lodo</b>	ULTRADRILL
<b>Peso (lbs/gal)</b>	10,9
<b>SND %</b>	0,2
<b>Temperatura</b>	185
<b>Viscosidad (seg.)</b>	50
<b>PV/YP</b>	20/21
<b>Cloruros</b>	500
<b>Sólidos (%)</b>	12%

Fuente: (Shushufindi, 2017).

#### 2.9.4. BHA # 5.

**Tabla 2.63** Descripción del BHA #5 del Pozo 8.

<b>12 ¼" BHA # 5</b>	
Profundidad inicial (pies)	9620
Profundidad final (pies)	10285
Profundidad total perforada (pies)	665
Fecha de inicio	14/02/2016 5:17
Fecha de fin	14/02/2016 21:19
Tiempo de perforación (días)	0,67
Tiempo Rotando (hrs)	13:02
Tiempo Deslizando (hrs)	0:00
Tiempo Rimando (hrs)	1:01
Tiempo de circulación MWD (hrs)	15:11
Herramienta direccional	Motor A800M w/11 3/4" Sleeve Stab: 1.5 BH. 016 rpg

Fuente: (Shushufindi, 2017).

##### 2.9.4.1. PARÁMETROS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 5.

**Tabla 2.64** Parámetros de perforación del BHA # 5 del Pozo 8.

<b>Parámetros de Perforación</b>	
Torque Promedio	17
WOB 1000 lbs	30-35
RPM	80
Flujo Promedio	880
Máxima Presión	3900
ROP Drilling	51,02
ROP Promedio	41,48

Fuente: (Shushufindi, 2017).

##### 2.9.4.2. FLUIDOS DE PERFORACIÓN DEL BHA # 5.

**Tabla 2.65** Fluidos de perforación del BHA # 4 del Pozo 8.

<b>Fluidos de perforación</b>	
Tipo de lodo	ULTRADRILL
Peso (lbs/gal)	11,2
SND %	0,2
Temperatura	186
Viscosidad (seg.)	53
PV/YP	20/26
Cloruros	800
Sólidos (%)	14

Fuente: (Shushufindi, 2017).

## **CAPITULO 3**

### **ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA PERFORACIÓN DE POZOS J-HD SECCIÓN 12¼”**

#### **3.1. INTRODUCCIÓN.**

En el presente capítulo se presenta y analiza el desempeño de la construcción de la sección 12¼” de los pozos tipo J-HD del campo VMC bajo parámetros de perforación adquiridos en tiempo real por el equipo MIA.

#### **3.2. ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE PERFORACIÓN.**

Para el análisis de los parámetros de perforación se utiliza la información recopilada en el capítulo anterior y gráficas generadas por el programa PTK basadas en la adquisición de datos en tiempo real, observando las tendencias de variación de los parámetros de perforación se describe su comportamiento.

#### **3.3. Análisis del Pozo 1, SEC 12¼”.**

El pozo 1 fue el primer pozo tipo J-HD perforando en el campo VMC en septiembre del 2013, alcanzando una sección vertical de 4675.67 pies.

La construcción de esta sección requirió del uso de tres BHA, el primero con herramienta direccional Rotary Steerable System, perforando una profundidad de 2782 pies en 2.96 días, el segundo BHA se bajó con herramienta direccional motor,

perforando una profundidad de 616 pies en 1.35 días y el tercer BHA también se bajó con herramienta direccional tipo motor, perforando una profundidad de 375 pies en 0.57 días. El restante de tiempo corresponde a los 2 viajes a superficie que se realizaron para cambio de BHA.

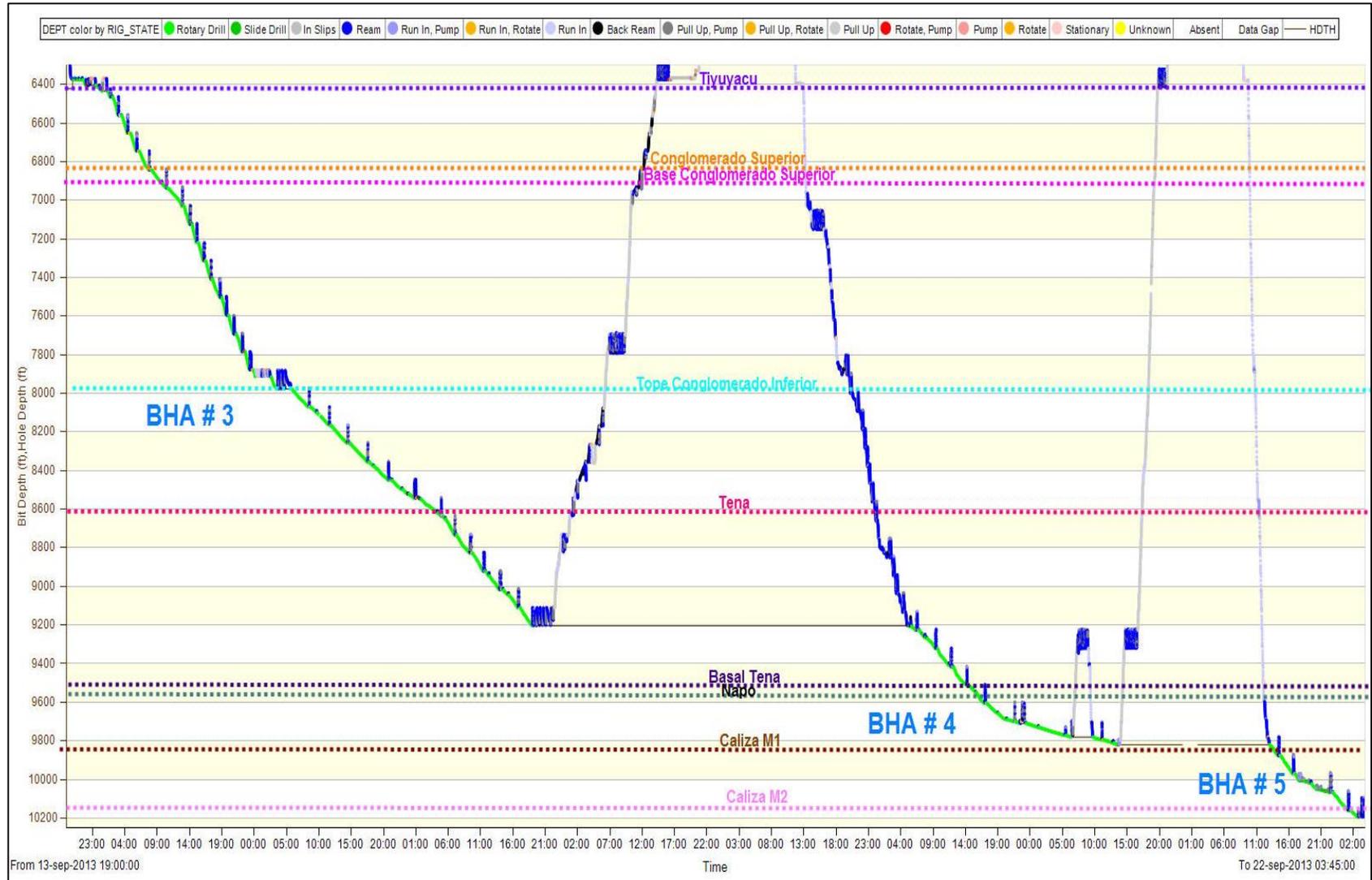
Esta sección fue construida en 8.28 días, presentando 0.08 días de NPT.

La construcción de la sección 12¼" terminó a 10195 pies MD/ 9034.29 pies TVD con 31° de inclinación y 215.81° de azimut. Para la perforación se utilizó fluido KLASHIELD, iniciando la sección con un peso de 10.3 lpg y terminando la misma con 11.7 lpg.

El desempeño de la sección 12¼" perforación de este pozo se observa en la figura 3.1.

### **3.3.1. Análisis de los parámetros de perforación.**

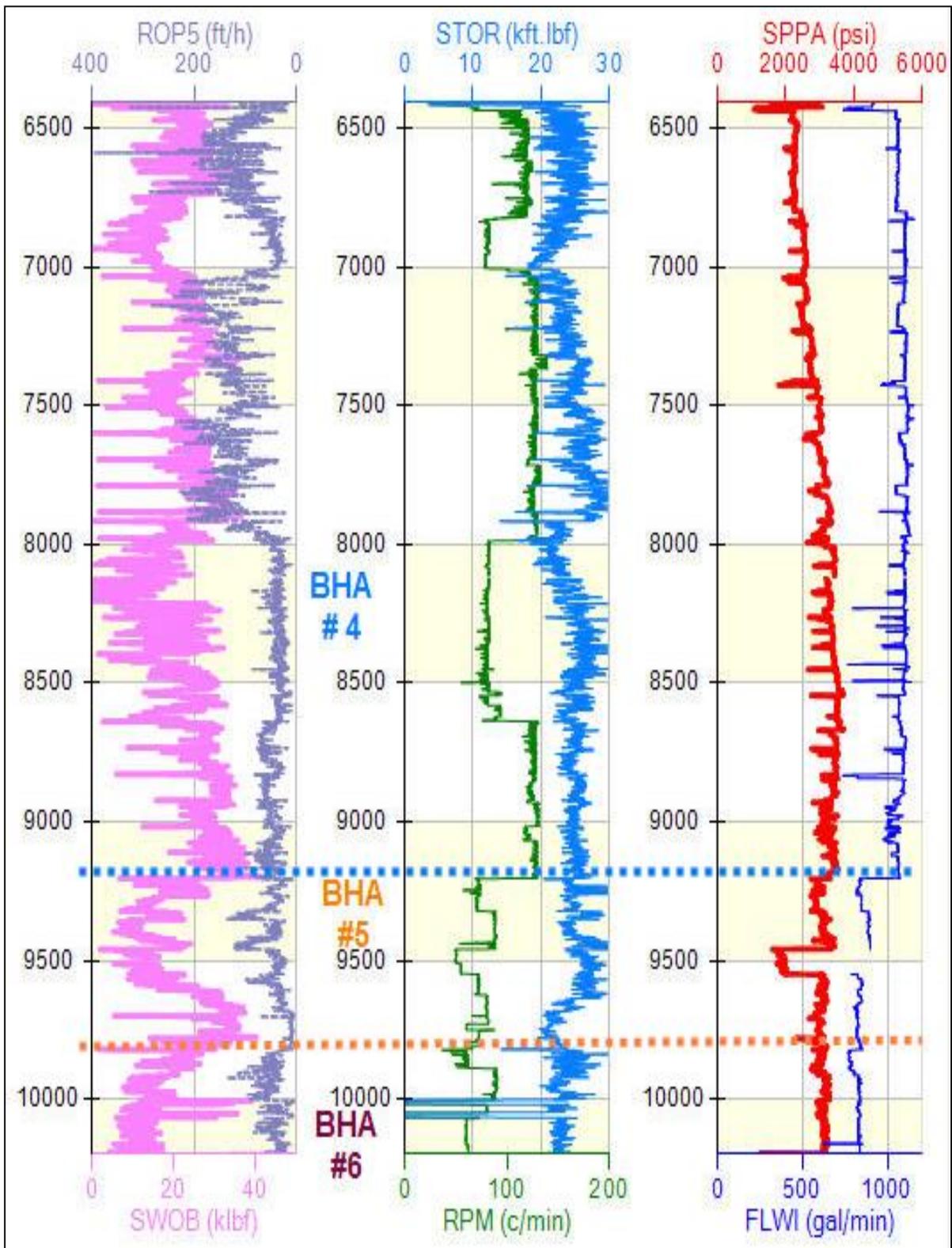
La información de cada uno de los parámetros de perforación como rata de penetración, peso sobre la broca, torque, revoluciones por minuto, presión en el stand pipe y caudal, han sido representados en la figura 3.2 y su comportamiento ha sido descrito en la tablas 3.1, tabla 3.2 y la tabla 3.3, respectivamente con el BHA que se utilizó.



**Figura 3.1** Desempeño de la perforación del pozo 1, sección 12¼”.

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.



**Figura 3.2** Comportamiento de los parámetros de perforación en la sección 12¼" del Pozo 1.

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.

### 3.3.1.1. BHA # 4.



Type	Desc.	Manu.	Serial Number	OD (in)	Max OD (in)	Bot Type	Bot Gender	FN OD (in)	Length (ft)	Cum. Length (ft)	Cum. Weight (klm)
				ID (in)		Top Type	Top Gender	FN Length (ft)			
Bit	12 1/4" PDC Bit, MSI519LMHSBPXX	Smith	JH2565	8	12.25			0	1	1	0.3
				3.25		REG	Pin	0			
Rotary Steerable	PD 900 X6 Slick CC	Schlumberger	82108/80431	9	11.96	REG	Box	9	13.83	14.83	2.8
				5.125		REG	Box	1.72			
Bent Sub	12 1/8" Receiver Sub + Float Valve	Schlumberger	53816	8.313	12.1	REG	Pin	8.313	5.81	20.64	3.7
				3.469		FH	Box	1.35			
Flex Collar	PLF9-AA Flex Collar	Schlumberger	53998	8.188	8.188	FH	Pin	8.188	9.55	30.19	4.5
				5		FH	Box	2.25			
MWD	Telescope 825 HF	Schlumberger	G1772	8.25	8.41	FH	Pin	7.656	27.78	57.97	8
				3.188		REG	Box	1.63			
Collar	Monel	Schlumberger	1100347	8.313	8.313	REG	Pin	0	29.73	87.7	12.8
				2.844		REG	Box	0			
Collar	2 x 8" Drill Collar	Tuscany 117		8.25	8.25	REG	Pin	0	60.32	148.02	22.1
				3.25		REG	Box	0			
Misc. Sub	Crossover	Tuscany 117	OIT875-12	7.625	8	REG	Pin	0	2.91	150.93	22.5
				3		NC50	Box	0			
HWDP	24 x 5" HWDP	Tuscany 117		5	6.5	NC50	Pin	0	723.61	874.54	58.9
				3		NC50	Box	0			
Jar	Hydra Jar	Smith	40748J	6.5	6.688	NC50	Pin	6.688	32.4	906.94	60.8
				2.75		NC50	Box	7			
HWDP	12 x 5" HWDP	Tuscany 117		5	6.5	NC50	Pin	0	362.61	1269.55	79.1
				3		NC50	Box	0			
Misc. Sub	Crossover	Tuscany 117	OIT875-12	8	8	NC50	Pin	0	1.84	1271.39	79.4
				2.75		HLST54	Box	0			
Drill Pipe	5-1/2" 21.90 DPS, 10% Wear			5.428	6.75	HLST54	Pin	0	8894.61	10166	299.1
				4.778		HLST54	Box	0			

**Figura 3.3** El BHA #4 del Pozo 1 con broca PDC 12 1/4" y Power Drive 900 X5.  
**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Tabla 3.1** Desempeño de la perforación con el BHA # 4 del Pozo 1.

BHA # 4 (Rotary Steerable PD900X6)		
PROFUNDIDAD (ft)	DESCRIPCIÓN PERFORACIÓN	COMENTARIOS
6422-6816	Parámetros óptimos, ROP: 109, WOB:22, STOR: 24, RPM: 115, SPPA: 2223 y FLWI: 1046	A la salida del Conglomerado Inferior se observó buena ROP por lo que se continuó perforando hasta 9204 pies, donde por horas acumuladas de perforación se decide sacar BHA.
6816-7005	Parámetros controlados para atravesar el Conglomerado Superior. ROP: 44, WOB: 14, STOR: 21, RPM: 81, SPPA: 2536 y FLWI: 1097.	
7005-7976	Parámetros óptimos. ROP: 128, WOB: 24, STOR: 24, RPM: 126, SPPA: 2857 y FLWI: 1090.	
7976-8638	Parámetros controlados para atravesar el Conglomerado Inferior. ROP: 36, WOB: 18, STOR: 25, RPM: 82, SPPA: 3358 y FLWI: 1087.	
8638-9204	Parámetros óptimos. ROP: 53, WOB: 29, STOR: 25, RPM: 126, SPPA: 3342 y FLWI: 1050.	

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).  
**Elaborado por:** Michelle Cruz.

## 3.3.1.2. BHA # 5.



Type	Desc.	Manu.	Serial Number	OD (in)		Max OD (in)	Bot Type	Bot Gender	FN OD (in)	Length (ft)	Cum. Length (ft)	Cum. Weight (klm)
				ID (in)	Top Type		Top Gender	FN Length (ft)				
Bit	12 1/4" PDC Bit, MSI519LMHSBPXX	Smith	JG8624	8	12...				0	1	1	0.3
				3.25			REG	Pin	0			
Motor	A825M7840XP + Float Valve, w/Sleeve 12"	Schlumberger	3746	8.25	12		REG	Box	8.25	29.63	30.63	4.6
				6.25			REG	Box	3.72			
Collar	8" Pony Monel	Schlumberger	53416	8.313	8.3...		REG	Pin	0	7.46	38.09	5.8
				2.93			REG	Box	0			
Stabilizer	12" String Stabilizer	Schlumberger	24057-3	8	12		REG	Pin	8	5.5	43.59	6.7
				2.906			REG	Box	2.45			
Collar	8" Pony Monel	Schlumberger	57275-5	8.313	8.3...		REG	Pin		8.9	52.49	8.1
				2.875			REG	Box				
MWD	Telescope 825 HF	Schlumberger	G1772	8.25	8.41		REG	Pin	7.656	28.01	80.5	11.6
				3.188			REG	Box	1.63			
Collar	Monel	Schlumberger	1100347	8.313	8.3...		REG	Pin	0	29.73	110.23	16.5
				2.844			REG	Box	0			
Collar	2 x 8" Drill Collar	Tuscany 117		8.25	8.25		REG	Pin	0	60.32	170.55	25.7
				3.25			REG	Box	0			
Misc. Sub	Crossover	Tuscany 117	OIT875-12	7.625	8		REG	Pin	0	2.91	173.46	26.1
				3			NC50	Box	0			
HWDP	24 x 5" HWDP	Tuscany 117		5	6.5		NC50	Pin	0	723.61	897.07	62.5
				3			NC50	Box	0			
Jar	Hydra Jar	Smith	40748J	6.5	6.6...		NC50	Pin	6.688	32.4	929.47	64.4
				2.75			NC50	Box	7			
HWDP	12 x 5" HWDP	Tuscany 117		5	6.5		NC50	Pin	0	362.61	1292.08	82.7
				3			NC50	Box	0			
Misc. Sub	Crossover	Tuscany 117	OIT875-12	8	8		NC50	Pin	0	1.84	1293.92	83
				2.75			HLST54	Box	0			
Drill Pipe	5-1/2" 21.90 DPS, 10% Wear			5.428	6.75		HLST54	Pin	0	0	1293.92	83
				4.778			HLST54	Box	0			

Figura 3.4 El BHA #5 del Pozo 1 con broca PDC de 12 1/4" y motor A825M7840XP X5.

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

Tabla 3.2 Desempeño de la perforación con el BHA # 5 del Pozo 1.

BHA # 5 (Motor A825M7840XP)		
PROFUNDIDAD (pies)	DESCRIPCIÓN PERFORACIÓN	COMENTARIOS
9204-9445	Parámetros óptimos. ROP: 54, WOB: 16, STOR: 25, RPM: 80, SPPA: 3035 y FLWI: 861.	Se presentó alto torque de 9228 hasta 9323 pies por lo que en varias oportunidades se levantó la sarta, aliviando el torque. A 9770 se observó bajo ROP y se trabajó sarta para descartar colgamiento. Se decidió sacar BHA por baja ROP.
9445-9549	Parámetros controlados para atravesar Basal Tena. ROP: 47, WOB: 14, STOR: 26, RPM: 57, SPPA: 2016 y FLWI: información faltante por falla de señal, pero debió haber disminuido al igual que la SPPA.	
9549-9770	Parámetros óptimos. ROP: 29, WOB: 28, STOR: 24, RPM: 75, SPPA: 3018 y FLWI: 825.	
9770-9820	Parámetros óptimos. ROP: 12, WOB: 32, STOR: 22, RPM: 71, SPPA: 2990 y FLWI: 828.	

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz

## 3.3.1.3. BHA # 6.



Type	Desc.	Manu.	Serial Number	OD (in)	Max OD (in)	Bot Type	Bot Gender	FN OD (in)	Length (ft)	Cum. Length (ft)	Cum. Weight (klbm)
				ID (in)		Top Type	Top Gender	FN Length (ft)			
Bit	12 1/4" PDC Bit, MSI519LMHSBPXX	Smith	JG6083	8 3.25	12.25			0 0	1	1	0.3
Motor	A825M7840XP, Float Valve, Sleeve 12", 1.5deg, 0.16rpg	Schlumberger	6465	8.25 6.25	12	REG REG	Box Box	8.25 3.82	29.68	30.68	4.6
Collar	8" Pony Monel	Schlumberger	57275-5	8.313 2.875	8.313	REG REG	Pin Box		8.9	39.58	6
MWD	Telescope 825 HF	Schlumberger	G1772	8.25 3.188	8.41	REG REG	Pin Box	7.656 1.63	28.01	67.59	9.5
Collar	Monel	Schlumberger	1100347	8.313 2.844	8.313	REG REG	Pin Box	0 0	29.73	97.32	14.3
Collar	2 x 8" Drill Collar	Tuscany 117		8.25 3.25	8.25	REG REG	Pin Box	0 0	60.32	157.64	23.6
Misc. Sub	Crossover	Tuscany 117	OIT875-12	7.625 3	8	REG NC50	Pin Box	0 0	2.91	160.55	24
HWDP	24 x 5" HWDP	Tuscany 117		5 3	6.5	NC50 NC50	Pin Box	0 0	723.61	884.16	60.4
Jar	Hydra Jar	Smith	40748J	6.5 2.75	6.688	NC50 NC50	Pin Box	6.688 7	32.4	916.56	62.3
HWDP	12 x 5" HWDP	Tuscany 117		5 3	6.5	NC50 NC50	Pin Box	0 0	362.61	1279...	80.6
Misc. Sub	Crossover	Tuscany 117	OIT875-12	8 2.75	8	NC50 HLST54	Pin Box	0 0	1.84	1281...	80.9
Drill Pipe	5-1/2" 21.90 DPS, 10% Wear			5.428 4.778	6.75	HLST54 HLST54	Pin Box	0 0	0	1281...	80.9

Figura 3.5 El BHA #6 del Pozo 1 con broca PDC de 12 1/4" y motor A825M7840XP.

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

Tabla 3.3 El BHA #6 del Pozo 1 con broca PDC de 12 1/4" y motor A825M7840XP.

BHA # 6 (Motor A825M7840XP).		
PROFUNDIDAD (pies)	DESCRIPCIÓN PERFORACIÓN	COMENTARIOS
9820-10195	Parámetros óptimos. ROP: 48, WOB: 17, STOR: 21, RPM: 71, SPPA 3108 y FLWI: 814.	Se observó fuerte torque que para la mesa rotaria desde 9820 hasta 9877 pies. Se perforó los últimos 300 ft con un caudal de 800 gpm para mitigar lavar la formación.

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

### **3.4. Análisis del Pozo 2, SEC 12¼”.**

El pozo 2 fue perforado en octubre del 2013 con una sección vertical de 3935.13 pies, se considera de tipo J-HD ya que según su planificación se esperaba alcanzar una sección vertical de 4001 pies.

Es el segundo pozo tipo J-HD perforado en el campo VMC.

La construcción de esta sección requirió del uso de dos BHA, el primero con herramienta direccional Rotary Steerable System, perforando una profundidad de 2778 pies en 2.39 días y el segundo BHA con herramienta direccional motor, perforando una profundidad de 1410 pies en 1. 18 días. El tiempo restante corresponde al viaje que se realizó a superficie para realizar el cambio de BHA.

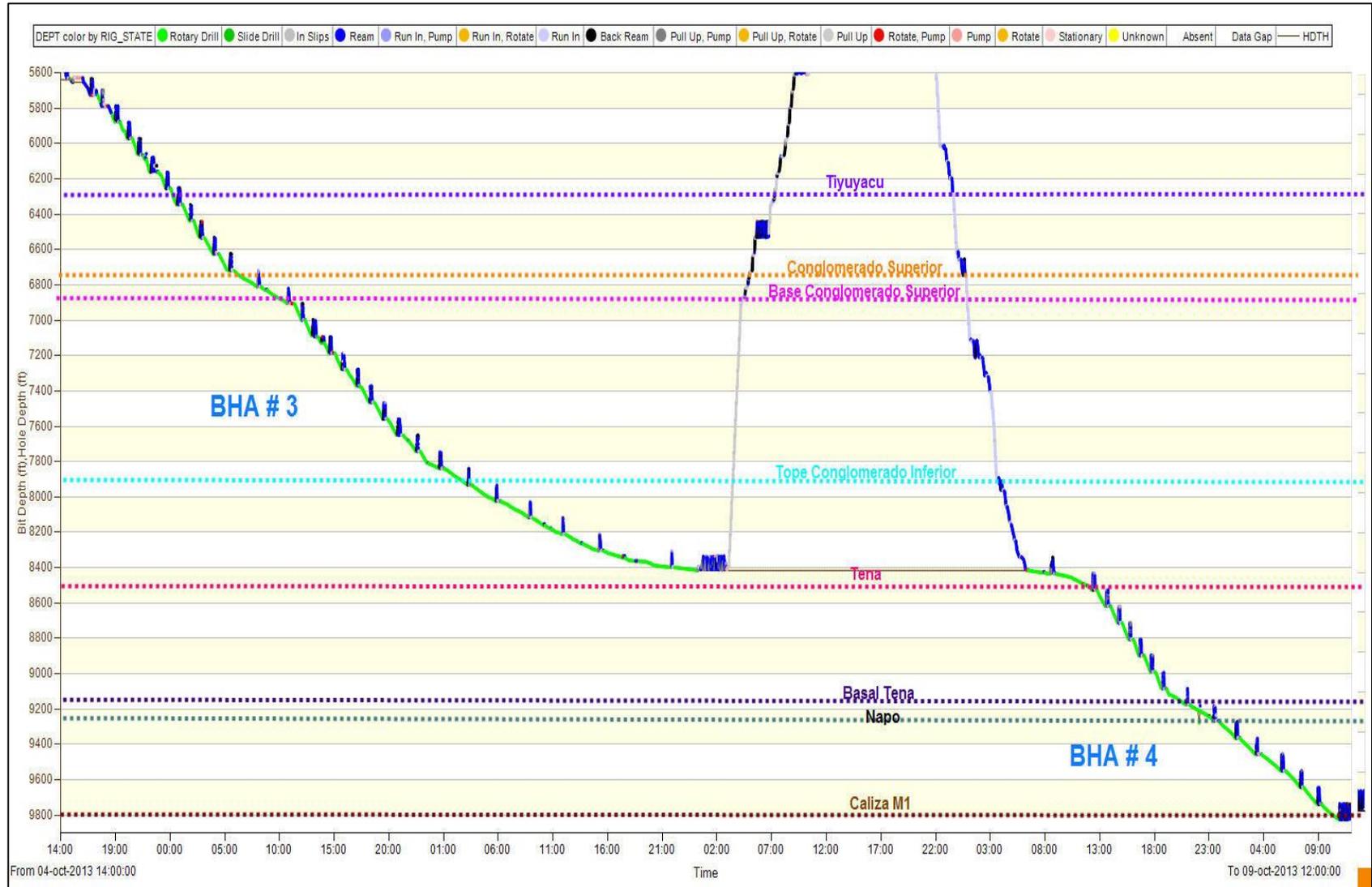
Esta sección fue realizada en 4.83 días y con 0.06 días de NPT.

La sección terminó a 9825 pies MD/ 8957.43 pies TVD con 27° de inclinación y 220° de azimut. Para la perforación se utilizó fluido KLASHIELD, iniciando con una densidad de 9.9 lpg y terminando con 11.1 lpg.

El desempeño de la perforación de la sección 12¼” de este pozo se observa en la figura 3.6.

#### **3.4.1. Análisis de los parámetros de perforación.**

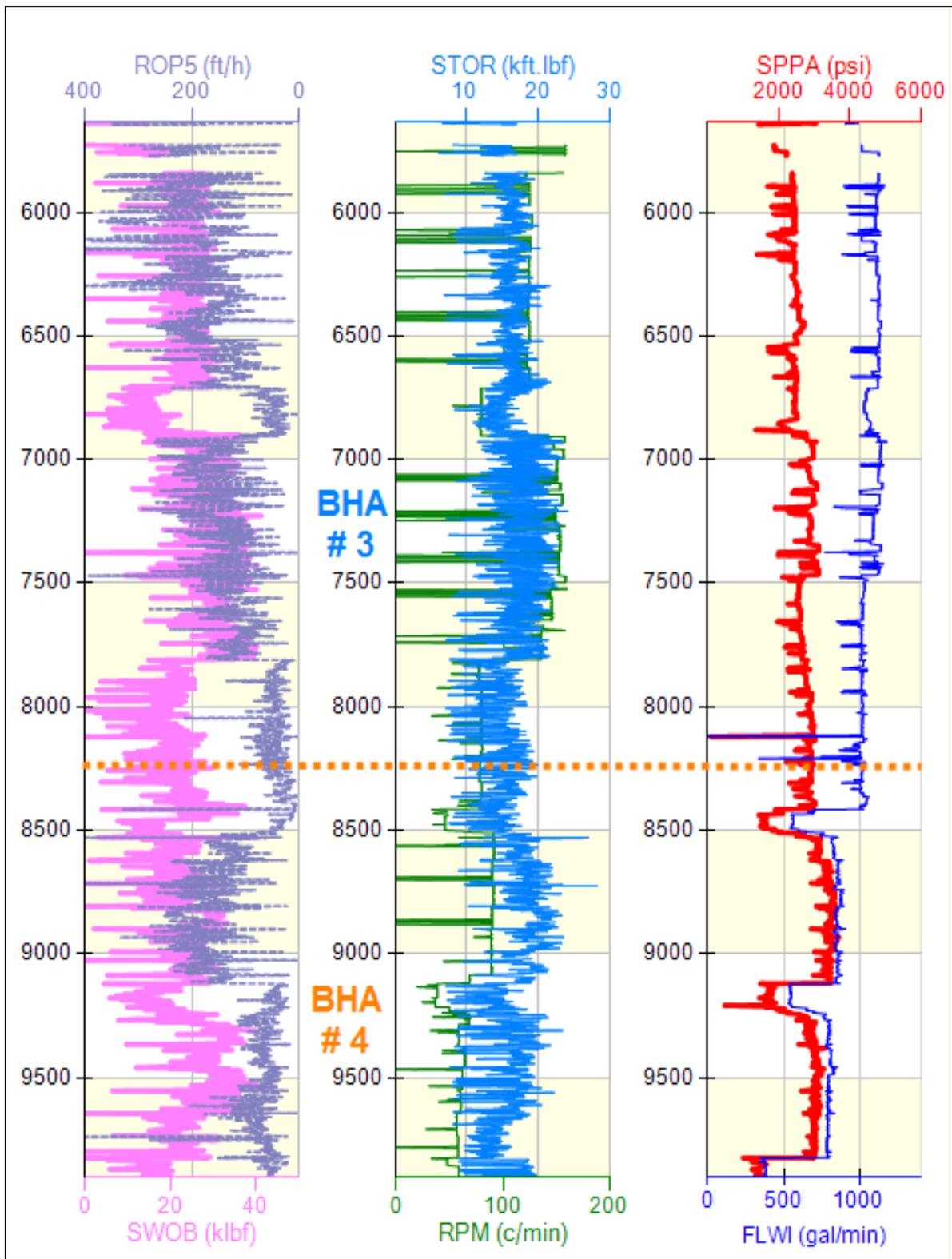
La información de cada uno de los parámetros como rata de penetración, peso sobre la broca, torque, revoluciones por minuto, presión en el stand pipe y caudal, están representados en la figura 3.7 y su comportamiento ha sido descrito en la tabla 3.4 y la tabla 3.5.



**Figura 3.6** Desempeño de la perforación del pozo 2, sección 12 $\frac{1}{4}$ ".

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.



**Figura 3.7** Comportamiento de los parámetros de perforación en la sección 12¼" del Pozo 2.

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.

### 3.4.1.1. BHA # 3.



Type	Desc.	Manu.	Serial Number	OD (in)	Max OD (in)	Bot Type	Bot Gender	FN OD (in)	Length (ft)	Cum. Length (ft)	Cum. Weight (klbm)
				ID (in)		Top Type	Top Gender	FN Length (ft)			
Bit	12 1/4" PDC MSi19LMHSBPXX	Smith Bits	JH2566	8.75	12.25			0	1	1	0.4
				3.75		REG	Pin	0			
Rotary Steerable	PD 900 X6 Slick CC	Schlumberger	50340	9	11.96	REG	Box	0	13.6	14.6	2.9
				5.125		REG	Box	0			
Stabilizer	11 3/4" String Stab	Schlumberger	24058-1	8.281	8.5	REG	Pin	8.25	6.12	20.72	3.9
				3.5		REG	Box	1.41			
Misc. Sub	Float Sub	Schlumberger	ECC7039	8	8	REG	Pin	0	2.21	22.93	4.2
				3.063		REG	Box	0			
MWD	MWD Telescope 825	Schlumberger	G3746	8.25	8.375	REG	Pin	8.156	28.47	51.4	7.7
				3.188		REG	Box	1.41			
Collar	Non Magnetic Drill Collar	Schlumberger	SD49781	8.844	8.844	REG	Pin	8.844	30.19	81.59	13.4
				2.875		REG	Box	0			
Misc. Sub	Crossover 6 5/8" Reg Pin x 4 1/2" IF Box	Hilong	Hilong	7.938	7.938	REG	Pin	0	2.62	84.21	13.7
				2.813		IF	Box	0			
HWDP	33 x 5" HWDP	Hilong	Hilong	5	6.5	IF	Pin	0	1017...	1101.58	65
				3		IF	Box	0			
Jar	Hydro Mechanical Jar	Smith	Smith	6.5	6.5	IF	Pin	6.5	32.39	1133.97	66.9
				2.563		IF	Box	3			
HWDP	6 x 5" HWDP	Hilong	Hilong	5	6.5	IF	Pin	0	184.74	1318.71	76.2
				3		IF	Box	0			
Misc. Sub	Crossover	Hilong	Hilong	6.625	8	IF	Pin	0	2.57	1321.28	76.5
				2.875		HLST54	Box	0			
Drill Pipe	5-1/2" 21.90 DPS, Premium	Hilong	Hilong	5.356	7.5	HLST54	Pin	0	7093...	8415	263.2
				4.778		HLST54	Box	0			

Figura 3.8 El BHA #3 del Pozo 2 con broca PDC 12¼" y Power Drive 900 X6.

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

Tabla 3.4 Desempeño de la perforación con el BHA # 3 del Pozo 2.

BHA # 4 (Rotary Steerable PD900X6)		
PROFUNDIDAD (pies)	DESCRIPCIÓN PERFORACIÓN	COMENTARIOS
5637-6710	Parámetros óptimos. ROP: 180, WOB: 25, STOR: 18, RPM: 115, SPPA: 2190 y FLWI: 827.	Se observan valores erráticos de 5637 a 6512 ft, debido a la falta de señal. Se observó una pérdida de flujo desde 6960 hasta 7466 pies, por lo que se redujo el caudal y bombeo píldora estabilizadora sellante.
6710-6900	Parámetros controlados para atravesar el Conglomerado Superior ROP: 33, WOB: 8, STOR: 15, RPM: 79, SPPA: 2925 y FLWI: 1060.	Se decidió sacar BHA # 3 a superficie debido a que presenta baja ROP a 8415 pies.
6900-7810	Parámetros óptimos. ROP: 108, WOB: 25, STOR: 18, RPM: 132, SPPA: 3068 y FLWI: 985	Se utilizó BHA con Power Drive 900 para mantener la tangente y aprovechar a separarse del plan por arriba para minimizar la cantidad de deslizamiento en la siguiente corrida con motor de fondo.
7810-8415	Parámetros controlados para atravesar Conglomerado Inferior. ROP: 36, WOB: 18, STOR: 12, RPM: 80, SPPA: 3000 y FLWI: 1000	

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

## 3.4.1.2. BHA # 4.



Type	Desc.	Manu.	Serial Number	OD (in)	Max OD (in)	Bot Type	Bot Gender	FN OD (in)	Length (ft)	Cum. Length (ft)	Cum. Weight (klm)
				ID (in)		Top Type	Top Gender	FN Length (ft)			
Bit	12 1/4" Bit	Smith	JG8888	8 3.25	12.25			0 0	1	1	0.4
Motor	A800M7840XP	Schlumberger	6465	8.25 6.25	11.75	REG	Pin	0 3.88	29.58	30.58	4.7
Collar	8" Pony Monel	Schlumberger	53422	8.22 2.88	8.34	REG	Pin	8.313 2	7.42	38	5.9
Stabilizer	12" String Stabilizer	Schlumberger	57275-16	8.3 2.875	12	REG	Pin	8 2.33	6.91	44.91	7
Collar	8" Pony Monel	Schlumberger	1100353	8.31 2.875	8.313	REG	Pin	8.313 2	14.51	59.42	9.4
MWD	Telescope 825 HF	Schlumberger	G3746	8.4 5.9	8.41	REG	Pin	7.656 1.63	28.47	87.89	13
Collar	8" NMDC	Schlumberger	SD 49804	7.625 2.875	8.06	REG	Pin	0 0	29.97	117.86	16.9
Misc. Sub	Crossover	Hilong 15	Hilong	7.94 2.875	8	REG	Pin	0 0	2.63	120.49	17.3
HWDP	30 x 5" HWDP	Hilong 15	Hilong	5 3	6.5	IF	Pin	0 0	924.86	1045.35	63.9
Jar	Hydro Mechanical Jar	Smith	40746 J	6.5 2.81	6.688	IF	Pin	6.5 2.2	32.4	1077.75	65.8
HWDP	9 x 5" HWDP	Hilong 15	Hilong	5 3	6.5	IF	Pin	0 0	277.25	1355	79.8
Misc. Sub	Crossover	Hilong 15	Hilong	6.56 2.81	6.56	IF	Pin	0 0	2.65	1357.65	80
Drill Pipe	5-1/2 " 21.90 DPS, Premium		Hilong	5.356 4.778	7.5	HLST54	Pin	0 0	8467.35	9825	303

Figura 3.9 El BHA #4 del Pozo 2 con broca PDC 12 1/4" y Motor A800M7840XP.

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

Tabla 3.5 Desempeño de la perforación con el BHA # 4 del Pozo 2.

BHA # 5 (Motor A825M7840XP)		
PROFUNDIDAD (pies)	DESCRIPCIÓN PERFORACIÓN	COMENTARIOS
8415-8525	Parámetros controlados para continuar atravesando el Conglomerado Inferior. ROP: 20, WOB: 12, STOR: 15, RPM: 50, SPPA: 1200 y FLWI: 520.	No fue necesario deslizar ya que se mantuvo la inclinación y azimut hasta el punto KOP2.
8525-9120	Parámetros óptimos. ROP: 150, WOB: 20, STOR: 19, RPM: 93, SPPA: 3500 y FLWI: 800.	
9120-9235	Parámetros controlados para atravesar Basal Tena. ROP: 35, WOB: 12, STOR: 15, RPM: 25, SPPA: 2100 y FLWI: 510.	
9235-9825	Parámetros óptimos. ROP: 50, WOB: 30, STOR: 18, RPM: 60, SPPA: 3108 y FLWI: 790.	

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

### **3.5. Análisis del Pozo 3, SEC 12¼”.**

El pozo 3 fue perforado en enero del 2014 y alcanzó una sección vertical de 4679.41 pies.

La construcción de esta sección requirió del uso de dos BHA, el primero con herramienta direccional Rotary Steerable System perforando una profundidad de 2316 pies en 2.65 días y el segundo con herramienta direccional motor perforando una profundidad de 1368 pies en 1.16 días. El restante de tiempo corresponde al viaje a superficie para cambio de BHA.

Esta sección fue realizada en 5.25 días y con 0.19 días de NPT.

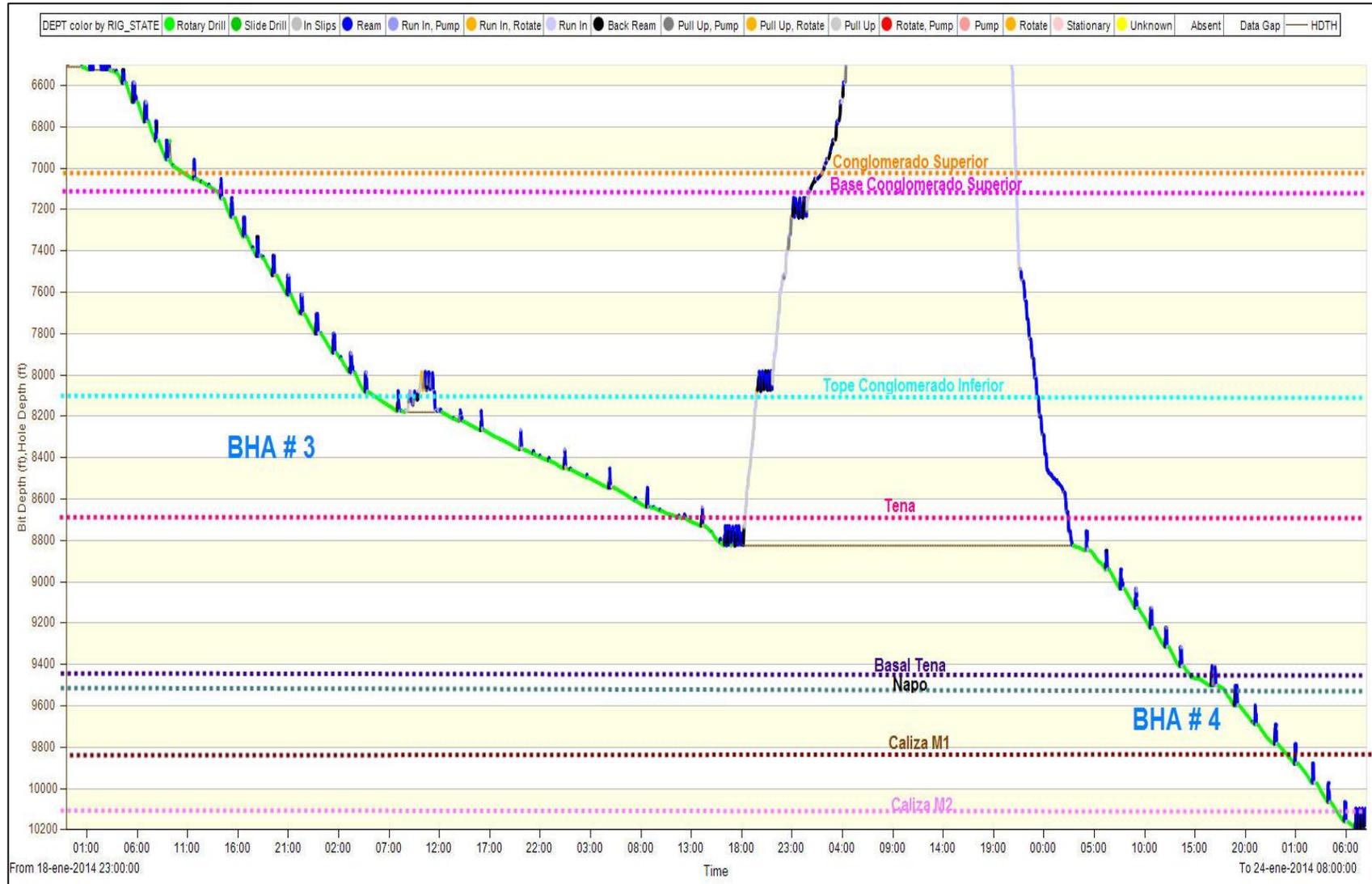
La sección terminó a 10193 pies MD/ 9053.49 pies TVD con 30.67° de inclinación y 150.03° de azimut.

Para la perforación se utilizó fluido KLASHIELD, iniciando la perforación con un peso de 10.3 lpg y terminando la misma con 11.5 lpg.

El desempeño de la perforación de la sección 12¼” de este pozo la podemos observar en la figura 3.10.

#### **3.5.1. Análisis de los Parámetros de Perforación.**

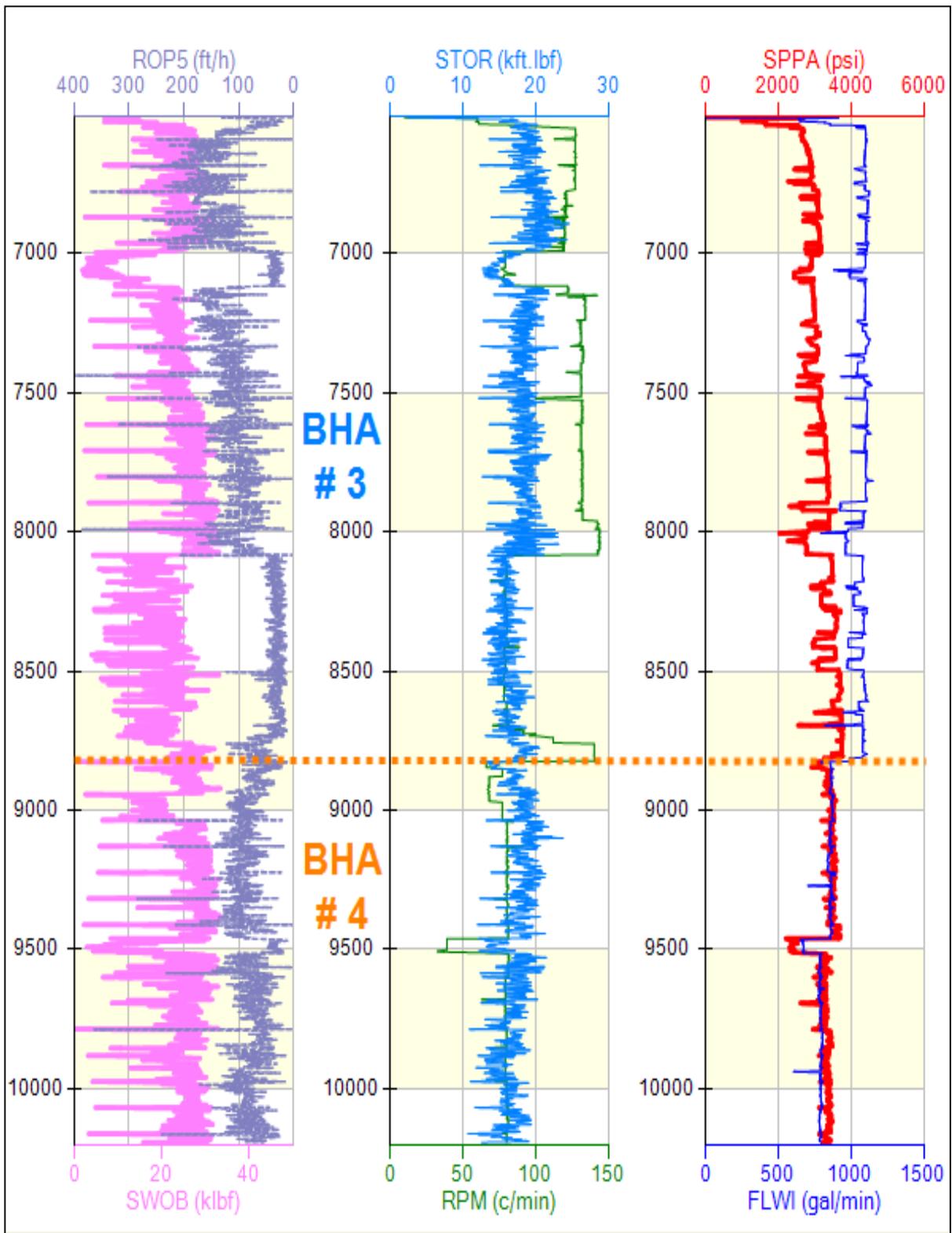
La información de cada uno de los parámetros como rata de penetración, peso sobre la broca, torque, revoluciones por minuto, presión en el stand pipe y caudal, han sido representados en la figura 3.11 y su comportamiento ha sido descrita en la tabla 3.6 y la tabla 3.7.



**Figura 3.10** Desempeño de la perforación del pozo 3, sección 12 $\frac{1}{4}$ ".

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.



**Figura 3.11** Comportamiento de los parámetros de perforación, sección 12¼" del Pozo 3.

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.

### 3.5.1.1. BHA # 3.



Type	Desc.	Manu.	Serial Number	OD (in)	Max OD (in)	Bot Type	Bot Gender	FN OD (in)	Length (ft)	Cum. Length (ft)	Cum. Weight (klbm)
				ID (in)		Top Type	Top Gender	FN Length (ft)			
Bit	12 1/4" MSI519LMHSBPXX TFA=6X15+1X16=1.232	Smith Bits	JH6697	8.75 3.75	12.25	REG	Pin	0 0	0.91	0.91	0.4
Rotary Steerable	PD 900 X6 Slick CC	Schlumberger	65101	8.438 5.781	11.75	REG REG	Box Box	9 0.69	13.53	14.44	2.8
Bent Sub	12 1/8" Receiver Sub/ String Stab 11 3/4 -12-12 1/8"	Schlumberger	53816	8.25 3.469	11.75	REG FH	Pin Box	0 0	5.77	20.21	3.8
Flex Collar	PLF9-AA Flex Collar/Pony Monel	Schlumberger	51119	8.125 5	8.2	FH FH	Pin Box	0 2.45	9.58	29.79	4.6
MWD	Telescope 825 HF	Schlumberger	G1772	8.25 5.9	8.41	FH REG	Pin Box	7.656 1.63	27.85	57.64	8.1
Bent Sub	Float Sub + 5F6R Float Valve	Schlumberger	ECC7075	7.87 2.87	8.25	REG REG	Pin Box	0 0	2.21	59.85	8.5
Collar	Non Magnetic Drill Collar	Schlumberger	1100352	8.156 2.844	8.2	REG REG	Pin Box	0 0	28.92	88.77	13
Collar	2 x 8" DC	HILONG 15		8.167 2.875	8.25	Reg Reg	Pin Box	0 0	60.05	148.82	22.3
Misc. Sub	Crossover	HILONG 15	MZS 69064	8 2.875	8	REG IF	Pin Box	0 0	2.66	151.48	22.7
HWDP	24 x 5" HWDP	HILONG 15		5 3	6.5	IF IF	Pin Box	0 0	724.25	875.73	59.2
Jar	Hydro Mechanical Jar	HILONG 15	Smith	6.5 2.813	6.5	IF IF	Pin Box	6.5 2.52	32.1	907.83	61.1
HWDP	12 x 5" HWDP	HILONG 15		5 3	6.5	IF IF	Pin Box	0 0	366.57	1274.4	79.5
Misc. Sub	Crossover	HILONG 15	MZS-GS103	6.75 2.813	6.75	IF HLST54	Pin Box	0 0	2.65	1277.05	79.8
Drill Pipe	5-1/2" 21.90 DPS, 10% Wear			5.428 4.778	6.625	HLST54 HLST54	Pin Box	0 0	9000	10277.05	302.1

Figura 3.12 El BHA #3 del Pozo 3 con broca PDC 12 1/4" y Power Drive 900 X6.

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

Tabla 3.6 Desempeño de la perforación con el BHA # 3 del Pozo 3.

BHA # 3 (Rotary Steerable PD900X6)		
PROFUNDIDAD (ft)	DESCRIPCIÓN PERFORACIÓN	COMENTARIOS
6510-6990	Parámetros óptimos. ROP: 142, WOB: 24, STOR: 20, RPM: 120, SPPA: 2808 y FLWI: 1071.	A la salida del conglomerado inferior las ROP instantáneas alcanzadas por la broca estuvieron en el rango de 60-70 ft/hr. Se decidió cambiar el BHA horas de circulación 60 hrs.
6990-7115	Parámetros controlados para atravesar el Conglomerado Superior. ROP: 34, WOB: 8, STOR: 15, RPM: 79, SPPA: 2820 y FLWI: 1060.	
7115-8080	Parámetros óptimos. ROP: 112, WOB: 25, STOR: 18, RPM: 132, SPPA: 3067 y FLWI: 1074.	
8080-8750	Parámetros controlados para atravesar Conglomerado Inferior. ROP: 32, WOB: 19, STOR: 16, RPM: 81, SPPA: 3475 y FLWI: 1060.	
8750-8825	Parámetros óptimos. ROP: 63, WOB: 26, STOR: 18, RPM: 134, SPPA: 3648 y FLWI: 1069.	

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

## 3.5.1.2. BHA # 4.



Type	Desc.	Manu.	Serial Number	OD (in)		Max OD (in)	Bot Type		FN OD (in)	Length (ft)	Cum. Length (ft)	Cum. Weight (klbm)
				ID (in)			Top Type	Top Gender				
Bit	12 1/4" MSI519LMHSBPXX TFA= 7X14= 1.232	Smith	JG5164	8	3	12.25	REG	Pin	0	0.91	0.91	0.4
Motor	A800M w/ 11 3/4 - Sleeve Stab; 1.5 BH	Schlumberger	6603	8.25	6.25	11.75	REG	Box	0	29.72	30.63	4.7
Bypass Sub	Float Sub	Schlumberger	ECC7075	7.87	2.87	8	REG	Pin	8	2.21	32.84	5
Collar	8" Pony Monel	Schlumberger	812	7.81	2.9	8	REG	Pin	0	5.25	38.09	5.8
Stabilizer	12" String Stabilizer	Schlumberger	1100383	8	2.875	12	REG	Pin	8	7.5	45.59	7
Collar	8" Pony Monel	Schlumberger	1100354	8.28	2.875	8.34	REG	Pin	0	10.99	56.58	8.8
MW/D	Telescope 825HF	Schlumberger	G1772	8.188	5.9	8.41	REG	Pin	0	27.78	84.36	12.2
Collar	Non Mag Monel	Schlumberger	1100352	8.156	2.844	8.2	REG	Pin	0	28.92	113.28	16.7
Collar	2 x 8" DC	Hilong 15		8.167	2.875	8.25	Reg	Pin	0	60.05	173.33	26.1
Misc. Sub	Crossover	Hilong 15	MZS 69064	8	2.875	8	REG	Pin	0	2.66	175.99	26.5
HWDP	24 x 5" HWDP	Hilong 15		5	3	6.5	IF	Pin	0	724.25	900.24	62.9
Jar	Hydro Mechanical Jar	Hilong 15	21270J	6.5	2.813	6.688	IF	Pin	6.688	32.1	932.34	64.9
HWDP	12 x 5" HWDP	Hilong 15		5	3	6.5	IF	Pin	0	366.57	1298.91	83.3
Misc. Sub	Crossover	Hilong 15	MZS-GSI03	6.75	2.813	8	IF	Pin	0	2.65	1301.56	83.6
Drill Pipe	5-1/2" 21.90 DPS, 10% Wear			5.428	4.778	7	IF	Pin	0	7523.44	8825	274.5

Figura 3.13 El BHA #4 del Pozo 3 con broca PDC 12 1/4" y motor de fondo A800MW.

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

Tabla 3.7 Desempeño de la perforación con el BHA # 4 del Pozo 3

BHA # 4 (Motor A825M7840XP)		
PROFUNDIDAD (pies)	DESCRIPCIÓN PERFORACIÓN	COMENTARIOS
8825-9460	Parámetros óptimos, mientras atraviesa Tena. ROP: 89, WOB: 26, STOR: 18, RPM: 78, SPPA: 3420 y FLWI: 839.	Se perforó Tena con parámetros agresivos para optimizar la ROP. Se perfora hasta 10193 estando 40 pies dentro de la caliza.
9460-9510	Parámetros controlados para atravesar Basal Tena. ROP: 33, WOB: 12, STOR: 15, RPM: 39, SPPA: 2402 y FLWI: 668.	El diseño del BHA # 4 fue óptimo ya que se observó una buena caída en inclinación y se logró perforar rotando todo el intervalo.
9510-10193	Parámetros óptimos. ROP: 79, WOB: 25, STOR: 17, RPM: 80, SPPA: 3310 y FLWI: 789.	

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

### **3.6. Análisis del Pozo 4, SEC 12¼”**

El pozo 4 fue perforado en abril del 2014, alcanzando una sección vertical de 4435.36.

La construcción de esta sección requirió del uso de dos BHA, el primero con herramienta direccional Rotary Steerable System, perforando una profundidad de 2632 pies en 2,76 días y el segundo BHA con herramienta direccional motor, perforando una profundidad de 971 pies en 0.92 días. El resto de tiempo corresponde al viaje a superficie para cambio de BHA.

Esta sección fue realizada en 5 días y con 0.06 días de NPT.

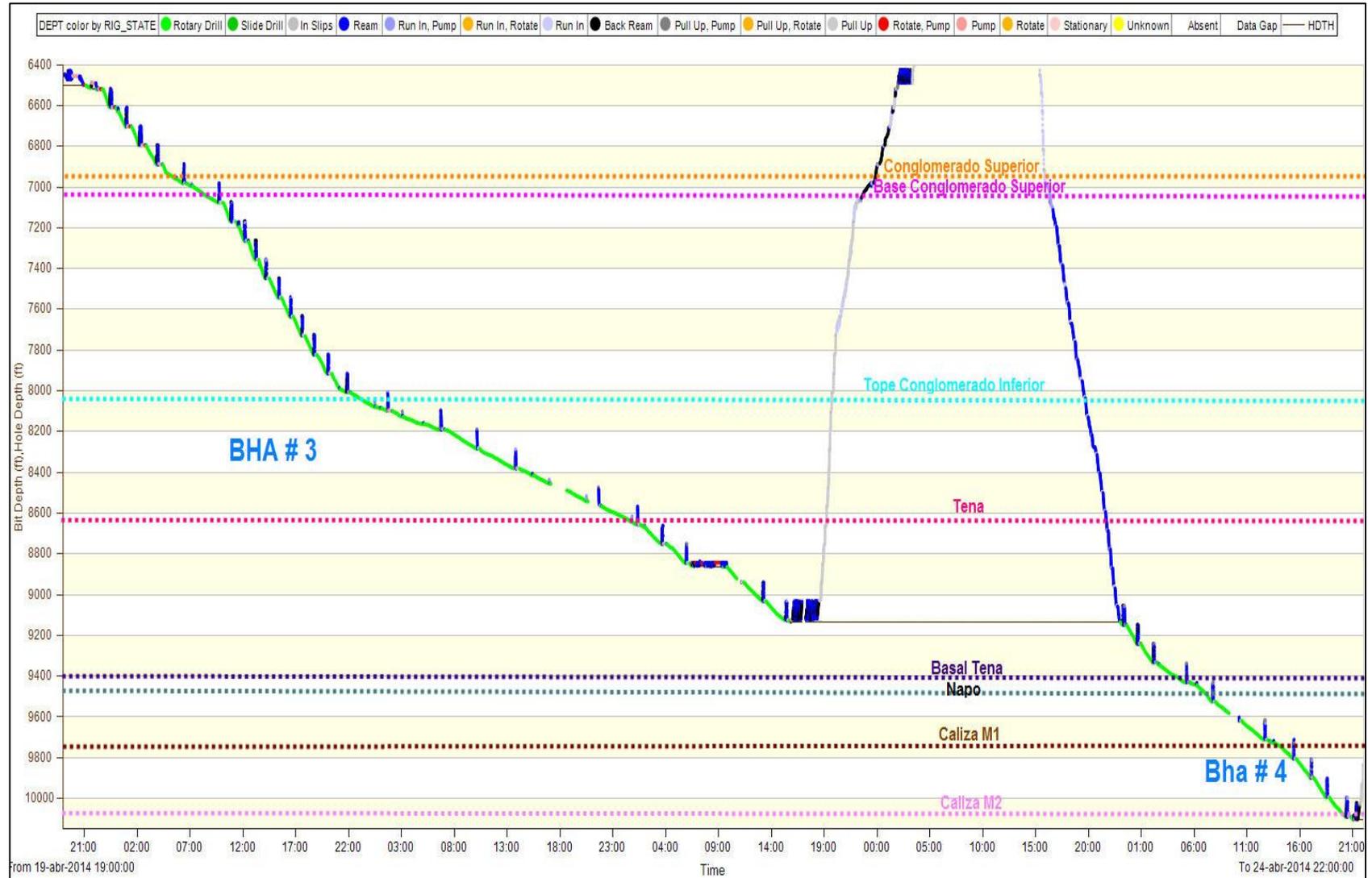
La sección terminó a 10104 pies MD / 9080.33 pies TVD y con 28.65 ° de inclinación y 3,79° de azimut.

Para la perforación se utilizó fluido KLASHIELD, iniciando la perforación con un peso de 10.1 lpg y terminando la misma con 11.5 lpg.

El desempeño de la perforación de la sección 12¼” de este pozo la podemos observar en la figura 3.14.

#### **3.6.1. Análisis de los Parámetros de Perforación.**

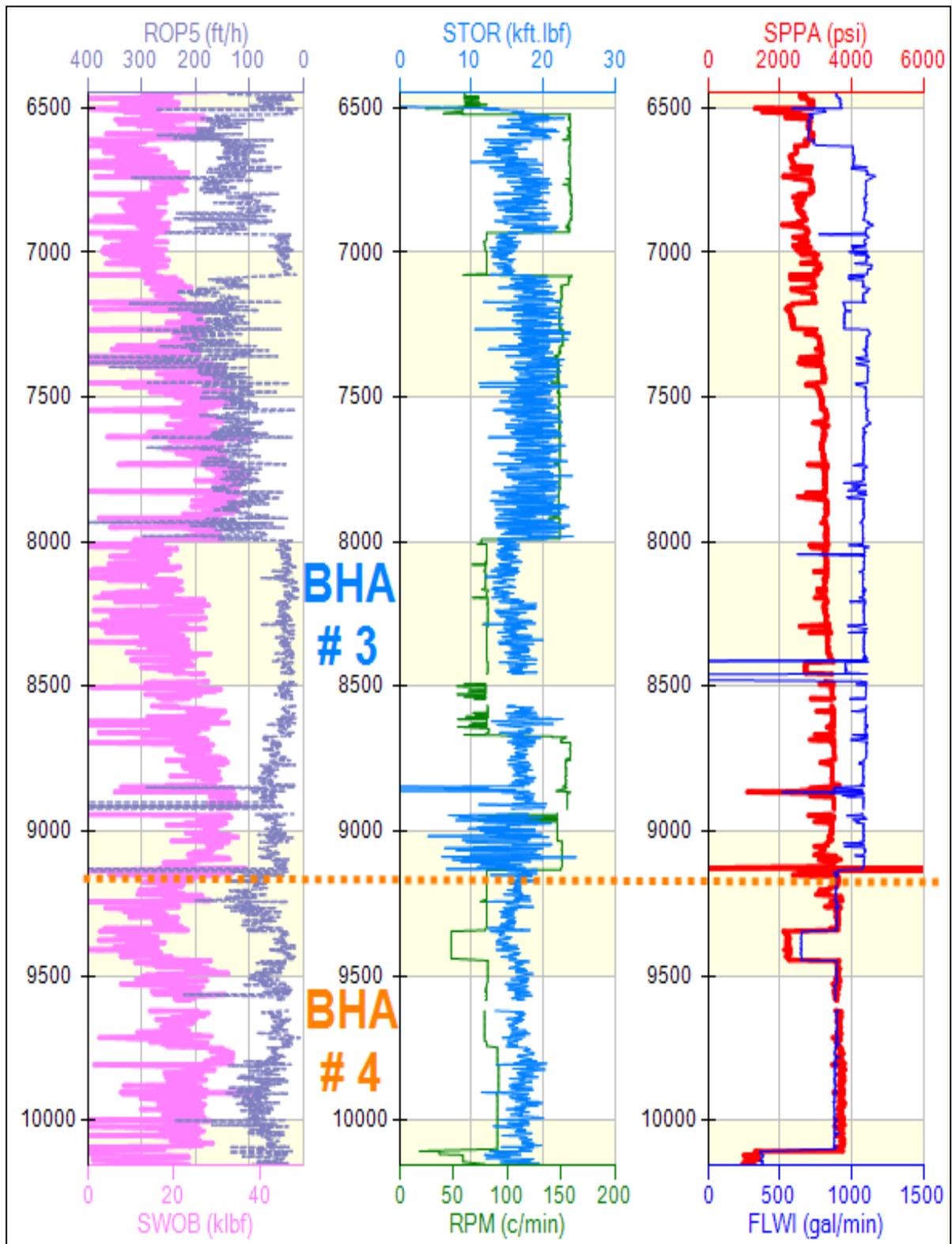
La información de cada uno de los parámetros como: rata de penetración, peso sobre la broca, torque, revoluciones por minuto, presión en el stand pipe y caudal, han sido representados en la figura 3.15 y su comportamiento ha sido descrita en la tabla 3.8 y la tabla 3.9.



**Figura 3.14** Desempeño de la perforación del pozo 4, sección 12 $\frac{1}{4}$ ".

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.

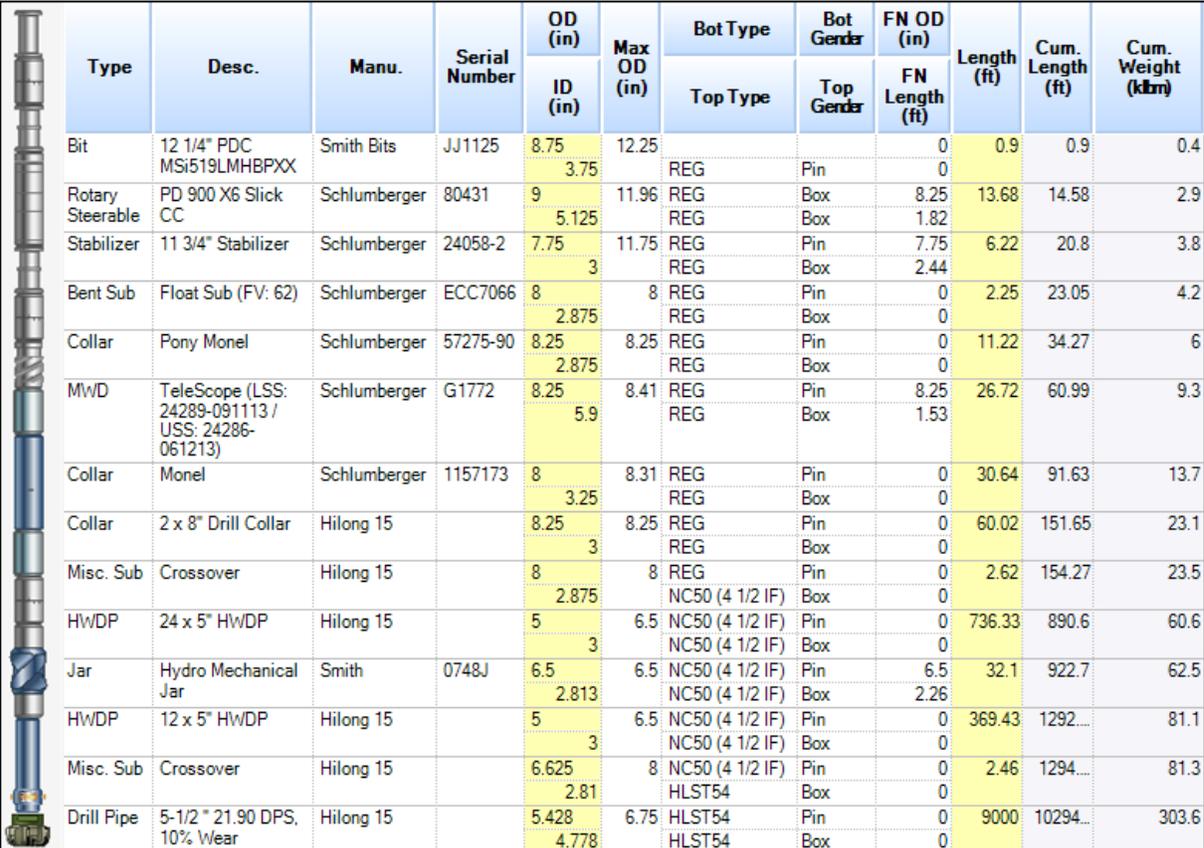


**Figura 3.15** Comportamiento de los parámetros de perforación, sección 12¼" del Pozo 4.

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.

## 3.6.1.1. BHA # 3.



Type	Desc.	Manu.	Serial Number	OD (in)		Max OD (in)	Bot Type		FN OD (in)	Length (ft)	Cum. Length (ft)	Cum. Weight (klbm)
				ID (in)			Top Type	Top Gender				
Bit	12 1/4" PDC MSi519LMHBPXX	Smith Bits	JJ1125	8.75	12.25		REG	Pin	0	0.9	0.9	0.4
				3.75								
Rotary Steerable	PD 900 X6 Slick CC	Schlumberger	80431	9	11.96		REG	Box	8.25	13.68	14.58	2.9
				5.125								
Stabilizer	11 3/4" Stabilizer	Schlumberger	24058-2	7.75	11.75		REG	Pin	7.75	6.22	20.8	3.8
				3								
Bent Sub	Float Sub (FV: 62)	Schlumberger	ECC7066	8	8		REG	Pin	0	2.25	23.05	4.2
				2.875								
Collar	Pony Monel	Schlumberger	57275-90	8.25	8.25		REG	Pin	0	11.22	34.27	6
				2.875								
MWD	TeleScope (LSS: 24289-091113 / USS: 24286- 061213)	Schlumberger	G1772	8.25	8.41		REG	Pin	8.25	26.72	60.99	9.3
				5.9								
Collar	Monel	Schlumberger	1157173	8	8.31		REG	Pin	0	30.64	91.63	13.7
				3.25								
Collar	2 x 8" Drill Collar	Hilong 15		8.25	8.25		REG	Pin	0	60.02	151.65	23.1
				3								
Misc. Sub	Crossover	Hilong 15		8	8		REG	Pin	0	2.62	154.27	23.5
				2.875								
HWDP	24 x 5" HWDP	Hilong 15		5	6.5		NC50 (4 1/2 IF)	Pin	0	736.33	890.6	60.6
				3								
Jar	Hydro Mechanical Jar	Smith	0748J	6.5	6.5		NC50 (4 1/2 IF)	Pin	6.5	32.1	922.7	62.5
				2.813								
HWDP	12 x 5" HWDP	Hilong 15		5	6.5		NC50 (4 1/2 IF)	Pin	0	369.43	1292...	81.1
				3								
Misc. Sub	Crossover	Hilong 15		6.625	8		NC50 (4 1/2 IF)	Pin	0	2.46	1294...	81.3
				2.81								
Drill Pipe	5-1/2" 21.90 DPS, 10% Wear	Hilong 15		5.428	6.75		HLST54	Pin	0	9000	10294...	303.6
				4.778								

Figura 3.16 El BHA #3 del Pozo 4 con broca PDC 12 1/4" y POWER DRIVE 900X6.

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

Tabla 3.8 Desempeño de la perforación con el BHA # 3 del Pozo 4.

BHA # 3 (Rotary Steerable PD900X6)		
PROFUNDIDAD (pies)	DESCRIPCIÓN PERFORACIÓN	COMENTARIOS
6501-6930	Parámetros óptimos. ROP: 127, WOB: 14, STOR: 17, RPM: 155, SPPA: 2594 y FLWI: 974	Observó presencia de bloques de arcilla plástica en niple campana y parte final de la línea de flujo. Se usaron 150 RPM en superficie para mejorar limpieza del hueco.
6930-7080	Parámetros controlados para atravesar el Conglomerado Superior. ROP: 35, WOB: 12, STOR: 15, RPM: 81, SPPA: 2848 y FLWI: 1099.	
7080-7990	Parámetros óptimos. ROP: 137, WOB: 25, STOR: 18, RPM: 149, SPPA: 3047 y FLWI: 1072.	
7990-8670	Parámetros controlados para atravesar Conglomerado Inferior. ROP: 30, WOB: 18, STOR: 16, RPM: 81, SPPA: 3269 y FLWI: 1076.	
8670-9132	Parámetros óptimos. ROP: 43, WOB: 28, STOR: 15, RPM: 152, SPPA: 3402 y FLWI: 1079.	

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

## 3.6.1.2. BHA # 4.



Desc.	Manu.	Serial Number	OD (in)	Max OD (in)	Bot Type	Bot Gender	FN OD (in)	Length (ft)	Cum. Length (ft)	Cum. Weight (klbm)
			ID (in)		Top Type	Top Gender	FN Length (ft)			
12 1/4" PDC MSi519LMHSBPXX	Smith Bits	JH2565	8.75	12.25	REG	Pin	0	0.9	0.9	0.4
			3.75				0			
A825M7840XP - Sleeve 11 3/4" - BH: 1.5 - Rev/gal: 0.16 (FV: 35)	Schlumberger	1034463	8.25	11.75	REG	Box	8.063	29.66	30.56	4.7
			6.25		REG	Box	3.89			
Pony Monel	Schlumberger	1174191	8.25	8.25	REG	Pin	0	10.9	41.46	6.4
			2.875		REG	Box	0			
12" Stabilizer	Schlumberger	24057-2	7.75	11.75	REG	Pin	8	6	47.46	7.4
			3		REG	Box	2.83			
Pony Monel	Schlumberger	57275-90	8.25	8.25	REG	Pin	0	11.22	58.68	9.2
			2.875		REG	Box	0			
TeleScope (LSS: 24289-091113 / USS: 24286- 061213)	Schlumberger	G1772	8.25	8.41	REG	Pin	8.25	26.72	85.4	12.5
			5.9		REG	Box	1.53			
Monel	Schlumberger	1157173	8	8.31	REG	Pin	0	30.64	116.04	16.9
			3.25		REG	Box	0			
2 x 8" Drill Collar	Hilong 15		8.25	8.25	REG	Pin	0	60.02	176.06	26.3
			3		REG	Box	0			
Crossover	Hilong 15		8	8	REG	Pin	0	2.62	178.68	26.7
			2.875		NC50 (4 1/2 IF)	Box	0			
24 x 5" HWDP	Hilong 15		5	6.5	NC50 (4 1/2 IF)	Pin	0	736.33	915.01	63.8
			3		NC50 (4 1/2 IF)	Box	0			
Hydro Mechanical Jar	Smith	0748J	6.5	6.5	NC50 (4 1/2 IF)	Pin	6.5	32.1	947.11	65.7
			2.813		NC50 (4 1/2 IF)	Box	2.26			
12 x 5" HWDP	Hilong 15		5	6.5	NC50 (4 1/2 IF)	Pin	0	369.43	1316...	84.3
			3		NC50 (4 1/2 IF)	Box	0			
Crossover	Hilong 15		6.625	8	NC50 (4 1/2 IF)	Pin	0	2.46	1319	84.5
			2.81		HLST54	Box	0			
5-1/2 " 21.90 DPS, 10% Wear	Hilong 15		5.428	6.75	HLST54	Pin	0	9300	10619	314.2
			4.778		HLST54	Box	0			

Figura 3.17 El BHA #4 del Pozo 4 con broca PDC 12 1/4" y motor de fondo A825M7840XP.

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

Tabla 3.9 Desempeño de la perforación con el BHA # 4 del Pozo 4.

BHA # 4 (Motor A825M7840XP)		
PROFUNDIDAD (pies)	DESCRIPCIÓN PERFORACIÓN	COMENTARIOS
9132-9348	Parámetros óptimos, mientras atraviesa Tena. ROP: 89, WOB: 18, STOR: 16, RPM: 81, SPPA: 3506 y FLWI: 894.	Se usó RPM entre 80-90 en superficie. Todos los parámetros estuvieron dentro del rango de aceptación.
9348-9445	Parámetros controlados para atravesar Basal Tena. ROP: 32, WOB: 13, STOR: 15, RPM: 48, SPPA: 2234 y FLWI: 649.	
9445-10104	Parámetros óptimos. ROP: 63, WOB: 22, STOR: 17, RPM: 86, SPPA: 3665 y FLWI: 886.	

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

### **3.7. Análisis del Pozo 5, SEC 12¼”.**

El pozo 5 fue perforado en junio del 2014, alcanzando una sección vertical de 4441.97 pies.

La construcción de esta sección requirió del uso de dos BHA, el primero con herramienta direccional Rotary Steerable System, perforando una profundidad de 3021 pies en 3.70 días y el segundo BHA se bajó con herramienta direccional motor, perforando una profundidad de 568 pies en 0.43 días. El tiempo restante corresponde al viaje que se realizó a superficie para cambio de BHA.

La construcción de la sección casi se logra terminarse con un solo BHA, pero debido al bajo ROP se decidió cambiar el BHA los últimos 568 pies.

Esta sección fue realizada en 5.79 días y con 0 horas de NPT.

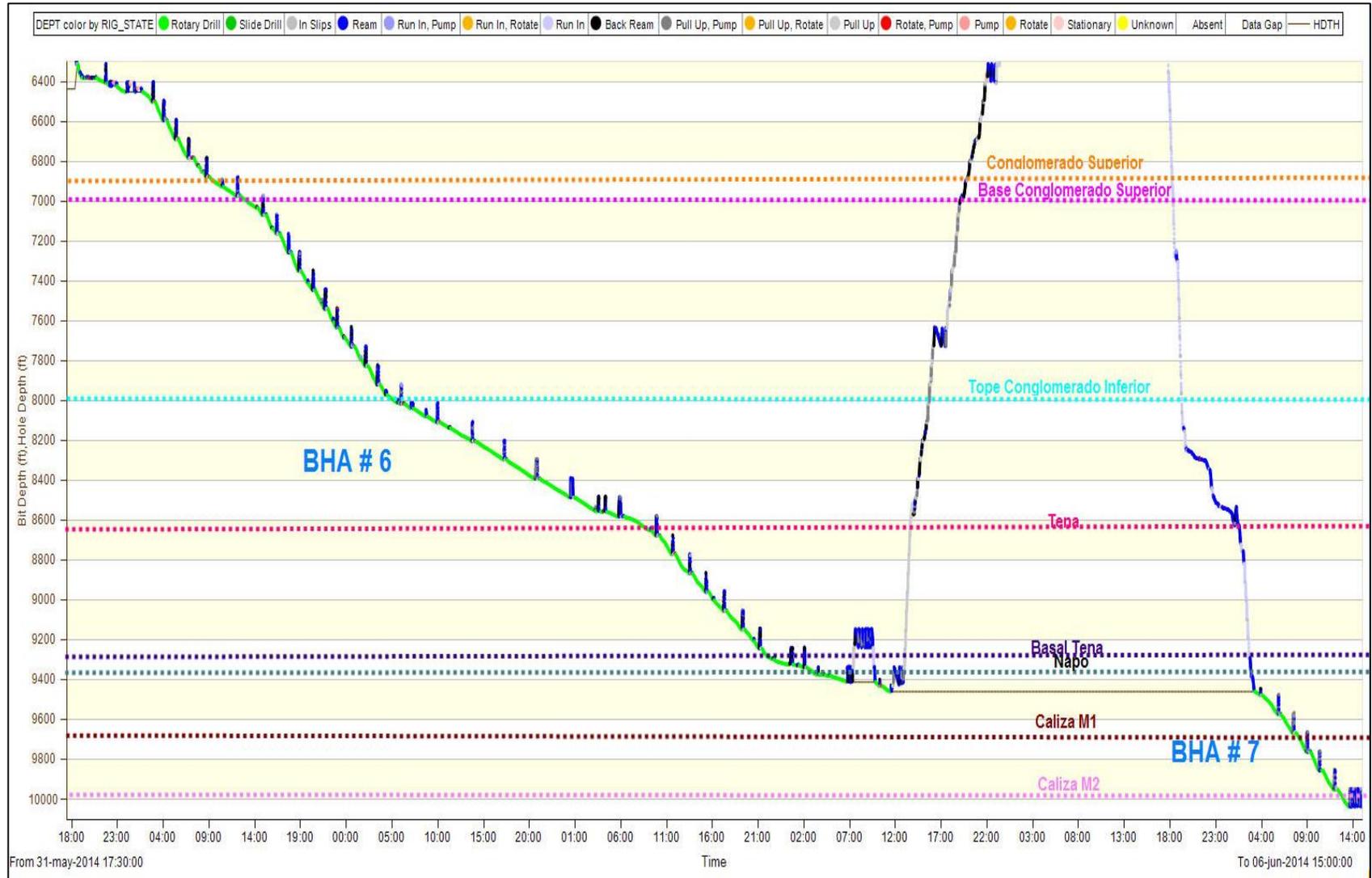
La sección terminó a 10035 pies MD/ 8993.27 TVD con 28.85° de inclinación y 193.06° de azimut.

Para la perforación se utilizó fluido KLASHIELD, iniciando la perforación con un peso de 10.4 lpg.

El desempeño de la perforación de la sección 12¼” de este pozo la podemos observar en la figura 3.18.

#### **3.7.1. Análisis de los Parámetros de Perforación.**

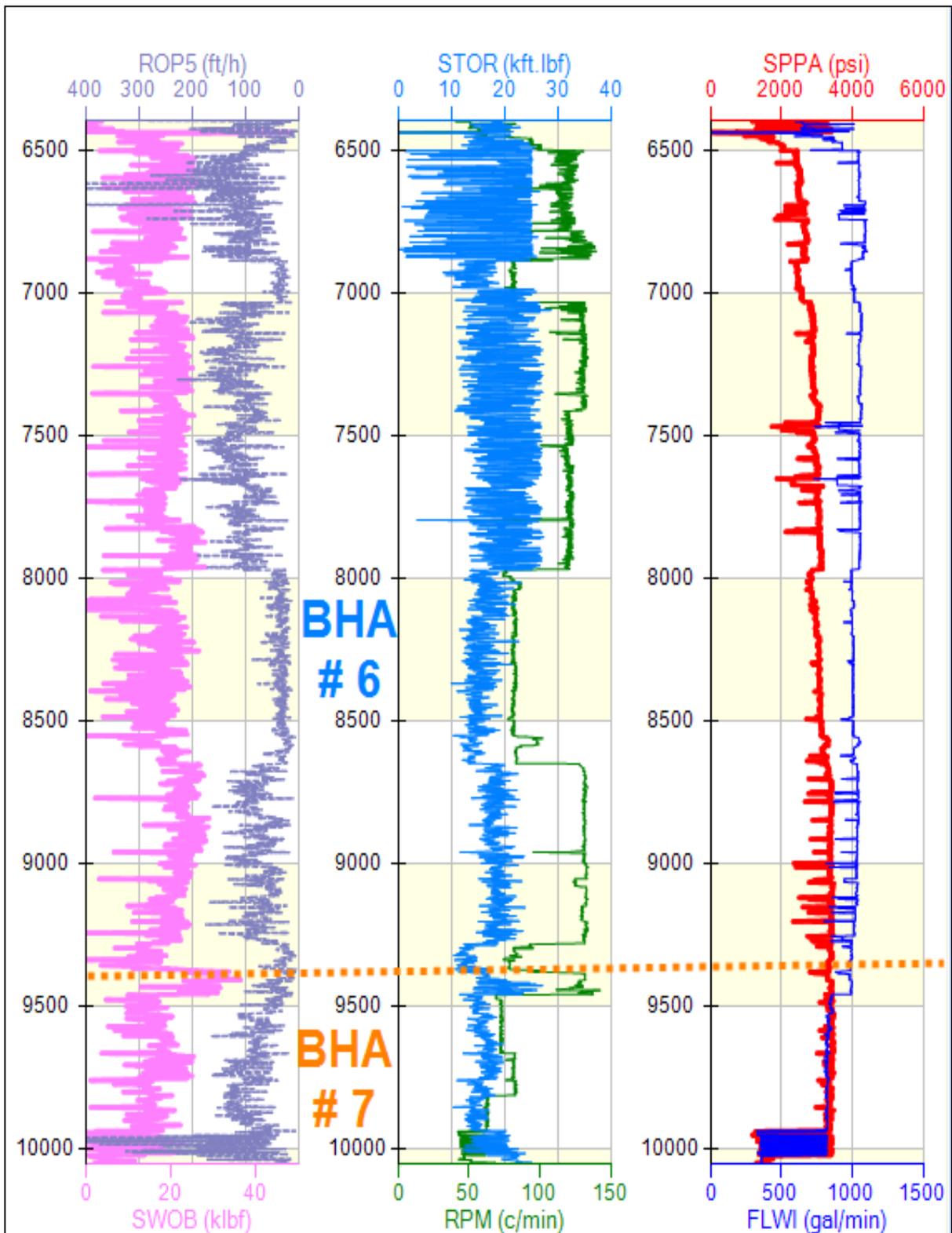
La información de cada uno de los parámetros como: rata de penetración, peso sobre la broca, torque, revoluciones por minuto, presión en el stand pipe y caudal han sido representados en la figura 3.19 y su comportamiento ha sido descrita en la tabla 3.10 y la tabla 3.11.



**Figura 3.18** Desempeño de la perforación del pozo 5, sección 12 $\frac{1}{4}$ ".

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.



**Figura 3.19** Comportamiento de los parámetros de perforación, sección 12¼" del Pozo 5.

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.

## 3.7.1.1. BHA # 6.



Type	Desc.	Manu.	Serial Number	OD (in)	Max OD (in)	Bot Type	Bot Gender	FN OD (in)	Length (ft)	Cum. Length (ft)	Cum. Weight (klbm)
				ID (in)		Top Type	Top Gender	FN Length (ft)			
Bit	12 1/4" Bit PDC_MSI519LMHSBPXX	Smith	JJ1891	8	12.25			0	1.02	1.02	0.3
				3.25		REG	Pin	0			
Rotary Steerable	PD 900 Orbit AA 12 1/4" Slick CC; CC65459; BU84598; CU-02113; ES84575	Schlumberger	65459	9	11.8	REG	Box	0	14.03	15.05	2.8
				5.125		REG	Box	0			
Stabilizer	11 3/4" String Stabilizer	Schlumberger	1100380	8.125	11.75	REG	Pin	8.063	7.37	22.42	4.1
				3.438		REG	Box	1.87			
Misc. Sub	8.25" Float Sub; 5R6R-Float Valve S/N 81	Schlumberger	ECC7080	8.282	8.283	Regular	Pin	0	2.2	24.62	4.4
				2.813		Regular	Box	0			
LWD	ARC-8; ZINC 079	Schlumberger	FF11	8.25	9.1	REG	Pin	0	20	44.62	7.5
				2.81		FH	Box	0			
MWD	Telescope 825 HF w/USS #24286-010114 & LSS #24289-291013	Schlumberger	G1452	8.375	8.375	FH	Pin	8.41	27.47	72.09	10.9
				5.9		REG	Box	1.39			
Collar	8 1/4" Monel	Schlumberger	1154374	8.188	8.25	REG	Pin	8.25	30.15	102.24	15.8
				2.5		REG	Box	3			
Collar	2 x 8" Drill Collar	Tuscany		8.25	8.25	REG	Pin	0	60.29	162.53	25.3
				3		REG	Box	0			
Misc. Sub	Crossover	Tuscany		8	8	REG	Pin	0	3.02	165.55	25.7
				2.875		IF	Box	0			
HWDP	24 x 5" HWDP	Tuscany		5	6.5	IF	Pin	0	740.15	905.7	63
				3		IF	Box	0			
Jar	Hydro Mechanical Jar	Smith	32133J	6.5	6.625	IF	Pin	6.625	32.02	937.72	64.9
				2.75		IF	Box	2.53			
HWDP	12 x 5" HWDP	Tuscany		5	6.5	IF	Pin	0	370.21	1307.93	83.6
				3		IF	Box	0			
Misc. Sub	Crossover	Tuscany		6.875	6.875	NC50	Pin	0	2	1309.93	83.8
				2.813		HT55	Box	0			
Drill Pipe	5-1/2" 21.90 DPS, Premium			5.356	7.5	HT55	Pin	0	8706.07	10016	313
				4.778		HT55	Box	0			

Figura 3.20 El BHA #6 del Pozo 5 con broca PDC 12 1/4" y PD 900 Orbit.

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

Tabla 3.10 Desempeño de la perforación con el BHA # 6 del Pozo 5.

BHA # 6 (Rotary Steerable PD Orbit)		
PROFUNDIDAD (pies)	DESCRIPCIÓN PERFORACIÓN	COMENTARIOS
6437-6890	Parámetros óptimos. ROP: 109, WOB: 18, STOR: 20, RPM: 117, SPPA: 2433 y FLWI: 1032.	A 8570 pies observó caída en la ROP de 4-5 ft/hr debido a la presencia de arcillas.
6890-7033	Parámetros controlados para atravesar el Conglomerado Superior. ROP: 33, WOB: 11, STOR: 15, RPM: 81, SPPA: 2500 y FLWI: 1004.	A 9282 pies observó baja ROP.
7033-7971	Parámetros óptimos. ROP: 106, WOB: 20, STOR: 20, RPM: 125, SPPA: 2915 y FLWI: 1040.	A 9325 pies se observó ROP de 5 ft/hr, por posible embolamiento. Se trabaja sarta.
7971-8650	Parámetros controlados para atravesar Conglomerado Inferior. ROP: 32, WOB: 17, STOR: 15, RPM: 83, SPPA: 3033 y FLWI: 1005.	Luego de la prueba de perforabilidad se concluyó que la broca no garantizaba terminar los 560 pies restantes, por lo que se sacó el BHA.
8650-9282	Parámetros óptimos. ROP: 74, WOB: 23, STOR: 19, RPM: 132, SPPA: 3338 y FLWI: 1021.	
9282-9370	Parámetros controlados para atravesar Basal Tena. ROP: 30, WOB: 13, STOR: 13, RPM: 84, SPPA: 3372 y FLWI: 993.	

9370-9383	Perforó maniobrando para desembolar broca. ROP: 10, WOB: 26, STOR: 13, RPM: 102, SPPA: 3174 y FLWI: 957.
9383-9410	Parámetros óptimos. ROP: 18, WOB: 32, STOR: 17, RPM: 132, SPPA: 3298 y FLWI: 982.
9410-9458	Prueba de perforabilidad. ROP: 41, WOB: 27, STOR: 19, RPM: 129, SPPA: 3411 y FLWI: 994.

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

### 3.7.1.2. BHA # 7.



Type	Desc.	Manu.	Serial Number	OD (in)	Max OD (in)	Bot Type	Bot Gender	FN OD (in)	Length (ft)	Cum. Length (ft)	Cum. Weight (klm)
				ID (in)		Top Type	Top Gender	FN Length (ft)			
Bit	12 1/4" Bit PDC_MSI519LMHSBPXX	Smith	JG9143	8 3.25	12.25	REG	Pin	0	1.02	1.02	0.3
Motor	A800M7840XP; 11 3/4 Sleeve; 1.5 BH; 0.16 rev/gal	Schlumberger	1034463	8.25 6.25	11.75	REG REG	Box Box	8.25 3.83	29.69	30.71	4.6
Collar	8.25" Short No-magnetic DC	Schlumberger	SBD53416	8.313 2.938	8.313	Reg Reg	Pin Box	0 0	7.14	37.85	5.7
Stabilizer	12" String Stabilizer	Schlumberger	57275-16	8.281 2.875	12	REG REG	Pin Box	8.25 2.89	6.91	44.76	6.9
Collar	8.25" Short No-magnetic DC	Schlumberger	1100354	8.281 2.875	8.313	Reg Reg	Pin Box	0 0	10.65	55.41	8.6
MWD	Telescope 825 HF	Schlumberger	G1452	8.375 5.9	8.375	REG REG	Pin Box	8.41 1.39	27.5	82.91	12
Collar	8 1/4" Monel	Schlumberger	1154374	8.188 2.5	8.25	REG REG	Pin Box	8.25 3	30.15	113.06	16.9
Misc. Sub	Crossover	Tuscany		8 2.875	8	REG IF	Pin Box	0 0	3.02	116.08	17.4
HWDP	24 x 5" HWDP	Tuscany		5 3	6.5	IF IF	Pin Box	0 0	740.15	856.23	54.6
Jar	Hydro Mechanical Jar	Smith	32133J	6.5 2.75	6.625	IF IF	Pin Box	6.625 2.53	32.02	888.25	56.5
HWDP	12 x 5" HWDP	Tuscany		5 3	6.5	IF IF	Pin Box	0 0	370.21	1258...	75.2
Misc. Sub	Crossover	Tuscany		6.875 2.813	6.875	NC50 HT55	Pin Box	0 0	2	1260...	75.4
Drill Pipe	5-1/2" 21.90 DPS, Premium			5.356 4.778	7.5	HT55 HT55	Pin Box	0 0	8755...	10016	305.9

Figura 3.21 El BHA #7 del Pozo 5 con broca PDC 12 1/4" y A800M7840XP.

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

Tabla 3.11 Desempeño de la perforación con el BHA # 7 del Pozo 5.

BHA # 7 (Motor A800M7840XP)		
PROFUNDIDAD (pies)	DESCRIPCIÓN PERFORACIÓN	COMENTARIOS
9458-10035	Parámetros óptimos. ROP: 23, WOB: 14, STOR: 16, RPM: 69, SPPA: 3111 y FLWI: 763.	El ROP es variable 75 ft/hr.

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

### **3.8. Análisis del Pozo 6, SEC 12¼”.**

El pozo 6 fue perforado en septiembre del 2014, alcanzando una sección vertical de 4136.71 pies.

Se completó la sección 12¼” con una sola corrida por primera vez con el Consorcio Shushufindi en un pozo tipo J-HD, con un BHA con herramienta direccional Rotary Steerable System, es importante mencionar que la broca utilizada fue de un nuevo modelo de Smith, y el desgaste final de la misma fue relativamente bajo, a pesar de que atravesó los conglomerados y Basal tena.

Esta sección fue realizada en 3.64 días y con 0.01 días de NPT.

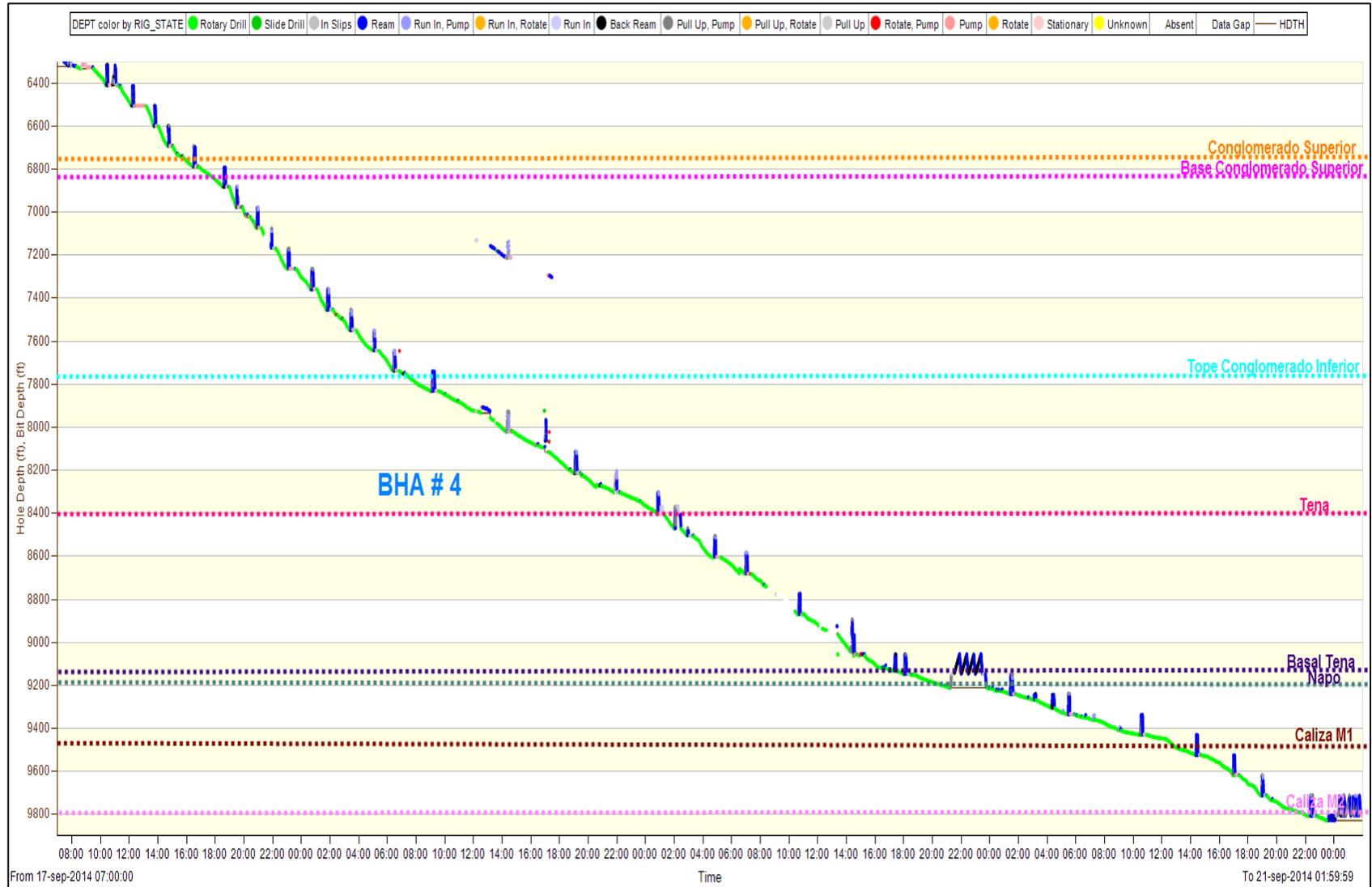
La sección termina a 9828 pies MD / 8830.09 pies TVD con 30° de inclinación y 44.71° de azimut.

Para la perforación se utilizó fluido KLASHIELD, con un peso de 11.2 lpg.

El desempeño de la perforación de la sección 12¼” de este pozo la podemos observar en la figura 3.22.

#### **3.8.1. Análisis de los Parámetros de Perforación.**

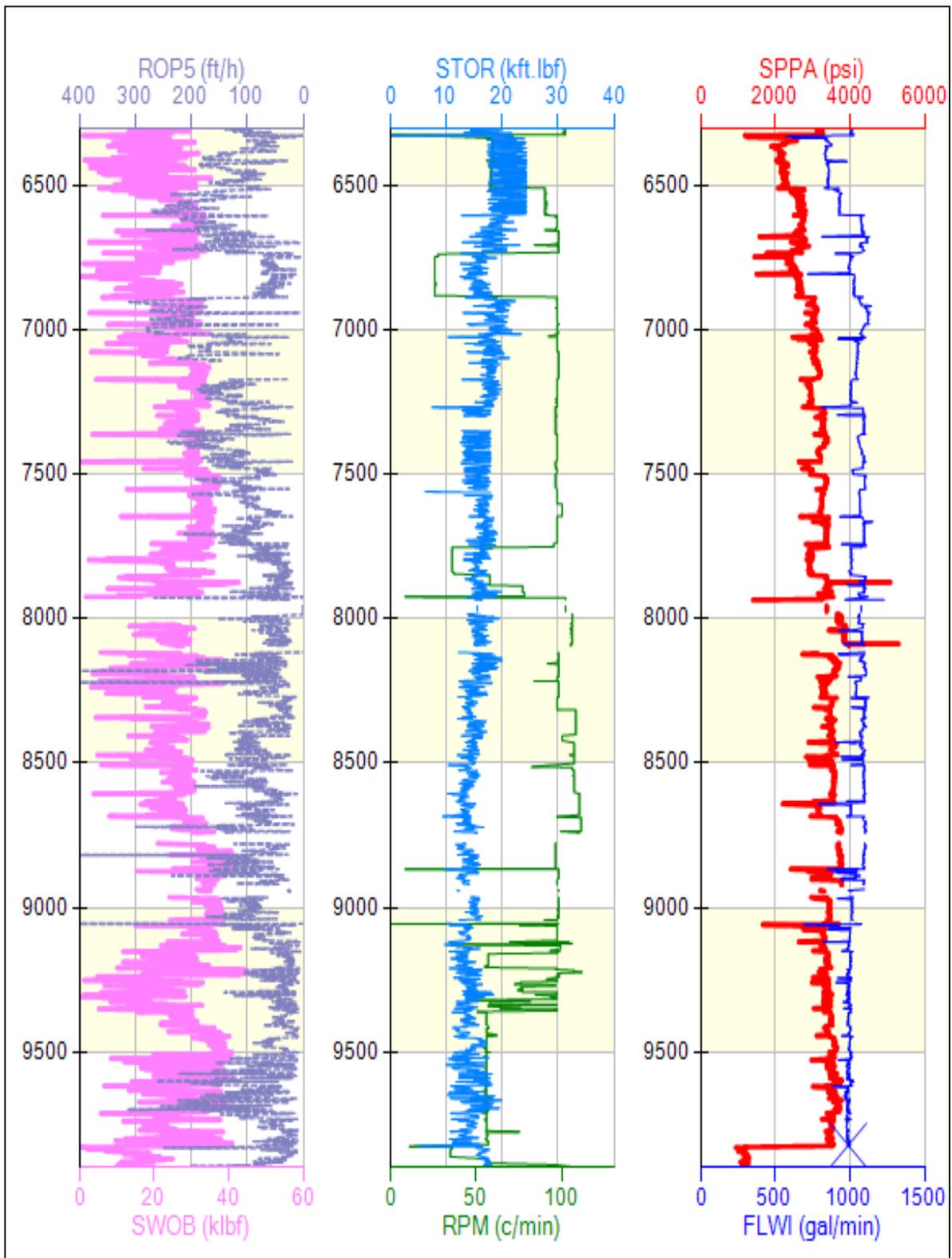
La información de cada uno de los parámetros como: rata de penetración, peso sobre la broca, torque, revoluciones por minuto, presión en el stand pipe y caudal, han sido representados en la figura 3.23 y su comportamiento ha sido descrita en la tabla 3.12.



**Figura 3.22** Desempeño de la perforación del pozo 6, sección 12¼”.

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.



**Figura 3.23** Comportamiento de los parámetros de perforación, sección 12¼" del Pozo 6.

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.

## 3.8.1.1. BHA # 4.



Type	Desc.	Manu.	Serial Number	OD (in)	Max OD (in)	Bot Type	Bot Gender	FN OD (in)	Length (ft)	Cum. Length (ft)	Cum. Weight (klbm)
				ID (in)		Top Type	Top Gender	FN Length (ft)			
Bit	12 1/4" PDC Bit MZiZ519MHBPPXX, IADC: M223	Generic	JJ3748	8 3.25	12.25	REG	Pin	0 0	1.02	1.02	0.3
Rotary Steerable	PD 900 X6B 12 1/4" Slick CC	Schlumberger	80431	9 5.125	11.96	REG REG	Box Box	0 0	13.73	14.75	2.7
Misc. Sub	Filter Sub STB 12", w/Sleeve S/N: 8074	Schlumberger	06692-PO76443-6-1	9 3	12	REG REG	Pin Pin	8.375 0.85	4.91	19.66	3.7
Motor	Vortex A962M7848GT; w/Sleeve 11 7/8", RPG=0.11, w/Float Valve S/N: 91.	Schlumberger	6150934	9.625 7.85	10.875	REG REG	Box Box	9.5 4.05	34.63	54.29	10.6
Collar	Pony Monel 8"	Schlumberger	1100354	8.28 2.88	8.3	REG REG	Pin Box	0 0	10.26	64.55	12.2
MWDP	Telescope 825 HF; w/USS S/N: 50947-E, LSS S/N: 290514.	Schlumberger	G6836	8.25 5.9	8.4	REG REG	Pin Box	8.2 1.42	26.66	91.21	15.5
Collar	8" Monel	Schlumberger	1154374	8.19 3.25	8.2	REG REG	Pin Box	8.125 5	30.25	121.46	20.1
Collar	2 x 8" Drill Collar	Hilong 15		8.25 3	8.25	REG REG	Pin Box	0 0	60.03	181.49	29.5
Misc. Sub	Crossover	Hilong 15		8 2.75	8	REG IF	Pin Box	0 0	2.64	184.13	29.9
HWDP	24 x 5" HWDP	Hilong 15		5 3	6.5	IF IF	Pin Box	0 0	730.45	914.58	66.7
Jar	Martillo Hidraulico	Smith	60727H	6.5 2.563	6.688	IF IF	Pin Box	6.688 7	32.1	946.68	68.6
HWDP	9 x 5" HWDP	Hilong 15		5 3	6.5	IF IF	Pin Box	0 0	275.13	1221...	82.5
Drill Pipe	5 1/2" 21.90 Premium			5.356 4.778	7.5	NC50 (4 1/2 IF) NC50 (4 1/2 IF)	Pin Box	0 0	8602.49	9824.3	278.5

Figura 3.24 El BHA #4 del Pozo 6 con broca PDC 12 1/4" y Power Drive 9000 X6.

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

Tabla 3.12 Desempeño de la perforación con el BHA # 4 del Pozo 6.

BHA # 4 (Rotary Steerable 900 X6)		
PROFUNDIDAD (pies)	DESCRIPCIÓN PERFORACIÓN	COMENTARIOS
6322-6730	Parámetros óptimos. ROP: 138, WOB: 22, STOR: 21, RPM: 78, SPPA: 2444 y FLWI: 931.	Se inició la corrida con bajos parámetros (100 gpm, 60 rpm). Se logra perforar la sección completa con el solo uso de un BHA.
6830-6880	Parámetros controlados para atravesar el Conglomerado Superior. ROP: 59, WOB: 17, STOR: 16, RPM: 26, SPPA: 2513 y FLWI: 1010.	El desgaste de la broca fue relativamente bajo a pesar de que atravesó los conglomerados y Basal Tena.
6680-7745	Parámetros óptimos. ROP: 130, WOB: 30, STOR: 17, RPM: 97, SPPA: 3156 y FLWI: 1066.	
7745-8422	Parámetros controlados para atravesar Conglomerado Inferior. ROP: 53, WOB: 24, STOR: 15, RPM: 86, SPPA: 3401 y FLWI: 1068.	
8422-9130	Parámetros óptimos. ROP: 87, WOB: 29, STOR: 14, RPM: 100, SPPA: 3436 y FLWI: 1043.	
9130-9211	Parámetros Controlados para atravesar Basal Tena. ROP: 31, WOB: 31, STOR: 13, RPM: 72, SPPA: 3362 y FLWI: 1000.	

9211-9330	Parámetros óptimos. ROP: 36, WOB: 19, STOR: 14, RPM: 88, SPPA: 3353 y FLWI: 990.
9330-9828	Tumbó ángulo. ROP: 62, WOB: 29, STOR: 14, RPM: 57, SPPA: 3509 y FLWI: 991.

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.

### 3.9. Análisis del Pozo 7, SEC 12¼”.

EL pozo 7, se perforó en octubre del 2014, alcanzando una sección vertical de 4928 pies.

La construcción de esta sección requirió del uso de dos BHA, el primero con herramienta direccional Rotary Steerable System y el segundo BHA se bajó con herramienta direccional motor.

Se planificaba perforar toda la sección con un solo BHA, pero debido al desgaste de este y para controlar la caída de 4° en Napo se tuvo que recurrir al uso de un BHA adicional.

Esta sección fue realizada en 6.33 días y con 0.06 días de NPT.

La sección termina a 10150 pies MD/ 8812.03 pies TVD con 16,51° de inclinación y 6.04° de azimut.

Para la perforación se utilizó fluido KLASHIELD, con un peso de 11.2 lpg.

El desempeño de la perforación de la sección 12¼” de este pozo la podemos observar en la figura 3.25.

#### 3.9.1. Análisis de los Parámetros de Perforación.

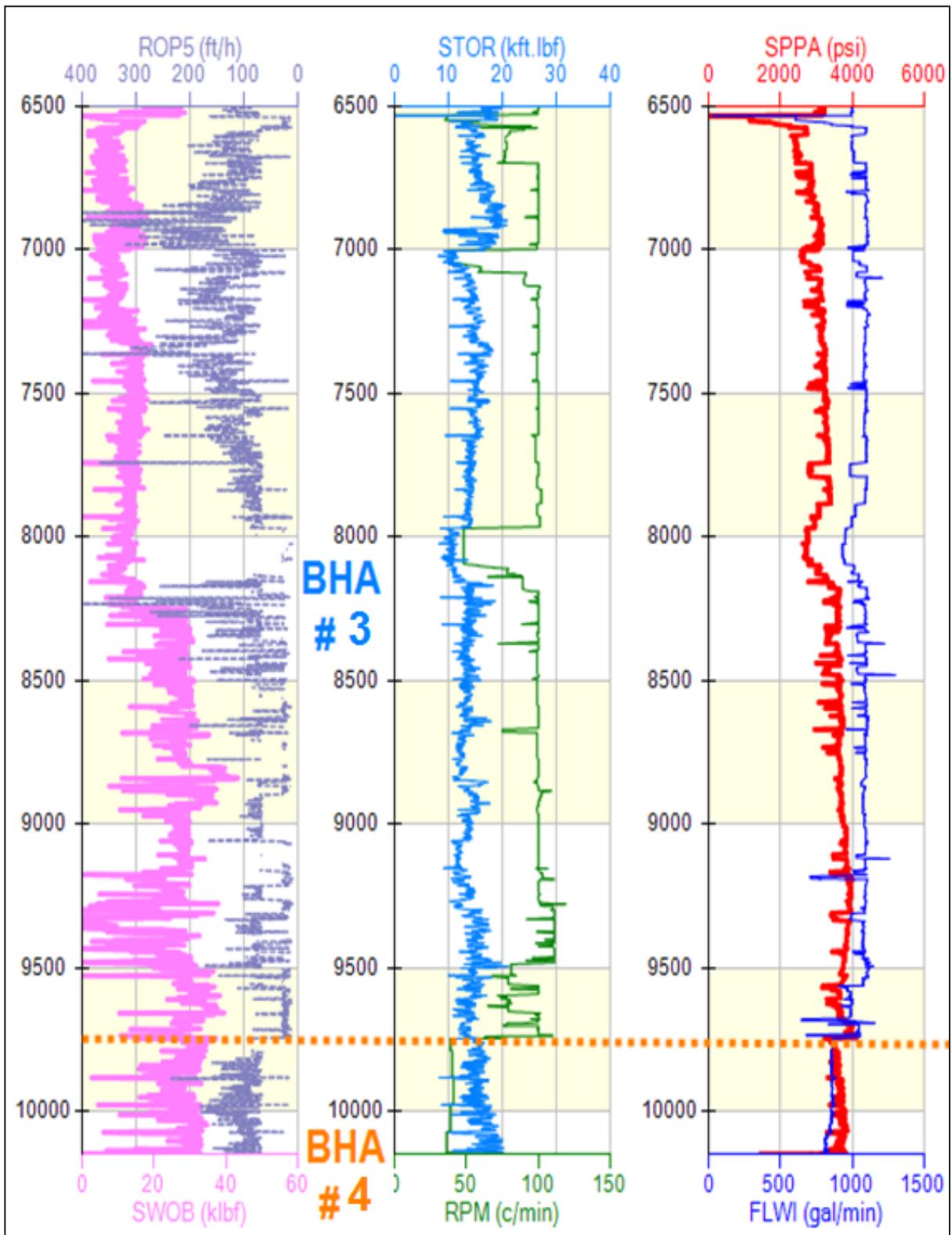
La información de cada uno de los parámetros como ROP, WOB, TORQUE, RPM, SPPA Y FLWI los cuales han sido representados en la figura 3.26 y su comportamiento ha sido descrita en la tabla 3.13 y la tabla 3.14.



**Figura 3.25** Desempeño de la perforación del pozo 7, sección 12 1/4”.

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.



**Figura 3.26** Comportamiento de los parámetros de perforación, sección 12¼" del Pozo 7.

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.

## 3.9.1.1. BHA # 3.



Type	Desc.	Manu.	Serial Number	OD (in)	Max OD (in)	Bot Type	Bot Gender	FN OD (in)	Length (ft)	Cum. Length (ft)	Cum. Weight (klbm)
				ID (in)		Top Type	Top Gender	FN Length (ft)			
Bit	12 1/4" PDC, MDSi616LHBPXX	Smith Bits	JH9678	8	12.25				0.95	0.95	0.1
Rotary Steerable	PD 900 X6B 12 1/4" Slick CC	Schlumberger	65459	9	11.96	Regular	Pin		13.73	14.68	2.6
				5.125		REG	Box	0			
Misc. Sub	Filter Sub STB 12"	Schlumberger	6150944-PO 230135-3	9	12	REG	Pin	8.375	4.8	19.48	3.5
				3		REG	Pin	0.85			
Motor	Vortex A962M7848GT; w/Sleeve 10 7/8", RPG=0.11, w/Float Valve S/N: 91.	Schlumberger	6150944	9.625	10.8	REG	Box	9.5	34.55	54.03	10.4
				7.85		REG	Box	3.97			
Collar	Pony Monel 8"	Schlumberger	1174191	8.28	8.3	REG	Pin	0	10.55	64.58	12.1
				2.88		REG	Box	0			
MWD	Telescope 825 HF; w/USS S/N: 50947-E, LSS S/N: 290514.	Schlumberger	E8972	8.313	8.41	REG	Pin	8.094	27.31	91.89	15.5
				5.9		REG	Box	1.55			
Collar	8" Monel	Schlumberger	59252-2	7.75	8	REG	Pin	8.125	29.99	121.88	19.6
				2.875		REG	Box	5			
Collar	2 x 8" Drill Collar	Hilong 15		8	8.25	REG	Pin	0	59.69	181.57	28.5
				2.813		REG	Box	0			
Misc. Sub	Crossover	Hilong 15	MZS-8056	8	8	REG	Pin	0	2.57	184.14	28.9
				3		IF	Box	0			
HWDP	21 x 5" HWDP	Hilong 15		5	6.5	IF	Pin	0	638.82	822.96	61.1
				3		IF	Box	0			
Jar	Martillo Hidraulico	Smith	607274	6.25	6.688	IF	Pin	6.5	32.11	855.07	63
				2.813		IF	Box	2.19			
HWDP	9 x 5" HWDP	Hilong 15		5	6.5	IF	Pin	0	274.1	1129.17	76.8
				3		IF	Box	0			
Drill Pipe	5" 19.50 DPS, 10% Wear			4.928	6.625	NC50 (4 1/2 IF)	Pin	0	8612.47	9741.64	273.1
				4.276		NC50 (4 1/2 IF)	Box	0			

Figura 3.27 El BHA #3 del Pozo 7 con broca PDC 12 1/4" y Power Drive 9000 X6.

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

Tabla 3.13 Desempeño de la perforación con el BHA # 3 del Pozo 7.

BHA # 3 (Rotary Steerable PD900X6)		
PROFUNDIDAD (pies)	DESCRIPCIÓN PERFORACIÓN	COMENTARIOS
6532-7000	Parámetros óptimos. ROP: 138, WOB: 9, STOR: 16, RPM: 90, SPPA: 2705, y FLWI: 1042.	En Napo se evidenció una fuerte caída de ángulo de 4°/100 pies, por lo que se cambió parámetros de perforación para evitar la caída. Se aumentó de 1000 a 1050 gpm para generar mayor caída en los pads, se disminuyó de 100 a 80 rpm. Se cambia BHA, para controlar la caída de 4° en Napo. Los Pads del PD salieron con desgaste significativo.
7000-7125	Parámetros controlados para atravesar Conglomerado Superior. ROP: 100, WOB: 7, STOR: 12, RPM: 62, SPPA: 2841 y FLWI: 1054.	
7125-8034	Parámetros óptimos. ROP: 117, WOB: 13, STOR: 14, RPM: 95, SPPA: 3140 y FLWI: 1065.	
8034-8080	Parámetros controlados para atravesar Conglomerado Inferior. ROP: 37, WOB: 11, STOR: 11, RPM: 48, SPPA: 2716 y FLWI: 933.	
8080-9480	Parámetros óptimos. ROP: 53, WOB: 25, STOR: 13, RPM: 99, SPPA: 3638 y FLWI: 1072.	
9480-9527	Parámetros controlados para atravesar Basal Tena. ROP: 51, WOB: 27, STOR: 14, RPM: 84, SPPA: 3718 y FLWI: 1114.	
9527-9746	Parámetros óptimos. ROP:23, WOB: 31, STOR: 14, RPM: 88, SPPA: 3707 y FLWI: 999	

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

## 3.9.1.2. BHA # 4.



Type	Desc.	Manu.	Serial Number	OD (in)	Max OD (in)	Bot Type	Bot Gender	FN OD (in)	Length (ft)	Cum. Length (ft)	Cum. Weight (klbm)
				ID (in)		Top Type	Top Gender	FN Length (ft)			
Bit	12 1/4" PDC Bit MSI519LMHSBPX X, IADC: M223	Smith	JH5561	8 3.25	12.25	REG	Pin		1.02	1.02	0.1
Motor	A800M7840XP w/ 12" Sleeve Stab; 1.5 BH, 0.16 RPG	Schlumberger	6603	8.25 6.25	12	REG REG	Box Box	8.25 3.82	29.58	30.6	4.5
Bypass Sub	Float Sub + valvula	Schlumberger	ECC7073	8.06 2.813	8.06	REG REG	Pin Box	8 1.92	1.98	32.58	4.7
Stabilizer	11" String Stabilizer	Schlumberger	78556-3	8.31 2.875	11	REG REG	Pin Box	8.31 2.72	6.98	39.56	5.9
Collar	8" Pony Monel	Schlumberger	1174191	8.28 2.88	8.3	REG REG	Pin Box		10.55	50.11	7.6
MWD	Telescope 825 HF	Schlumberger	E8972	8.313 5.9	8.41	REG REG	Pin Box	8.313 1.54	27.31	77.42	11
Collar	8" Non Magnetic Drill Collar	Schlumberger	59252-2	7.75 2.875	8	REG REG	Pin Box		29.99	107.41	15.1
Collar	2 x 8.25" DC	Hilong 15		8.25 3.25	8.25	Reg Reg	Pin Box		59.69	167.1	24.3
Misc. Sub	Crossover	Hilong 15	MZS-8056	8 3	8	REG IF	Pin Box		2.57	169.67	24.6
HWDP	24 HWDP 5"	Hilong 15		5 3	6.5	IF IF	Pin Box		729.63	899.3	61.4
Jar	Jar Hydro Mechanical	Smith	607274	6.25 2.813	6.688	IF IF	Pin Box	6.688 7	32.11	931.41	63.3
HWDP	9 x 5" HWDP	Hilong 15		5 3	6.5	IF IF	Pin Box		273.44	1204.85	77.1
Misc. Sub	Crossover	Hilong 15	MZS-9059	8 2.75	8	NC50 HLST54	Pin Box		2.6	1207.45	77.5
Drill Pipe	5-1/2 " 21.90 DPS, Premium			5.356 4.778	7.5	HLST54 HLST54	Pin Box		8942	10149...	312.9

Figura 3.28 El BHA #3 del Pozo 7 con broca PDC 12¼" y motor A800M7840XP

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

Tabla 3.14 Desempeño de la perforación con el BHA # 3 del Pozo 7.

BHA # 7 (Motor A800M7840XP)		
PROFUNDIDAD (pies)	DESCRIPCIÓN PERFORACIÓN	COMENTARIOS
9746-10150	Parámetros óptimos. ROP: 88, WOB: 29, STOR: 16, RPM: 39, SPPA: 3634 y FLWI: 849.	Se trabaja con rotación con una ROP promedio de 78 ft/hr. Se trabaja con 35 de WOB y 40 RPM.

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

### **3.10. Análisis del Pozo 8, SEC 12¼”.**

El pozo 8 fue perforado en febrero del 2016 y fue el último pozo tipo J-HD perforado hasta la presente fecha, alcanzando una sección vertical de 4446.02 pies.

La construcción de esta sección requirió del uso de dos BHA, el primero con herramienta direccional Rotary Steerable System y el segundo BHA con herramienta direccional motor.

Esta sección fue realizada en 5.19 días y con 2 horas de NPT.

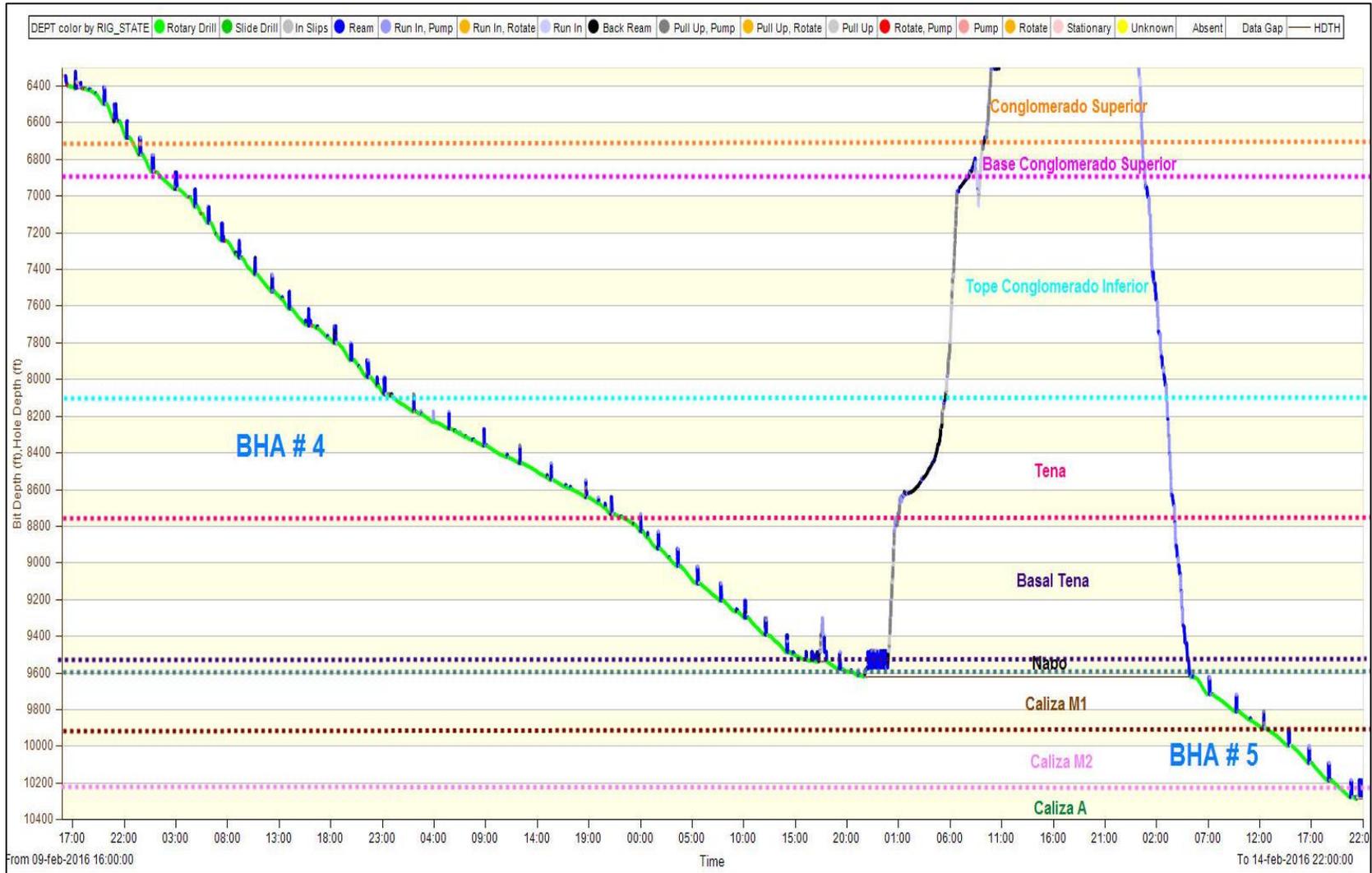
La sección terminó a 10285 pies MD / 8982.77 pies TVD con 33.82° de inclinación y 181.4° de azimut.

Para la perforación se utilizó fluido ULTRADRILL, con un peso inicial de 10.3 y final de 11.5 lpg.

El desempeño de la perforación de la sección 12¼” de este pozo la podemos observar en la figura 3.29.

#### **3.10.1. Análisis de los Parámetros de Perforación.**

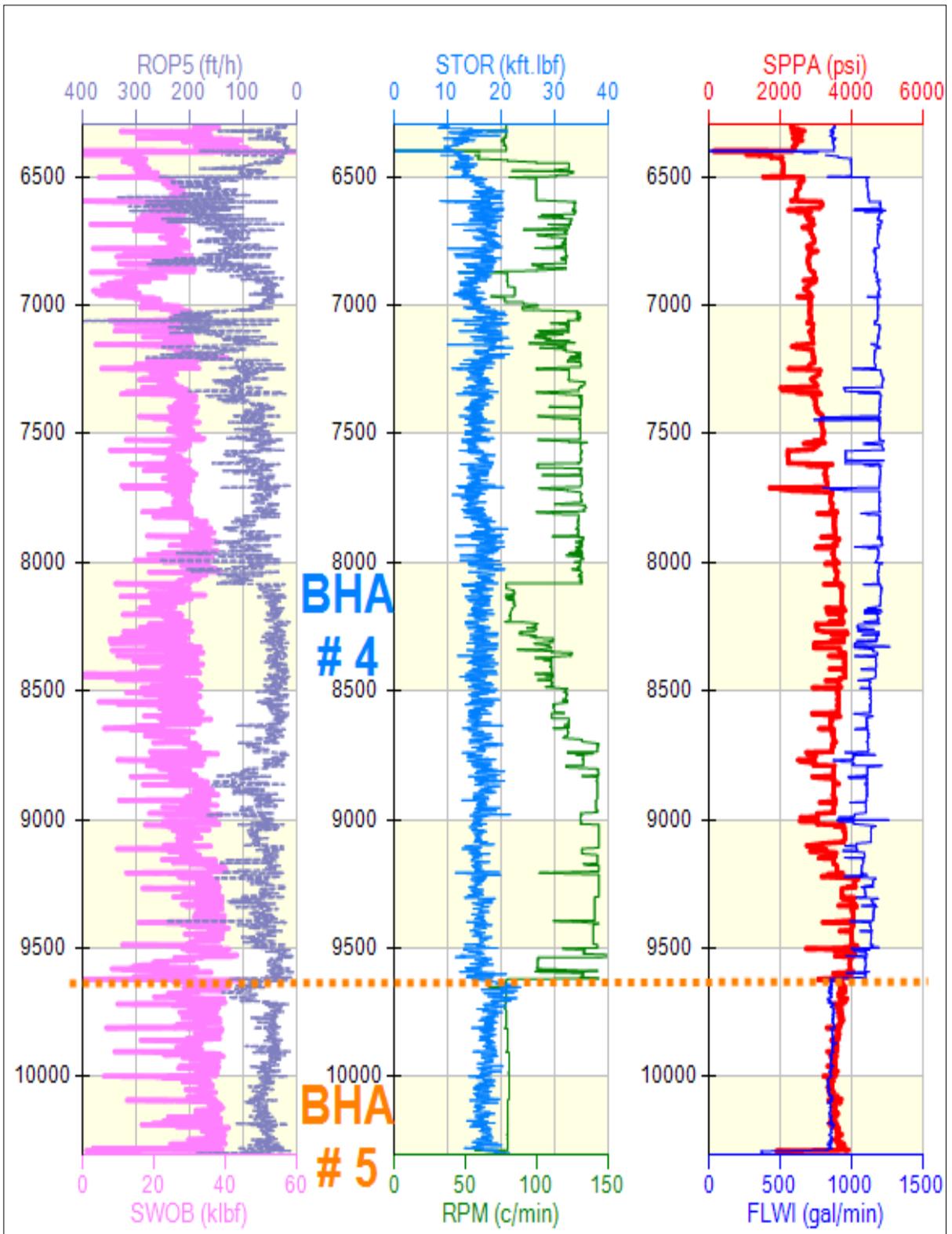
La información de cada uno de los parámetros como: rata de penetración, peso sobre la broca, torque, revoluciones por minuto, presión en el stand pipe y caudal, han sido representados en la figura 3.30 y su comportamiento ha sido descrita en la tabla 3.15 y tabla 3.16.



**Figura 3.29** Desempeño de la perforación del pozo 8, sección 12 1/4”.

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.



**Figura 3.30** Comportamiento de los parámetros de perforación, sección 12¼" del Pozo 8.

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.

### 3.10.1.1. BHA # 4.



Type	Desc.	Manu.	Serial Number	OD (in)	Max OD (in)	Bot Type	Bot Gender	FN OD (in)	Length (ft)	Cum. Length (ft)	Cum. Weight (klm)
				ID (in)		Top Type	Top Gender	FN Length (ft)			
Bit	Broca 12 1/4" PDC / MDSi616LMHBPXX	Smith	JK3626	8	12.25				1.02	1.02	0.2
Rotary Steerable	PD 900 Orbit 12 1/4" Slick CC	Schlumberger	BU: 84597 CC: 89715 ES: 84778	9	11.8	REG	Pin		14.75	15.77	2.9
				5.125		REG	Box	0			
Stabilizer	PD900 Orbit Receiver, 11 3/4" - GR	Schlumberger	74473	8.25	11.75	REG	Pin	8.18	6.09	21.86	3.8
				3.18		REG	Box	1.58			
MWD	MWD	Schlumberger	E4335	8.25	8.41	REG	Pin	8.25	28.12	49.98	7.3
				5.9		REG	Box	1.52			
Collar	Monel	Schlumberger	1100352	8	8.34	REG	Pin	0	27.85	77.83	11.5
				2.88		REG	Box	0			
Misc. Sub	Downhole Filter	Schlumberger	800-1654	8	8.25	REG	Pin	0	7.88	85.71	12.6
				3.4		REG	Box	0			
Collar	2 x 8" Drill Collar	Hilong 5		8.25	8.25	REG	Pin	0	58.47	144.18	21.7
				3		REG	Box	0			
Misc. Sub	Crossover	Hilong 15	9072	8	8	REG	Pin	0	2.39	146.57	22.1
				3		NC50	Box	0			
HWDP	27 x 5" HWDP	Hilong 15		5	6.5	IF	Pin		817.93	964.5	62.4
				3		IF	Box				
Jar	Hydraulic Jar	DT&R SLB	32132J	6.5	6.5	IF	Pin	6.5	31.8	996.3	64.3
				2.75		IF	Box	1.4			
HWDP	9 x 5" HWDP	Hilong 15		5	6.5	IF	Pin		273.47	1269...	77.8
				3		IF	Box				
Misc. Sub	Crossover	Hilong 15	G5104	8	8	NC50	Pin	0	2.45	1272...	78.2
				2.75		HLST54	Box	0			
Drill Pipe	5-1/2" 21.90 DPS, 10% Wear			5.5	7.5	HLST54	Pin	0	8990	10262...	314.9
				4.778		HLST54	Box	0			

Figura 3.31 El BHA #4 del Pozo 8 con broca PDC 12 1/4" y Power Drive Orbit

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

Tabla 3.15 Desempeño de la perforación con el BHA # 4 del Pozo 8

BHA # 4 (Rotary Steerable PD900 Orbit)		
PROFUNDIDAD (pies)	DESCRIPCIÓN PERFORACIÓN	COMENTARIOS
6399-6870	Parámetros óptimos. ROP: 128, WOB: 23, STOR: 16, RPM: 111, SPPA: 2613 y FLWI: 1122.	A 9620 pies se observó caída en la ROP, por lo que se suspende la perforación y se decide sacar el BHA.
6870-7000	Parámetros controlados para atravesar Conglomerado Superior. ROP: 58, WOB: 15, STOR: 15, RPM: 83, SPPA: 2859 y FLWI: 1190.	
7000-8081	Parámetros óptimos. ROP: 98, WOB: 28, STOR: 16, RPM: 127, SPPA: 3123 y FLWI: 1177.	
8081-8262	Parámetros controlados para atravesar Conglomerado Inferior. ROP: 41, WOB: 24, STOR: 16, RPM: 86, SPPA: 3632 y FLWI: 1182.	
8262-9620	Parámetros óptimos. ROP: 54, WOB: 29, STOR: 16, RPM: 130, SPPA: 3639 y FLWI: 1113.	

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

### 3.10.1.2. BHA # 5.



Type	Desc.	Manu.	Serial Number	OD (in)		Max OD (in)	Bot Type		FN OD (in)	Length (ft)	Cum. Length (ft)	Cum. Weight (klbm)
				ID (in)			Top Type	Top Gender				
Bit	12 1/4" PDC Bit, MSI519LMHSBPXX, IADC: M223	Smith	JH6696	8	3	12.25	REG	Pin	0	1.02	1.02	0.4
Motor	A800M w/ 11 3/4" Sleeve Stab; 1.5 BH, 0.16 rpg	Schlumberger	1034457	8.25	6.25	11.75	REG	Box	0	29.69	30.71	4.8
Misc. Sub	Float Sub	Schlumberger	ECC7082	8	2.5	8	REG	Pin	0	2.25	32.96	5.1
Collar	8" Pony Monel	Schlumberger	1100353	8.25	2.875	8.25	REG	Pin	0	10.16	43.12	6.7
Stabilizer	12" String Stabilizer	Schlumberger	825-13	8.281	2.875	12	REG	Pin	8.25	6.01	49.13	7.7
Collar	8" Pony Monel	Schlumberger	1174194	8.25	2.875	8.25	REG	Pin	0	11.71	60.84	9.6
MWD	MWD	Schlumberger	E4335	8.25	5.9	8.41	REG	Pin	8.25	28.53	89.37	13.1
Collar	Monel	Schlumberger	1100352	8	2.88	8.34	REG	Pin	0	27.85	117.22	17.3
Misc. Sub	Downhole Filter	Schlumberger	800-1654	8	3.4	8.25	REG	Pin	0	7.88	125.1	18.4
Collar	2 x 8" Drill Collar	Hilong 5		8.25	3	8.25	REG	Pin	0	58.47	183.57	27.6
Misc. Sub	Crossover	Hilong 15	9072	8	3	8	REG	Pin	0	2.39	185.96	27.9
HWDP	24 x 5" HWDP	Hilong 5		5	3	6.5	NC50	Pin	0	725.33	911.29	64.4
Jar	Hydraulic Jar	DT&R SLB	32132J	6.5	2.75	6.5	IF	Pin	6.5	31.8	943.09	66.3
HWDP	9 x 5" HWDP	Hilong 5		5	3	6.5	NC50	Pin	0	275.37	1218.46	80.2
Misc. Sub	Crossover	Hilong 15	G5104	8	2.75	8	NC50	Pin	0	2.45	1220.91	80.6
Drill Pipe	5-1/2" 21.90 DPS, 10% Wear			5.428	4.778	7	HLST54	Pin	0	8959	10179...	308

**Figura 3.32** El BHA #5 del Pozo 8 con broca PDC 12 1/4" y A800M W

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.

**Tabla 3.16** Desempeño de la perforación con el BHA # 5 del Pozo 8.

BHA # 5 (Motor A800M W)		
PROFUNDIDAD (pies)	DESCRIPCIÓN PERFORACIÓN	COMENTARIOS
9620-10285	Parámetros óptimos. ROP: 58, WOB: 34, STOR: 18, RPM: 80, SPPA: 3604 y FLWI: 860.	Se perforó todo con rotación, con 80 rpm, 200-300 PSI y 880 gpm.

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.

### 3.11. Curva de Aprendizaje Pozos Tipo J-HD, sección 12¼”.

Para generar la curva de aprendizaje en PTK, se debe normalizar las curvas profundidad-tiempo de cada pozo, esto significa, llevar cada curva a un punto común en el tiempo, modificando de forma consistente su índice.

Para esta curva de aprendizaje se llevó todos los pozos al pasado, al primer pozo J-HD del campo VMC, el pozo 1.

Es importante mencionar que para efectos didácticos en este ejemplo se consideran las mejoras en tiempo, por lo que la profundidad tomada está en MD, ya que en general todos los pozos tienen trayectorias similares. La curva de aprendizaje se ve reflejada en la figura 3.33.

La figura 3.33 indica que la evolución en el tiempo desde que se perforó el primer pozo tipo J-HD, ha sido notoria.

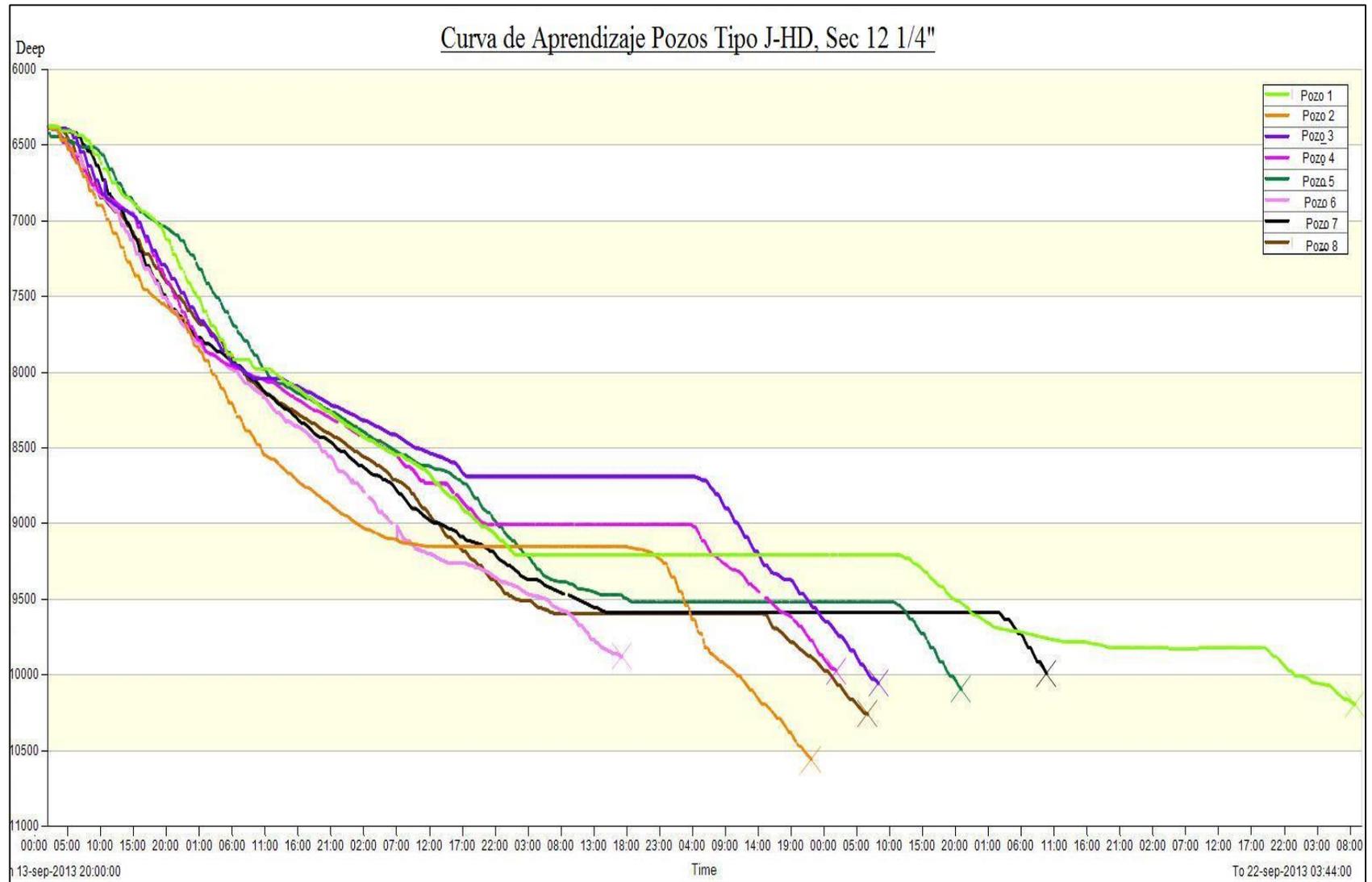
Los pozos disminuyeron su tiempo de perforación de la sección, en el primer pozo la perforación de la sección tomó un tiempo de alrededor de 8 días y se ve claramente como los demás pozos reducen sus tiempos de perforación y el más óptimo llega a perforarse en alrededor de 3 días y medio. También observamos que el uso de BHA's disminuyó, ya que para el pozo 1 se requirió de tres BHA, para la mayoría de pozos se usó dos BHA, e incluso se llegó a perforar la sección 12¼” con el uso de un solo BHA.

Observamos que la profundidad alcanzada del primer BHA usado para la sección en todos los pozos va aumentando, esto con la finalidad de llegar a construir la sección con el uso de un solo BHA.

EL pozo 6 tuvo un tiempo de perforación de la sección 12¼” menor que los demás.

El pozo 1 es el único pozo que perfora la sección 12¼” con tres BHA's y en mayor tiempo.

El pozo 2, es el pozo, cuya sección 12¼” tiene una longitud mayor a los demás.



**Figura 3.33** Curva de aprendizaje de los Pozos Tipo J-HD, sección 12 1/4"

**Fuente:** (CSSFD, 2017)

**Elaborado por:** Michelle Cruz.

### 3.12. Comparación entre el pozo 1 y pozo 6.

Se seleccionaron los pozos 1 y 6, para su comparación y análisis ya que tienen el mayor y menor tiempo de perforación de la sección 12¼", respectivamente (figura 3.34).

El pozo 1 se perforó en 8.28 días y el pozo 6 en 3.64 días.

Para la comparación se usó PTK y su herramienta Correlation Plot.

Para sobrellevar el efecto de las diferentes trayectorias de cada pozo se realiza la correlación de parámetros con la profundidad en TVD.

**Tabla 3.17** Características del pozo 1 y el pozo 6.

POZO	1			6
<b>INCLINACIÓN</b>	31 °			30°
<b>AZIMUT</b>	215.81°			44.71
<b>SECCIÓN VERTICAL</b>	4675.67			4136.71
<b>TIEMPO DE PERFORACIÓN (días)</b>	8.28			3.64
<b>BHA</b>	<b>BHA # 4</b>	<b>BHA # 5</b>	<b>BHA # 6</b>	<b>BHA # 4</b>
<b>PIES PERFORADOS</b>	2782	616	375	3506
<b>HERRAMIENTA DIRECCIONAL</b>	Rotary Steerable PD 900 X6 Slick CC	Motor A825M7840XP	Motor A825M7840X P	PD 900 X6B 12 1/4" Vortex A962M7848GT
<b>BROCA</b>	12 1/4 " PDC Bit, MSI519LMH SBPXX	12 1/4 " PDC Bit, MSI519LMHSB PXX	12 1/4 " PDC Bit, MSI519LMH SBPXX	12 1/4 " PDC Bit, MZIZ519LMHS BPXX IADC:M223
<b>ROP PROMEDIO</b>	39.18	19	27.27	40.17

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.

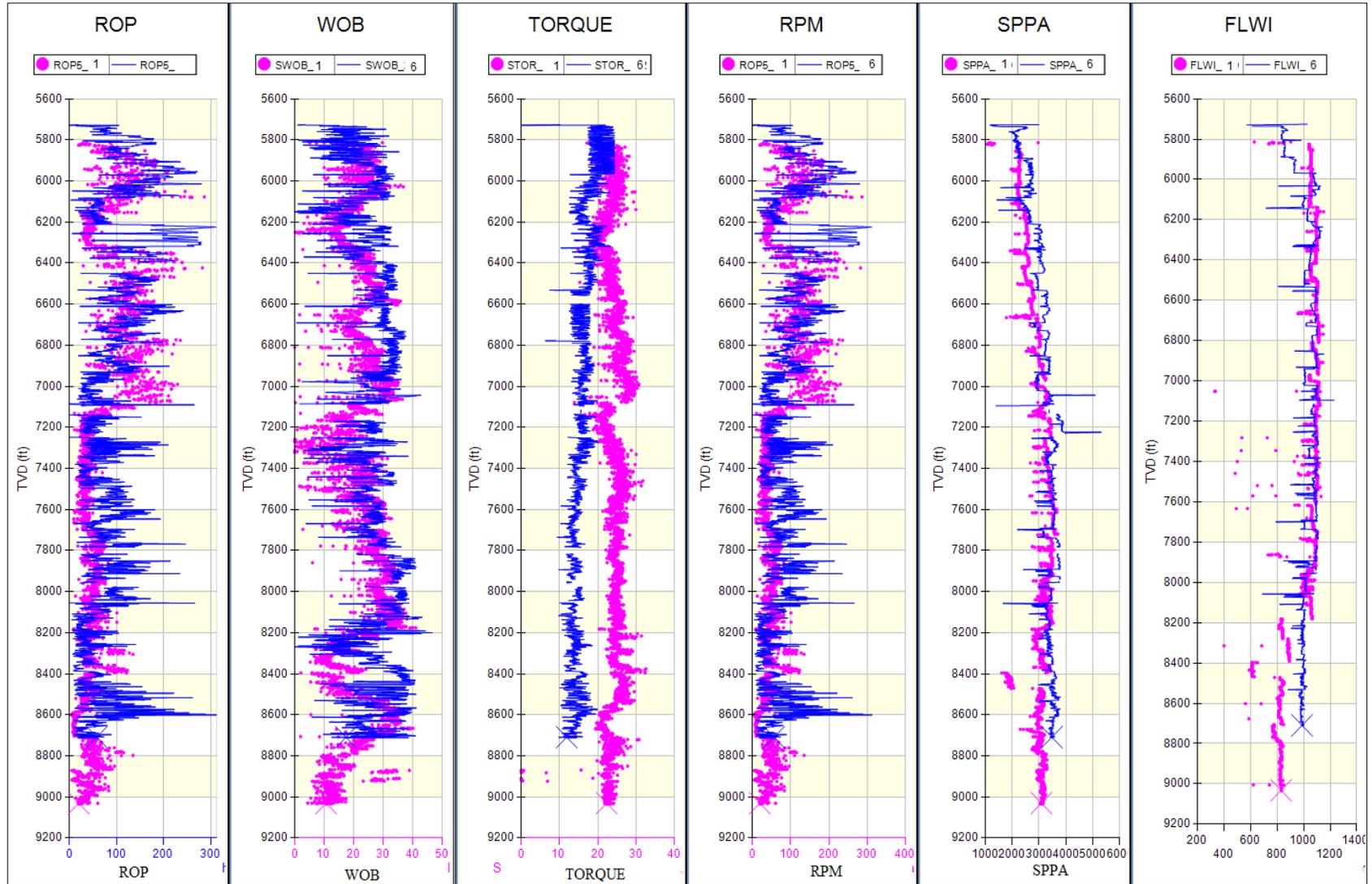
**Tabla 3.18** Descripción de la correlación de los parámetros del pozo 1 y el pozo 6.

Parámetro	Descripción
ROP	El pozo 6, sección 12¼” fue perforado con parámetros de ROP mayores que el pozo 1. El pozo 6 trabajó con un ROP promedio de 41,58 mientras que el pozo 1 trabajo con un ROP promedio de 28.28, esto se debe en parte a que en el Pozo 1 presento bajos valores de ROP, debido al desgaste del BHA.
WOB	El peso sobre la broca, al ser proporcional al ROP, tuvo un comportamiento similar. Mayor WOB aplicado para perforar el pozo 6 que para el pozo 1.
TORQUE	El torque generado en el pozo 6 fue menor que en el pozo 1 durante toda la perforación de la sección 12¼”, esto en parte se debe a que en el pozo 6 se tuvo un mejor control de la perforación, disminuyendo el torque presentado.
RPM	Las revoluciones por minuto con las que se trabajó en el pozo 6 en general fueron mayores que las que se usaron para la construcción del pozo 1.
SPPA	La presión en el Stand Pipe que se registra en el pozo 1 es ligeramente menor al que se presenta en el pozo 6. Pero en general son parámetros similares
FLWI	El caudal con el que se trabajó el pozo 1 y 6 se encuentran dentro de los parámetros normales, sin presentar ninguna anomalía.

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.

En general, se trabajó con parámetros más agresivos (mayor WOB, ROP, Torque, RPM) para la construcción de la sección 12¼” en el pozo 6, y se obtuvo un gran desempeño debido al uso de la herramienta direccional Vortex.



**Figura 3.34** Correlation Plot de los Pozos 1 y 6.  
**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).  
**Elaborado por:** Michelle Cruz.

BHA #4				BHA #5				BHA #6				BHA #4			
Type	Desc.	Length (ft)		Type	Desc.	Length (ft)		Type	Desc.	Length (ft)		Type	Desc.	Length (ft)	
Bit	12 1/4" PDC Bit, MSI519LMHSBPXX	1		Bit	12 1/4" PDC Bit, MSI519LMHSBPXX	1		Bit	12 1/4" PDC Bit, MSI519LMHSBPXX	1		Bit	12 1/4" PDC Bit, MZ12519MHBPXX, IADC: M223	1.02	
Rotary Steerable	PD 900 X6 Slick CC	13.83		Motor	A825M7840XP + Float Valve, w/Sleeve 12"	29.63		Motor	A825M7840XP, Float Valve, Sleeve 12", 1.5deg, 0.16rpg	29.68		Rotary Steerable	PD 900 X6B 12 1/4" Slick CC	13.73	
Bent Sub	12 1/8" Receiver Sub + Float Valve	5.81		Collar	8" Pony Monel	7.46		Collar	8" Pony Monel	8.9		Misc. Sub	Filter Sub STB 12", w/Sleeve S/N: 8074	4.91	
Flex Collar	PLF9-AA Flex Collar	9.55		Stabilizer	12" String Stabilizer	5.5		MWD	Telescope 825 HF	28.01		Motor	Vortex A962M7848GT, w/Sleeve 11 7/8", RFG=0.11, w/Float Valve S/N: 91	34.63	
MWD	Telescope 825 HF	27.78		Collar	8" Pony Monel	8.9		Collar	Monel	29.73		Collar	Pony Monel 8"	10.26	
Collar	Monel	29.73		MWD	Telescope 825 HF	28.01		Collar	Monel	29.73		MWD	Telescope 825 HF; w/US S/N: 50947-E, LSS S/N: 290514	26.68	
Collar	2 x 8" Drill Collar	60.32		Collar	Monel	29.73		Collar	2 x 8" Drill Collar	60.32		Collar	8" Monel	30.25	
Misc. Sub	Crossover	2.91		Collar	2 x 8" Drill Collar	60.32		Misc. Sub	Crossover	2.91		Collar	2 x 8" Drill Collar	60.03	
HWD	24 x 5" HWD	723.61		Misc. Sub	Crossover	2.91		HWD	24 x 5" HWD	723.61		Misc. Sub	Crossover	2.64	
Jar	Hydra Jar	32.4		HWD	24 x 5" HWD	723.61		Jar	Hydra Jar	32.4		HWD	24 x 5" HWD	730.45	
HWD	12 x 5" HWD	362.61		Jar	Hydra Jar	32.4		HWD	12 x 5" HWD	362.61		Jar	Martillo Hidraulico	32.1	
Misc. Sub	Crossover	1.84		HWD	12 x 5" HWD	362.61		Misc. Sub	Crossover	1.84		HWD	9 x 5" HWD	275.13	
Drill Pipe	5-1/2" 21.90 DPS, 10% Wear	8894.61		Misc. Sub	Crossover	1.84		Drill Pipe	5-1/2" 21.90 DPS, 10% Wear	0		Drill Pipe	5 1/2" 21.90 Premium	8602.49	

Figura 3.35 Comparación diseño de BHA Pozos 1 y 6.

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

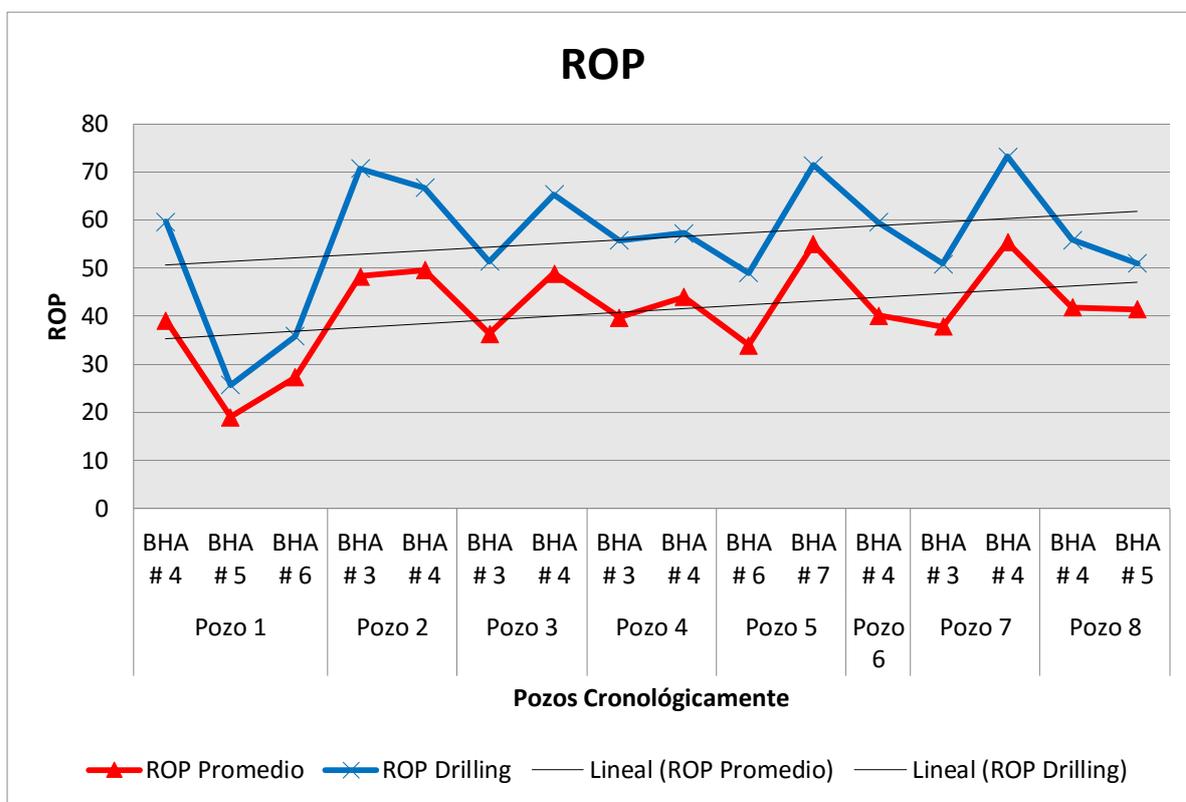
### 3.13. Análisis de ROP de los Pozos tipo J-HD, Sección 12 ¼”

El desempeño del ROP de los Pozos tipo J-HD durante la perforación de la sección 12¼” se ve reflejado en la gráfica 3.1.

En la gráfica 3.1, se observa que el ROP de perforación es mayor al ROP promedio, esto se debe a que el ROP de perforación, como su nombre lo dice, considera únicamente el tiempo neto de perforación; a diferencia del ROP promedio, en el que también se consideran los tiempos de repaso y de conexión.

El ROP que se tiene cuando se usa herramienta direccional motor es mayor al ROP cuando se usa herramienta direccional Rotary Steerable System, como podemos observar en la gráfica 3.1.

Se observa una clara tendencia a aumentar el ROP conforme se tuvo un mejor aprendizaje de los pozos.



**Gráfica 3.1** ROP de los Pozos Tipo J-HD, Sección 12¼”

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.

**Tabla 3.19** ROP de los pozos tipo J-HD, sección 12¼”.

<b>POZO</b>	<b>BHA</b>	<b>Herramienta direccional</b>	<b>ROP Promedio</b>	<b>ROP Drilling</b>
<b>Pozo 1</b>	BHA # 4	Rotary Steerable PD 900 X6 Slick CC	39.18	59.68
	BHA # 5	Motor A825M7840XP	19.00	25.7
	BHA # 6	Motor A825M7840XP	27.27	35.83
<b>Pozo 2</b>	BHA # 3	Rotary Steerable PD 900 X6 Slick CC	48.34	70.66
	BHA # 4	Motor A825M7840XP	49.65	66.73
<b>Pozo 3</b>	BHA # 3	Rotary Steerable PD 900 X6 Slick CC	36.35	51.43
	BHA # 4	Motor A800M w/11 3/4-Sleeve Stab: 1.5BH	48.94	65.36
<b>Pozo 4</b>	BHA # 3	Rotary Steerable PD 900 X6 Slick CC	39.77	55.75
	BHA # 4	Motor A825M7840XP	44.00	57.25
<b>Pozo 5</b>	BHA # 6	Rotary Steerable PD 900 Orbit AA 12¼” Slick CC	34.01	49.05
	BHA # 7	Motor A800M7840XP	54.97	71.4
<b>Pozo 6</b>	BHA # 4	PD 900 X6B 12 1/4" Vortex A962M7848GT	40.17	59.58
<b>Pozo 7</b>	BHA # 3	Rotary Steerable PD 900 X6B Slick CC	37.86	50.85
	BHA # 4	Motor A825M7840XP	55.33	73.18
<b>Pozo 8</b>	BHA # 4	Rotary Steerable PD 900 Orbit 12¼” Slick CC	41.83	55.9
	BHA # 5	Motor A800M w/11 3/4-Sleeve Stab: 1.5BH	41.48	51.02

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.

### **3.14. Análisis de ahorro de los Pozos tipo J-HD, Sección 12¼”.**

La reducción del NPT y el tiempo planeado de perforación, tiene una relación directa con dinero ahorrado, por lo que se realizó este análisis en función del tiempo productivo.

El detalle de los tiempos de construcción se presenta en la tabla 3.19.

En la gráfica 3.2 se observa que la ejecución de la sección requirió de menor tiempo que el planeado en la mayoría de Pozos.

Se observa tendencia a disminuir NPT y tiempo operativo, lo que significa optimización del uso del capital.

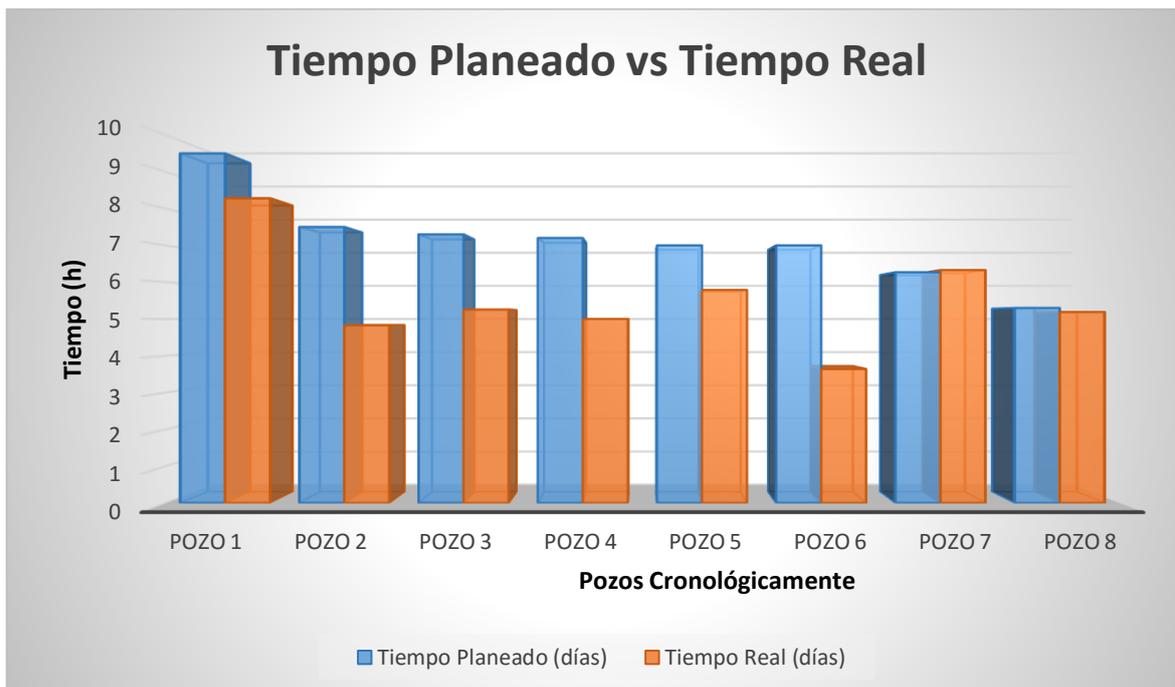
En el Pozo 7 existió un tiempo adicional de 0.06 días al planeado, debido a que antes de llegar a fondo se presentó un daño con una junta de Drill Pipe que tuvo que ser remplazada, tiempo durante el cual la sarta permaneció estática en hueco abierto, y al reiniciar la operación existió restricción de movimiento y fue necesario maniobrar la sarta hasta recuperar parámetros normales.

El pozo con mayor ahorro de tiempo respecto al plan fue el pozo 2, el cual tuvo una ganancia de 2.67días, lo que implica una importante optimización de costos.

En la gráfica 3.3 se puede apreciar que el tiempo no productivo es casi despreciable respecto al tiempo Productivo.

El Pozo que presentó mayor NPT fue el Pozo 3, con 0.19 días de tiempo no productivo debido al taponamiento de la línea de flujo mientras se atravesaba los conglomerados pese a eso se llegó al objetivo de la sección en menor tiempo al planeado.

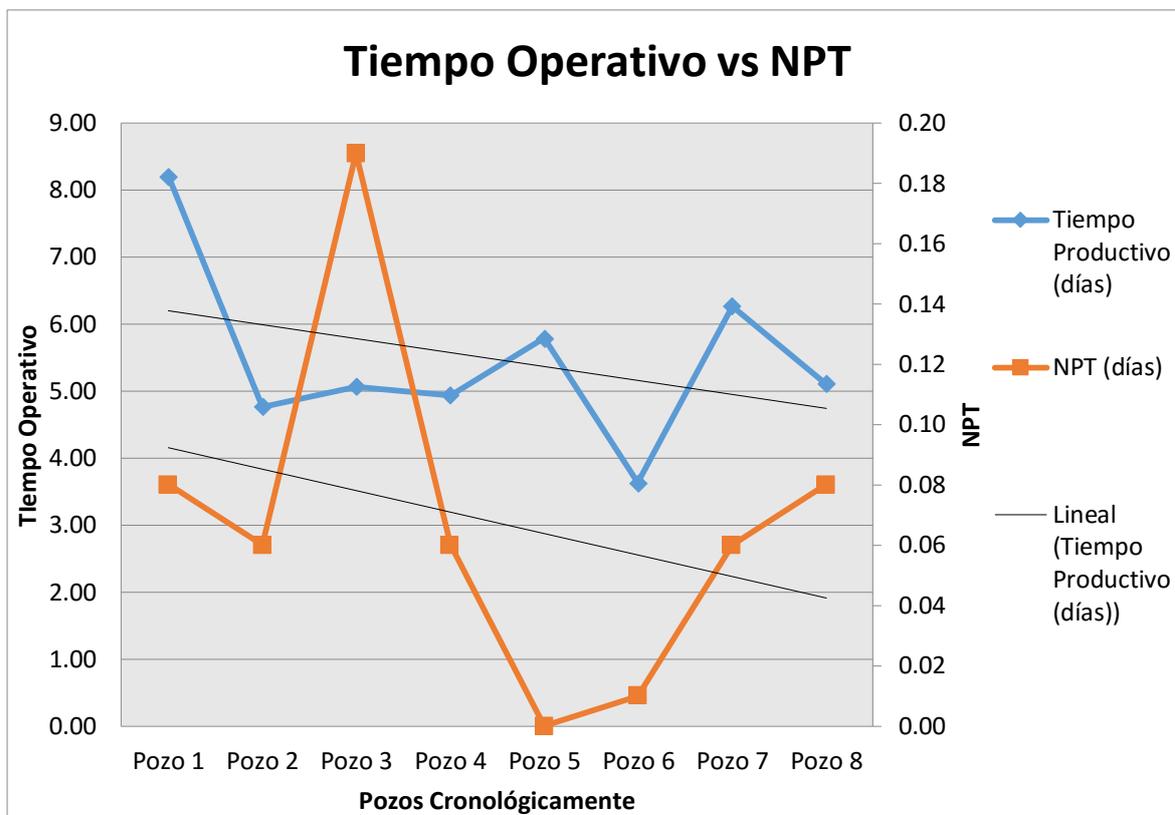
El Pozo 5 no presentó NPT durante la construcción de la sección 12¼”.



**Gráfica 3.2** Gráfica tiempo Planeado vs Tiempo Real.

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.



**Gráfica 3.3** Gráfica NPT y Tiempo Operativo vs Pozos en Orden Cronológico.

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

**Tabla 3.20** Resumen de Tiempos de construcción de la sección 12 ¼”.

POZO	Tiempo Planeado (días)	Tiempo Real (días)	Tiempo Ganancia o Pérdida (días)	Tiempo Operativo (días)	NPT (días)
Pozo 1	9.50	8.28	1.22	8.20	0.08
Pozo 2	7.50	4.83	2.67	4.77	0.06
Pozo 3	7.30	5.26	2.04	5.07	0.19
Pozo 4	7.20	5.00	2.20	4.94	0.06
Pozo 5	7.00	5.79	1.21	5.79	0.00
Pozo 6	7.00	3.64	3.36	3.63	0.01
Pozo 7	6.27	6.33	-0.06	6.27	0.06
Pozo 8	5.30	5.19	0.11	5.11	0.08

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

### 3.15. Aporte Generado Por el Monitoreo Integrado del Activo.

La cantidad de alertas generadas por el MIA durante la perforación de los Pozos tipo J-HD, sección 12¼” se encuentran en la tabla 3.21 y se ve reflejado su comportamiento en la gráfica 3.4.

El MIA generó en su mayoría alertas técnicas durante la perforación de esta sección.

Para la construcción del pozo 4 y el pozo 8 no fue necesaria la generación de alertas operativas.

EL pozo con el mayor número de alertas es el Pozo 1.

Se observa la relación de generación de alertas operativas y NPT en la gráfica 3.5.

Existe algún tipo de relación entre el número de alertas y el NPT asociado, en varios casos, la relación es inversamente proporcional, a menor generación de alertas el NPT aumenta y a mayor generación de alertas el NPT disminuye. Lo que demuestra que el monitoreo en tiempo real es una herramienta efectiva que colabora en la reducción de eventos no deseados, sin embargo hay que tener en

cuenta que existen pozos en los cuales no se genera ninguna alerta y tienen un buen comportamiento durante la construcción de la sección.

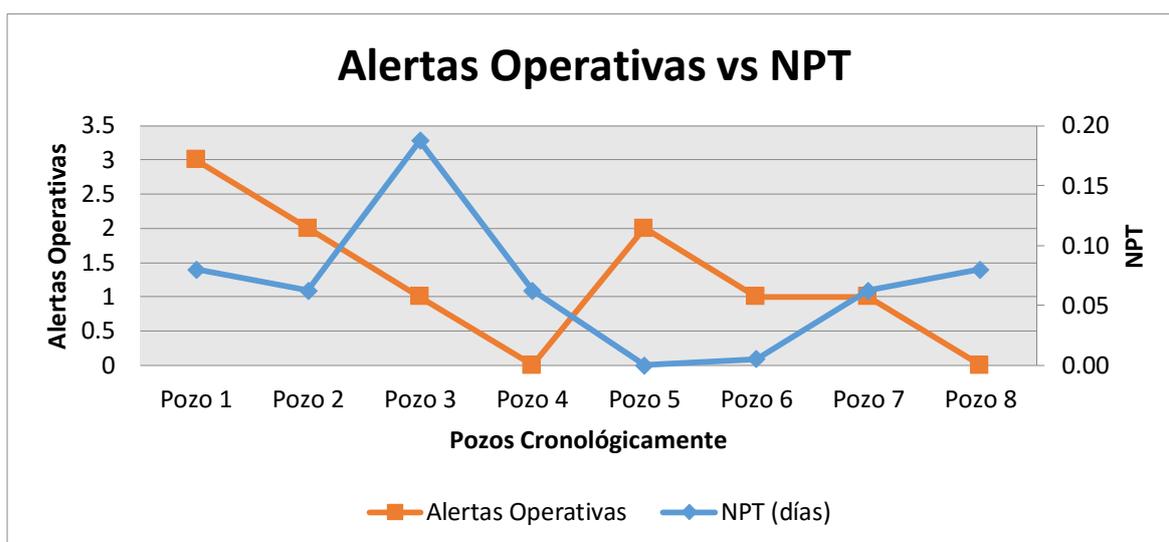
La reducción de las alertas operativas generadas se debe a la experiencia adquirida de los ingenieros durante el transcurso del tiempo.



**Gráfica 3.4** Alertas Generadas por el MIA.

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.



**Gráfica 3.5** Alertas Operativas vs NPT.

**Fuente:** (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

**Elaborado por:** Michelle Cruz.

**Tabla 3.21** Alertas generadas por el MIA.

Pozo	Alerta Operativa	Alerta Técnica	Total de alertas
Pozo 1	3	10	13
Pozo 2	2	2	4
Pozo 3	1	3	4
Pozo 4	0	7	7
Pozo 5	2	1	3
Pozo 6	1	8	9
Pozo 7	1	5	6
Pozo 8	0	5	5

Fuente: (MIA Consorcio Shushufindi, 2017).

Elaborado por: Michelle Cruz.

## **CAPITULO 4**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. CONCLUSIONES.**

- El monitoreo en tiempo real de las operaciones de perforación durante la construcción de la sección 12¼” en Pozos Tipo J-HD contribuye a disminuir la ocurrencia de eventos no deseados, esto con la ayuda de la metodología de generación y comunicación de alertas.
- El monitoreo en tiempo real radica en su dependencia con la continuidad de la señal, la cual podría afectarse por fenómenos eléctricos.
- El correlacionar los parámetros de perforación adquiridos en tiempo real, se lo hace entre parámetros que tienen una relación directa entre sí.
- La implementación de este sistema en los campos petroleros del Ecuador no puede generalizarse, pues cada área productora de petróleo merece evaluarse con su respectiva curva de aprendizaje de perforación.
- Se debe correlacionar dos pozos con características similares (trayectoria, geometría, desplazamiento, etc.) con el fin de optimizar sus parámetros.
- El controlar los parámetros para atravesar los conglomerados es muy importante con el fin de no generar un desgaste prematuro en la estructura de corte de la broca y disminuye el uso de BHA's adicionales para perforar la sección.
- La entrada de Basal Tena es abrasiva por lo que también es necesario entrar con un ROP controlado para evitar ocasionar daños a la broca.

- Al perforar con broca Stinger Blade MZiZ519MHBPXX en el Pozo 6, se observó un excelente desempeño, esta broca perforó 3506 ft de arcillolitas, arenisca, limolita, conglomerado, lutita y caliza de formaciones Tiyuyacu, Tena y Napo.
- El Pozo 6 fue el primer pozo tipo J que se completó su sección 12¼" con una sola corrida en este campo.
- Se identifica una clara tendencia a disminuir NPT y tiempo operativo lo que implica ahorro, reducción de fallas y optimización de operaciones de perforación.

#### **4.2. RECOMENDACIONES.**

- Se recomienda la implementación de un centro de monitoreo en tiempo real de los parámetros de perforación, para todos los pozos futuros a perforarse, a fin de optimizar su construcción.
- Si se pierde data Durante el monitoreo de operaciones, se puede solicitar el archivo ASCII de respaldo a la compañía de monitoreo de lodos, con el fin de completar la información faltante para futuros análisis y correlaciones entre pozos.
- Si se presenta un bajo ROP al atravesar el Conglomerado Inferior, se debe trabajar la sarta reciprocando para descartar posibles colgamientos (asegurar la transmisión de WOB en el fondo).
- Se recomienda perforar Napo con bajo caudal para evitar derrumbar las lutitas y desestabilizar el hoyo.

- Se debe realizar un estudio exhaustivo para determinar el tipo óptimo de broca que permita perforar la sección en una sola corrida como en el Pozo 6, para optimizar tiempos y costos.
- Si se observan pérdidas de fluido de perforación, se debe reducir el caudal y bombear píldoras estabilizadoras con material sellante.
- Cuando se utiliza un motor para realizar el trabajo direccional en este tipo de pozos, es recomendable comenzar a levantar el ángulo de la trayectoria por encima del plan, y realizar una proyección hasta el objetivo, así se minimiza el deslizamiento requerido para corregir la trayectoria más abajo.
- Cuando se utiliza un motor para perforar la formación Napo, para asegurar la trayectoria direccional se debe mantener una presión diferencial entre 300 y 400 PSI para evitar un decremento drástico del ángulo de inclinación.
- Cuando se utiliza un RSS, antes de ingresar al Conglomerado, alrededor de 20 pies en TVD sobre la prognosis, se debe enviar un comando de neutro para evitar desgaste prematuro de los PADs.
- Con RSS se debe disminuir el galonaje en las zonas abrasivas para reducir caída de presión en los PADs.
- Se recomienda utilizar la herramienta Vortex (configuración RSS + motor de fondo) como opción para perforar la sección en una sola corrida, debido a que en los pozos ejecutados con esta herramienta se obtuvieron buenos resultados con las brocas utilizadas.
- Se recomienda la implementación de un centro de monitoreo en tiempo real de los parámetros de perforación, para todos los pozos futuros a perforarse, a fin de optimizar su construcción.

- Para un mejor análisis de parámetros de perforación adquiridos en tiempo real, debe depurarse la información, a fin de evitar data fantasma (datos erróneos), que puedan alterar el análisis.

## Referencias Bibliográficas

- Albán, C., & Álvarez, F. (2014). *Determinación de los parámetros óptimos de perforación en el campo Sacha*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Arab Oil Books. (s.f.). Mud Engineering.
- Biedma, D. F., Corbett, C., Giraldo, F., Lafournere, J.-P., Marin, G. A., Navarre, P., . . . Vela, I. (1 de Agosto de 2014). Oilfield Review. *Shushufindi: El renacimiento de un gigante*. Quito, Ecuador: Petroamazonas EP.
- Calispa, C., & Villegas, F. (2013). *Análisis Técnico para la optimización de los parámetros y variables de perforación en la cuenca oriente*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Cohen, L., Peraza, S., Arteaga, G., Herrera, J., Fuentes, A., & Pinto, L. (2009). *Perforación Direccional*. Valencia: Instituto Universitario de Tecnología de Administración Industrial.
- Coinspetrol. (10 de 7 de 2013). *Manual Básico de Control de Pozos Petroleros*. Obtenido de [https://issuu.com/biliovirtual/docs/manual\\_control\\_de\\_pozo/84](https://issuu.com/biliovirtual/docs/manual_control_de_pozo/84)
- CSSFD, M. (2017). *Data MIA*. Quito.
- Downton, G., Trond Skei , K., Hendricks, A., & Pafitis , D. (2000). *Nuevos rumbos en la perforación rotativa direccional*. Schlumberger.
- Felezak, E., Torre, A., Godwin, N., Mantle, K., Neganathan, S., Hawkings, R., . . . Slayden, F. (2012). Lo mejor de ambos mundos: un sistema rotativo direccional híbrido. *Oilfield Review*, págs. 36-45.
- Gonzáles, A. A., Jara, M. H., & Ramirez, L. V. (2010). *Diseño del Programa de Brocas*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

- Gray, G. (2010). *Composition and Properties of Drilling and Completion Fluids*.
- Jácome, D. E. (2017). *ANÁLISIS TÉCNICO DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA INTELLIZONE EN EL CAMPO SHUSHUFINDI PARA EL INCREMENTO DE PRODUCCIÓN*. Quito: EPN.
- Milinarium. (12 de 08 de 2012). *Milinarium.com*. Obtenido de [http://www.milinarium.com/proyectos/estudioshidrogeologicos/anejos/metodo\\_sperforacion/lodo](http://www.milinarium.com/proyectos/estudioshidrogeologicos/anejos/metodo_sperforacion/lodo).
- Moromenacho, S., & Salinas, D. (2016). *Análisis Técnico Económico para Punzonar Nuevas Zonas Prospectivas en Pozos del Campo Shushufindi-Aguarico*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Obando, K. (s.f.). *Curso básico de fluidos de perforación*.
- Patrice, B., Marco, R., & Roberto, B. (2014). *La Cuenca Oriente: Geología y Petróleo*. Quito: Petroamazonas EP.
- Quishpe, M., & Ruiz, J. (2015). *ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LAS OPERACIONES DE PERFORACIÓN EN LAS SECCIONES DE 16'', 12 1/4'' Y 8 1/2'', DE POZOS QUE SE PERFORARON EN LOS CAMPOS FANNY Y MARIANN*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Schlumberger. (2017). *Schlumberger*.
- Shushufindi, C. (5 de 10 de 2017). Consorcio Shushufindi. Quito, Ecuador: Schlumberger.
- Yanez Flores, E. C. (2013). *Optimización de trayectorias direccionales de alta tasa de construcción, para pozos horizontales, mediante la aplicación de sistemas de rotación continua, Bloque 16*. Quito: UCE.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1: Bitácora de monitoreo del Pozo XXX.**

## INICIÓ EVENTO DE PERFORACIÓN

**22 MARZO 2018 A LAS 01:30 Hrs.**

**La empresa de lodos inicia transmisión de InterACT el día 23 de marzo del 2018 A LAS 06:45 Hrs.**

**01:30** Inicia Operaciones de Perforación del Pozo ACAG-152. Armando Paradas de Drill Pipe.

**23 – 03 – 2018**

**252'**

**INICIA PERFORACION DE 26" EL 23-03-2018 A LAS 02:00.**

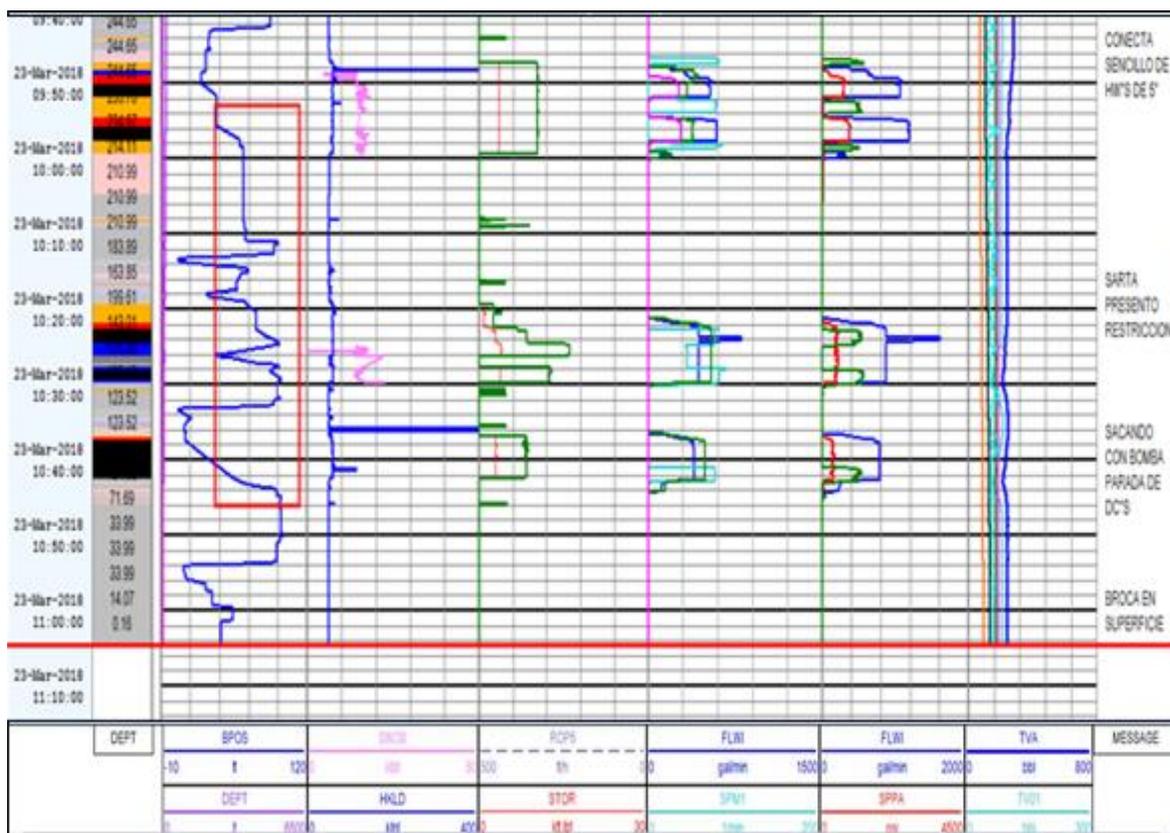
**06:45 – 09:10** Perforando sección de 26" Desde 128' hasta 252'.

	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
<b>Rotando</b>	55	10-15	22-150	6-8	90-100	410	420	--	260

**09:10 – 09:30** Circula reciprocando sarta. FLWI: 590, SPPA: 940, desconecta sencillo de HWDP.

**09:30 – 09:50** Tomando Gyro, conecta sencillo HWDP.

**09:50 – 11:00** Sacando BHA # 1 desde 252' con restricción @ 183', saca con backreaming e/p circulando hasta superficie.



**11:00 – 12:35** Acondiciona mesa, para CSG 20”.

**12:35 – 13:40** RIH CSG 20” hasta 252’, Circula con Casing de 20” @ 252’.

**13:40 – 14:00** Desarmando equipo de TIW.

**14:00 – 15:40** Bajando Stinger con HWDP hasta acoplar en Zapata de 20”.

**15:40 – 16:30** Cementando Casing 20” según programa.

**16:30 – 18:00** Desarmando líneas de Cementación, retiran ratonera.

**18:00 – 21:00** Trabaja en boca de pozo.

**21:00 – 22:40** Instala BOP, trabaja en Flow line.

**22:40 – 23:00** Reunión de seguridad previa al armado de BHA # 2.

**23:00 – 24:00** Armado de BHA # 2.

### 24 – 03 – 2018

**00:00 – 02:00** Armado de BHA # 2.

**02:00 – 02:15** Topa cemento y perfora tapones y cemento hasta 252 ft.

**02:15 – 07:32** Perforando sección de 16” Desde 252’ hasta 511’. **ROP avr = 60 ft/hr.**

PD 1100 X6	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	71-80	2-8	15-200	2-5	80	430-950	160-1000	17	305

**SE GENERA ALERTA TECNICA POR VALORES ERRATICOS DE HKLD, POR FAVOR CERRAR ALERTA SI MEJORAN LOS VALORES.**

Taladro: TALADRO XXX.

Pozo: Pozo XXX.

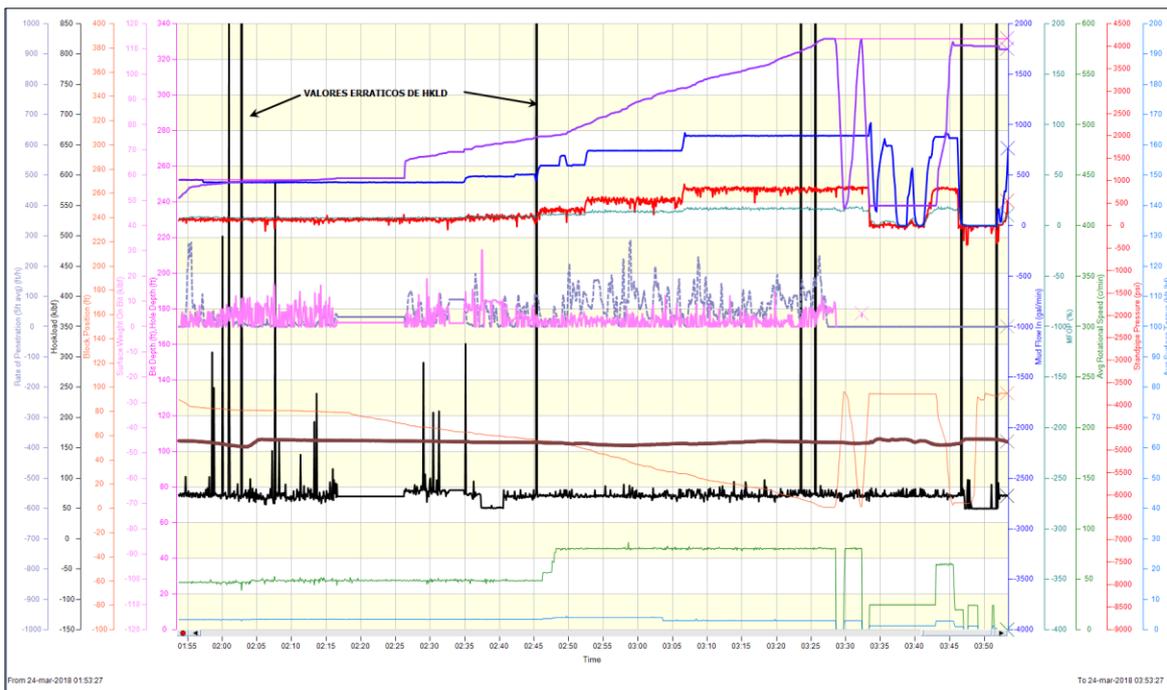
Sección: 16”.

Profundidad: 331 ft.

Tipo Alerta: TÉCNICA.

Fecha de Creación: 23-03-2018 @ 04:00 hrs.

Descripción: Durante la perforación de la sección de 16” se observa valores erráticos de HKLD que sobrepasan el valor de 400 Klbs. Se comunica con la cabina de GSS para que revisen sensor.



**07:32 – 13:32** Perforando sección de 16” Desde 692’ hasta 1550’. **ROP avr = 140 ft/hr.**

PD 1100 X6	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	80	15-20	250-480	5- 7	120	1060 - 1190	1700 - 2500	21	310

**13:32 – 20:10** Perforando sección de 16” Desde 1550’ hasta 2397’. **ROP avr = 130 ft/hr.**

PD 1100X6	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	90-110	10-20	50- 350	4-9	120	1190	2400-2600	22	330

**@ 1950’** MANDA DOWN LINK PREVIO A INICIO DE ZONA DE CONSTRUCCION.

En la siguiente parada A PARTIR DE 2302’ se va a controlar ROP A +/- 200 FT/HR POR NECESIDAD DE CONSTRUCCION POR DISPOSICION DEL EQUIPO DIRECCIONAL.

**20:10 – 21:40** Toma survey, repasa 2 veces y toma gyro y limpia bolsillo.

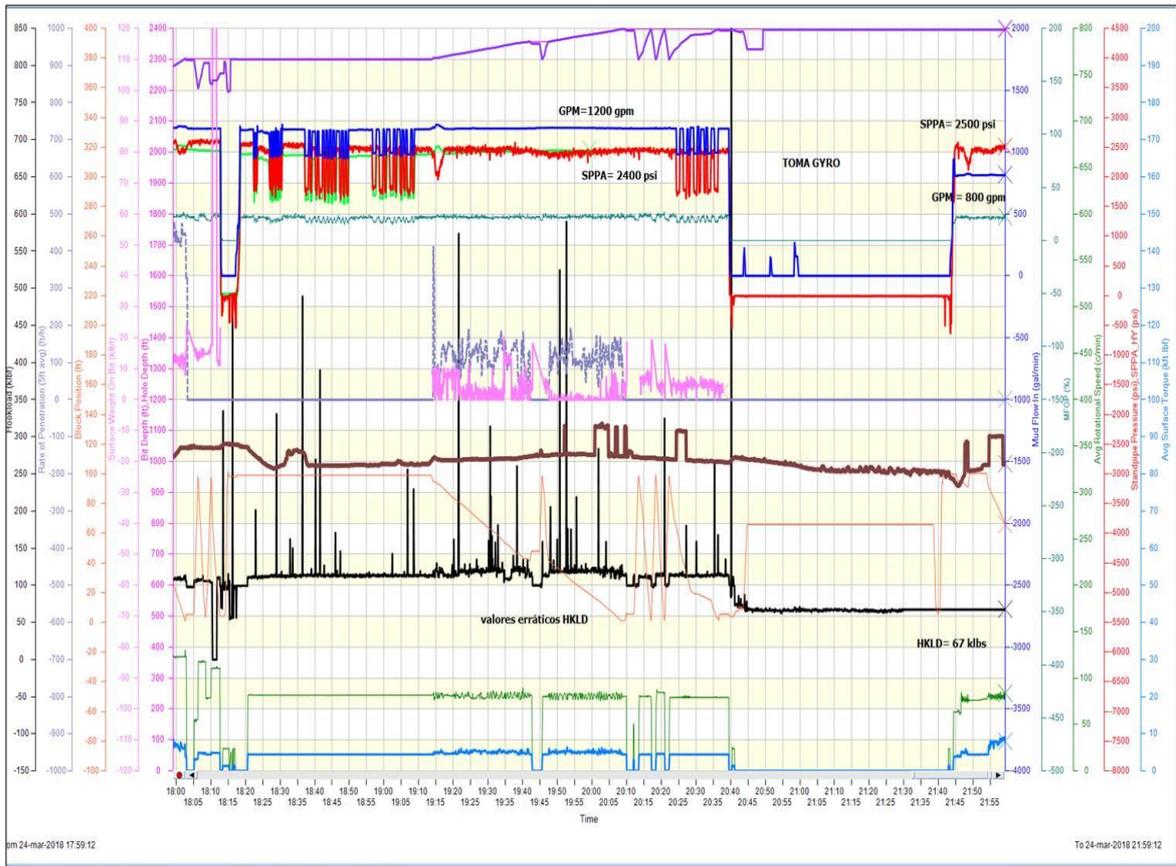
**21:40 – 24:00** Perforando sección de 16" Desde 2397' hasta 2662'. **ROP avr = 114 ft/hr.**

PD 1100 X6	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	120-145	10-20	50- 200	4-7	80-120	1190	2400-2500	22	323

**Se envía updated operativos y alerta técnica por la mala calidad de los datos del equipo de lodos de perforación.**

Update de las operaciones en Pozo XXX:

- Perforó sección de 16" hasta 2397 ft.
- Tomo gyro survey.
- Conecta la siguiente parada para continuar perforación.
- Datos del equipo de lodos de perforación presentan problemas, el valor del HKLD no registra peso de la sarta; se mantiene en cuñas cuando ya está con el peso de la sarta colgado. Por tanto no registra perforación. Valor del galonaje no corresponde a la presión que recibimos.
- Datos recibidos no permiten correcto monitoreo de las operaciones.
- En varias ocasiones se solicita a la cabina revisar los inconvenientes.



Taladro: Taladro XXX.

Pozo: Pozo XXX.

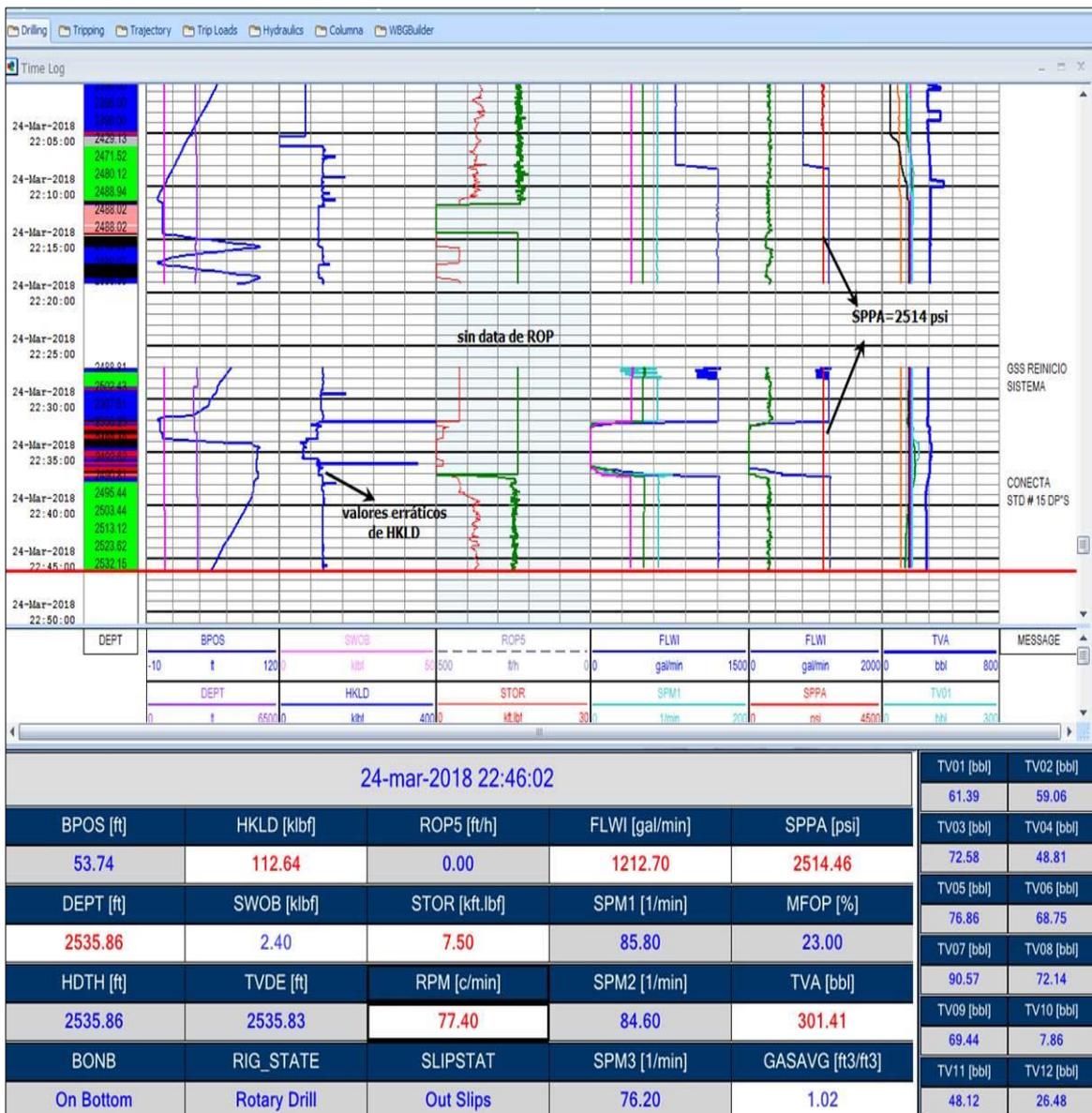
Sección: 16".

Profundidad: 2535 ft.

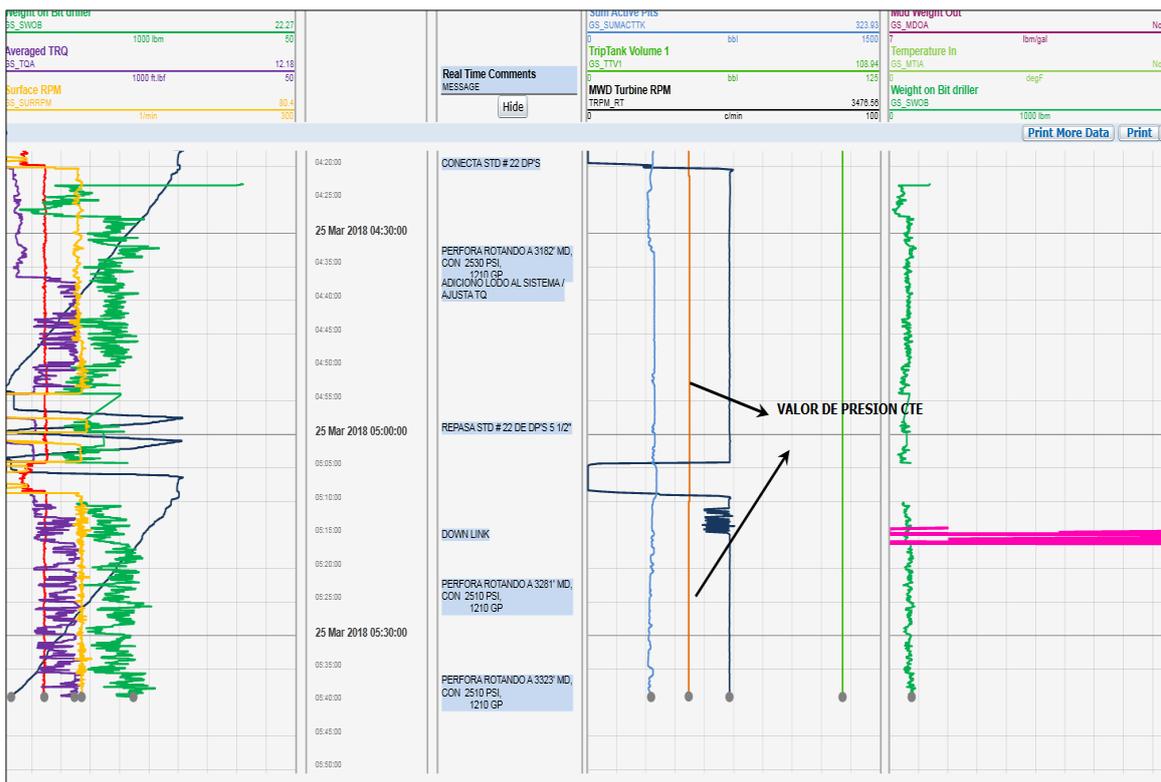
Tipo Alerta: TÉCNICA

Fecha de Creación: 24-03-2018 @ 22:45 hrs.

Descripción: Durante la perforación de la sección de 16" @ 2535' se observa que la presión de perforación mantiene un valor fijo de 2514 psi, no disponemos del dato de ROP y continúan los valores erráticos de HKLD, pese a que el equipo de lodos ya reinicio su sistema.



**VALORES DE PRESIÓN ESTAN TOMADOS DEL EQUIPO DIRECCIONAL PUES EL EQUIPO DE LODOS TIENE UN VALOR CTE.**



**25 – 03 – 2018**

**00:00 – 07:50** Perforando sección de 16” Desde 2662’ hasta 3524’. **ROP avr = 110 ft/hr.**

PD 1100X6	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	129-145	8-22	94- 425	7-15	80-100	1220	2400-2550	22	330

**07:50 – 17:45** Perforando sección de 16” Desde 3524’ hasta 4700’. **ROP avr = 119 ft/hr.**

PD 1100X6	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	130	15-18	200-240	7-12	80	1200	2350	22	318

**17:45 – 17:50** Realiza simulacro.

**17:50 – 24:00** Perforando sección de 16” Desde 4700’ hasta 5504’. **ROP avr = 130 ft/hr.**

PD 1100X6	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	125-137	18-40	240-380	12-21	100	1200	2650- 2745	25	342

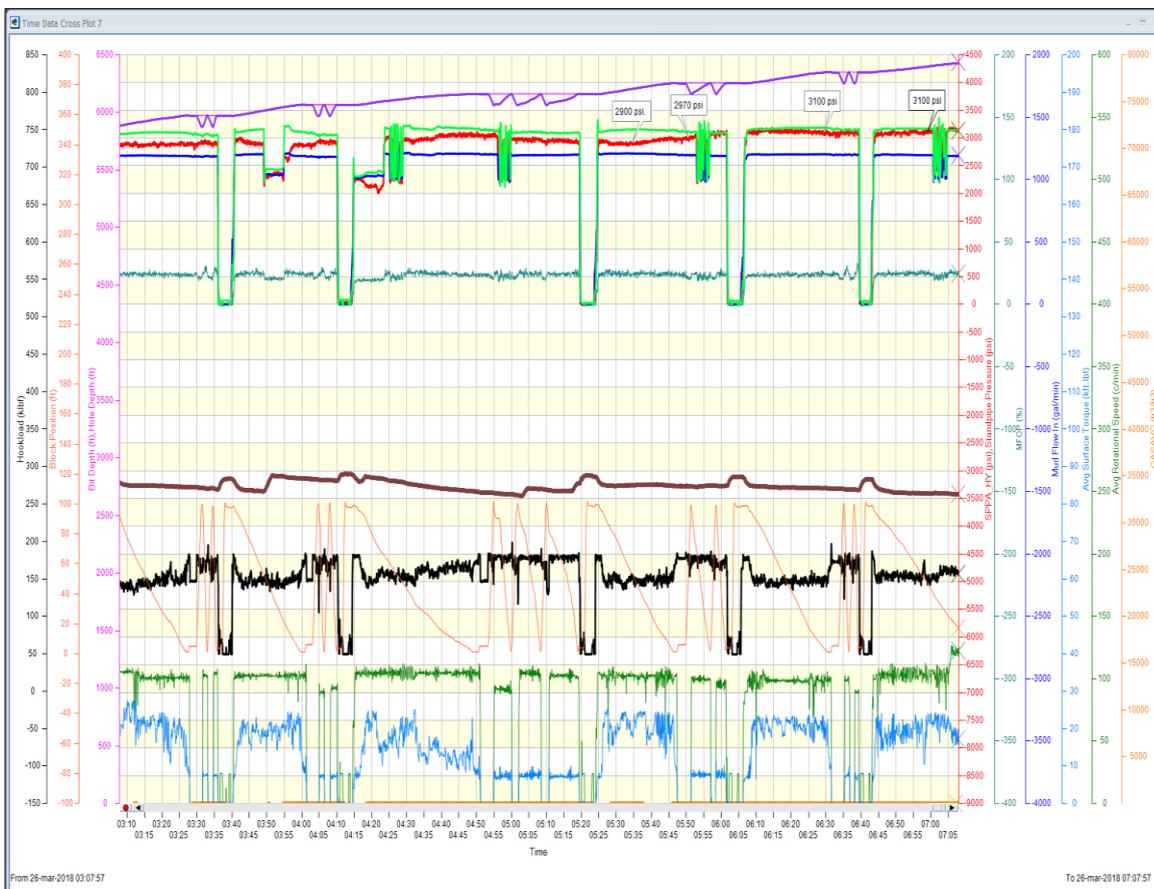
DESDE 5035 FT TORQUE SUBE DE 18-21.

**26 – 03 – 2018**

**00:00 – 09:00** Perforando sección de 16” Desde 5504’ hasta 6581’. **ROP avr = 125 ft/hr.**

PD 1100X6	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	128-149	18-35	215-375	13-25	100	1200	2900- 3100	25	332

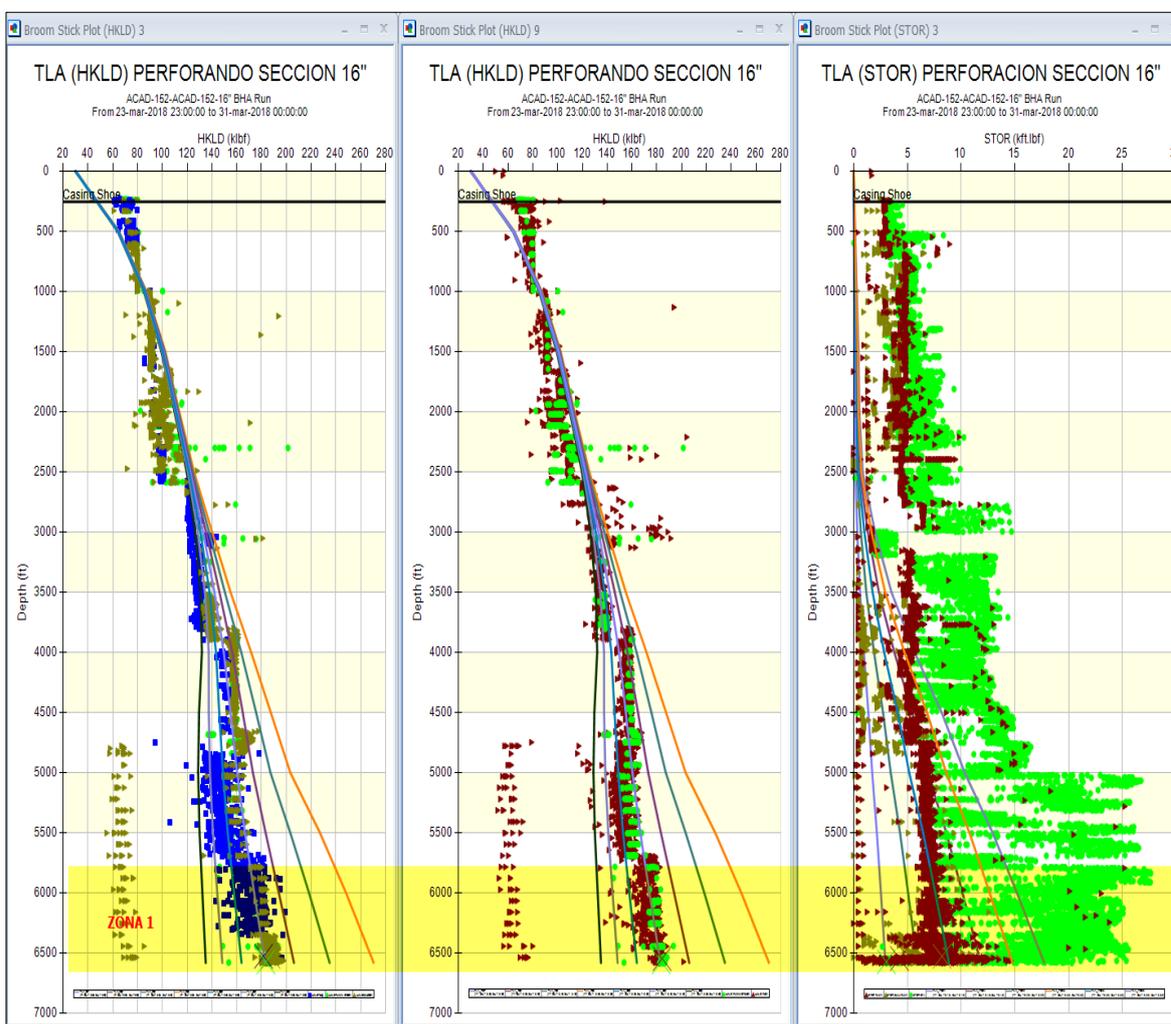
**Se envía correo y se llama al WSS informando de incremento de Presión en últimas paradas perforando.**



**09:00 – 11:00** Toma Survey, Bombea píldoras y Circula reciprocando sarta. Check Low.

**Se envía trip Sheet.**

Para su información se envía Trip Sheet correspondiente a la perforación de la sección de 16" con el BHA # 2 desde 252' hasta la profundidad de 6580'. Cabe anotar que la calidad de Data del equipo de lodos durante la perforación de esta sección ha sido deficiente, prácticamente el sensor de HKLD ha estado descalibrado durante la etapa.



**11:00 – 15:40** Sacando BHA # 2 en elevadores desde 6580' hasta 1175'.

Mientras circulamos en fondo P/U (Bomba + rot): 180 KLBS. Cuando iniciamos el viaje levantamos en elevadores y P/U (ELEV): 180 KLBS, SE LE SOLICITA A LA EMPRESA DE LODOS calibrar sensor.

DIRECCIONAL nos indica P/U elevadores 210 klbs.

HKLD				FLWI	SPPA	STOR	RPM	MFOP	TVA
	Libre	Arrastre	Overpull						
<b>Elevadores</b>	210 - 110	260	250						

**15:40 – 16:00** CIRCULA RECIPROCANDO SARTA @ 1175' **FLWI:** 1010, **SPPA:** 1700.

**16:00 – 17:00** Cambiando elevadores del Top Drive y continua sacando BHA # 2 desde 1175' hasta Superficie.

**17:00 – 18:30** Desarmando BHA direccional # 2.

**18:30 – 19:30** Acondicionando mesa para Bajar CSG 13 3/8".

**19:30 – 20:20** Armandando juntas para Bajar CSG 13 3/8".

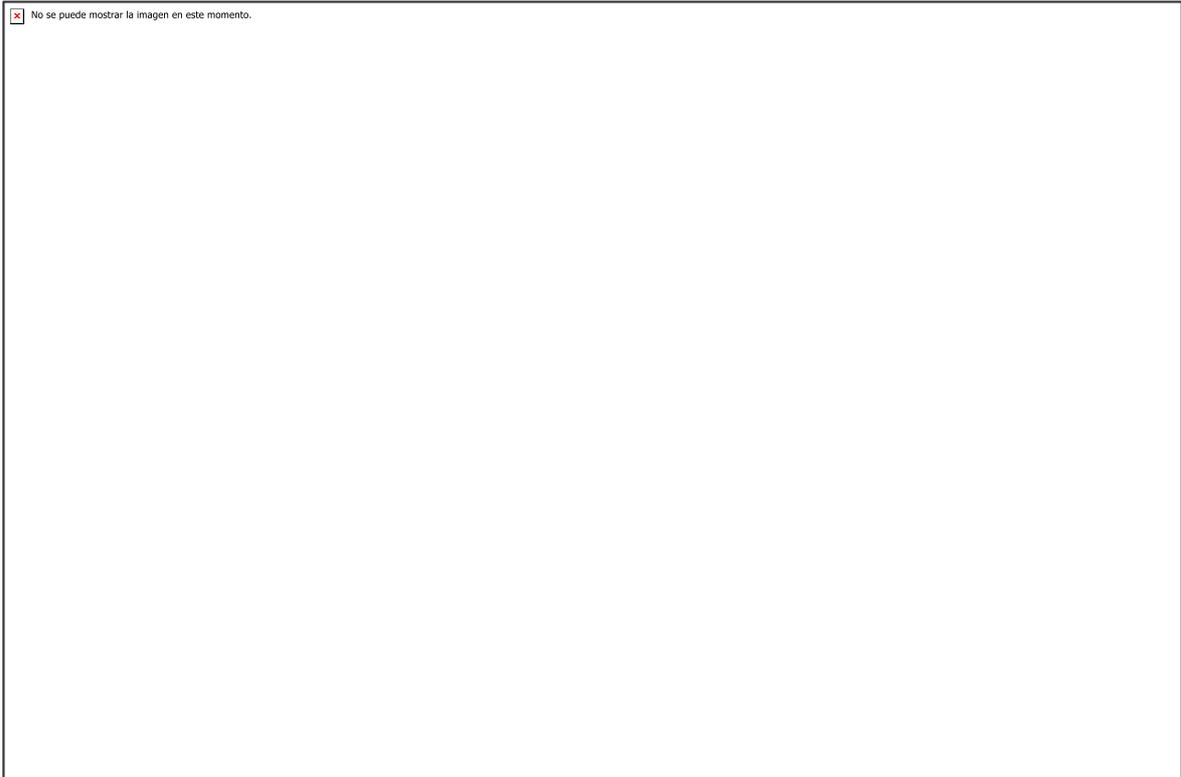
**20:20 – 20:30** Bajan zapata + junta # 1 csg + collar flotador + junta # 2 de csg y realizan prueba hasta 79 ft.

**20:30 – 21:20** Continua bajando en elevadores llena tubo a tubo csg 13.375" desde 79 ft hasta 547 ft. Velocidad de baja = 562 ft/ hr o 4 min/stand.

**21:20 – 23:00** Continúa bajando CSG 13 3/8" con circulación desde 547 ft hasta 1013 ft. Velocidad de baja = 280 ft/ hr o 9 min/stand.

#### **Update de las operaciones en Pozo XXX:**

- Bajando CSG de 13 3/8 se baja llenando tubo a tubo hasta +/- 547 ft se observa apoyo.
- Continúa bajando CSG 13 3/8" con circulación hasta 1013 ft.
- Actualmente bajando CSG 13 3/8" llenando tubo a tubo @ 1335 ft.



**23:00 – 24:00** Continúa bajando CSG 13 3/8" llenando tubo a tubo desde 1013 ft hasta 1836 ft. Velocidad de baja = 820 ft/ hr o 3 min/stand.

**27 – 03 – 2018**

**00:00 – 04:00** Continua bajando CSG 13 3/8" llenando tubo a tubo desde 1836 ft hasta 4437 ft. Velocidad de baja = 670 ft/ hr o 4 min/stand

**04:00 – 05:00** Continúa bajando CSG 13 3/8" con circulación desde 4437 ft hasta 4550 ft. Velocidad de baja = 120 ft/ hr o 20 min/stand.

**05:00 – 07:00** Continúa bajando CSG 13 3/8" desde 4550 ft hasta 5305 ft. Velocidad de baja = 500 ft/ hr o 5 min/stand.

**07:00 – 11:00** Continúa bajando Casing 13 3/8" con circulación desde 5305' hasta 6576'

FLWI: 190, SPPA: 350 S/O HKLD: 270.

**11:00 – 12:00** Circulando con Casing 13 3/8" @ 6576' FLWI: 370, SPPA: 160.

**12:00 – 12:50** Conecta cabeza de cementación, RDS, Continua circulando con FLWI: 360, SPPA: 330.

**12:50 – 15:30** Cementando según programa.

**15:30 – 18:15** Desplazando Cemento, asienta Tapón con SPPA: 1800 PSI. Mantiene presión por 15m.

**18:15 – 19:00** Desconecta líneas de cementación.

**19:00 – 19:45** Lavando tanques.

**19:45 – 22:30** Trabajando en BOP.

**22:30 – 24:00** Cortando CSG.

**28 – 03 – 2018**

**00:00 – 00:30** Cortando CSG.

**00:30 – 01:30** Instalando Cabezal.

**01:30 – 02:15** Instalando BOP.

**02:15 – 03:15** Instalando Sección A y B.

**03:15 – 05:00** Instalando BOP.

**05:00 – 06:15** Probando BOP.

**06:15 – 07:30** Cambiando saver sub. Instalando Wear Bushing.

**07:30 – 12:15** Armando BHA direccional # 3 - sin señal del equipo de lodos hasta las 12:15, el equipo de lodos crea nueva sección FASE 12.25S, se carga Parámetros y comentarios se suspende transmisión.

Se vuelve a perder comunicación se informa a WSS y EB, Por comunicación con direccional se conoce que perdieron energía eléctrica en Unidad, SE INFORMA A RT manifiesta que tienen 15 min para levantar el sistema, no vamos a perforar si no hay Data.

**12:15 – 16:00** Bajando BHA # 3 desde 1965' hasta 6538' (sin data).

**COLLAR FLOTADOR A 6,536'.**

**ZAPATO 13 3/8" A 6,577'.**

**16:00 – 17:10** Bajando BHA # 3 con bomba y rotación moliendo cemento desde 6528', muele shoe track hasta 6577', FLWI:820, SPPA:1700, RPM:55, TQ:7-8.

**17:10 – 17:45** Perforando sección de 12 ¼" desde 6580' hasta **6595'**, (**15' de nueva formación**).

PD 900 Orbit CC Slick	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	290	2-5	7-150	7-9	50	830	1600	14	160

**17:45 – 18:45** Bombea píldora espaciadora y Circula desplazando fluido.

**18:45 – 19:00** Realizando FIT con 800 psi.

EL EQUIPO DE LODOS ESTA TRANSMITIENDO EN FASE 12.25 -----FASE 12.25 Time Log Fase 12.25 Time Log (3).

**19:00 – 24:00** Perforando sección de 12 ¼" desde 6595' hasta 7110'. ROP avr = 103 ft/hr.

PD 900 Orbit CC Slick	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	168-182	15-40	76-280	10-18	100	1030-1200	1600-2300	22	353

**29 – 03 – 2018**

**00:00 – 07:20** Perforando sección de 12 ¼" desde 7110' hasta 7960'. ROPavr= 125 ft/hr.

PD 900 Orbit CC Slick	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	168-182	20-35	90-319	18-22	100	1200	2300 - 2600	21	242

**07:20 – 10:10** Perforando sección de 12 ¼" desde 7960' hasta 8192'. ROPavr= 105 ft/hr.

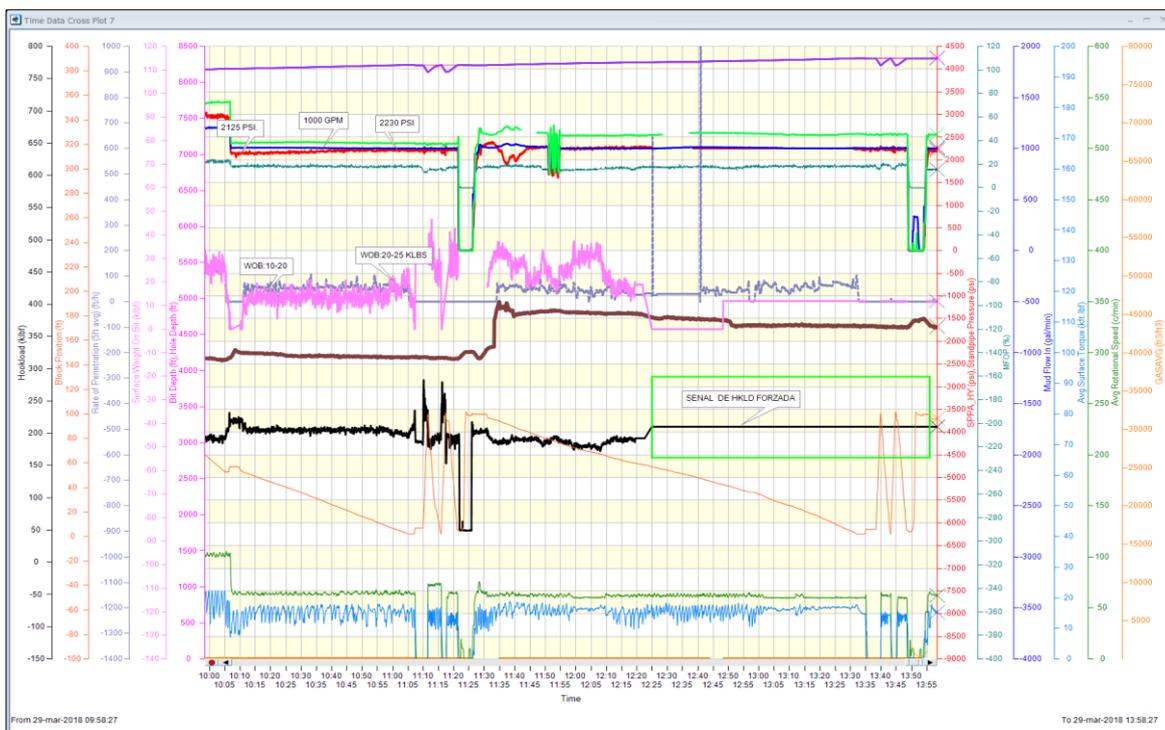
PD 900 Orbit CC Slick	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	190	20-30	80-230	14-22	100	1200	2800	22	236

**10:10 – 14:25** Perforando sección de 12 ¼” Controlando parámetros por Conglomerado Superior desde 8192’ hasta 8360’. ROPavr= 40 ft/hr.

LUBRICIDAD DEL FLUIDO 0.5%.

PD 900 Orbit CC Slick	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	200	15-30	20-50	14-16	60	1000	2150	18	250

Desde las 12:45 se muestra señal de HKLD ESTABLE, NOS COMUNICAMOS CON LA Unidad nos manifiestan que al momento tienen fuerte lluvia en sitio, el Supervisor está revisando el sensor, mientras tanto se mantiene forzada la señal se envía ALERTA TECNICA, RECUPERA SEÑAL EN CONECCIÓN @ 8427’.



**14:25 – 24:00** Perforando sección de 12 ¼” Parámetros Normales desde 8360’ hasta 8924’. ROPavr= 59 ft/hr.

PD 900 Orbit CC Slick	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	164- 190	10- 35	35- 160	19- 26	120	1200	3000- 3300	22	436

Lubricidad del sistema a las 14:00: 0.5%.

Para conectarnos debemos hacerlo a la fase 12.25 en donde se encuentran los datos del equipo de lodos y direccional, no conectarse a la subcarpeta del equipo de lodos.

En el blade 132 estamos con el proyecto tomando los datos de ecd (md), apr presión anular (md) y gr (md), durante la perforación vamos a llevar los datos en md.

Para los viajes llevaremos los parámetros ecd, apr, y stick, crpm (stik-slip) en tiempo.

En el blade 135 está el proyecto original donde estamos tomando los parámetros del equipo de lodos + (stik-slip).

Personal de fox pro nos está actualizando periódicamente las propiedades del lodo, dato importante para la corrida de hidráulica.

### 30 – 03 – 2018

**00:00 – 08:15** Perforando sección de 12¼” Parámetros Normales desde 8924’ hasta 9370’. ROP avr= 58 ft/hr.

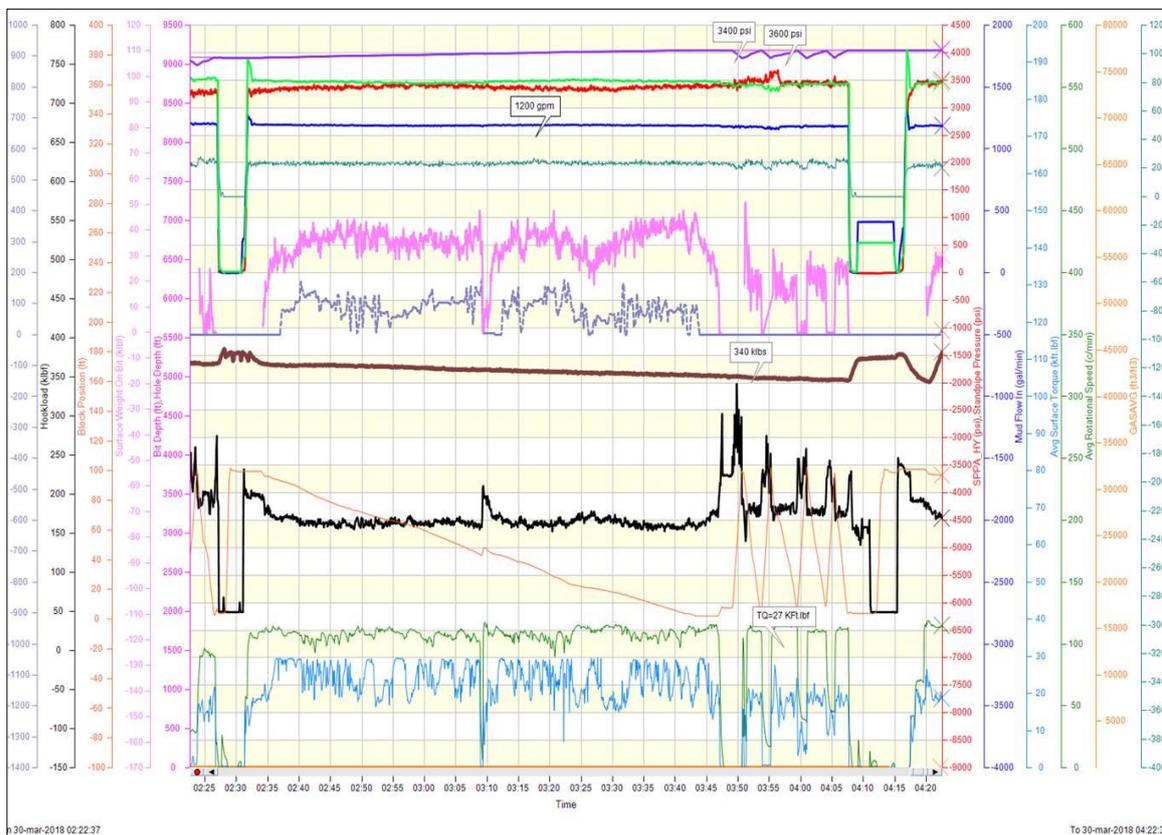
PD 900 Orbit CC Slick	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	164- 175	10- 45	60- 150	19- 26	120	1200	3300- 3400	22	405

Update de las operaciones en Pozo XXX:

- Perfora hasta 9180 ft

- En el segundo repaso @ 9110 ft se observa un incremento de torque hasta 28 kft.lbf y la presión se incrementa en 200 psi con 1200 gpm
- El ECD sube de 10.71 a 11.31 lpg

Se comunica con el taladro y deciden realizar 4 repasos



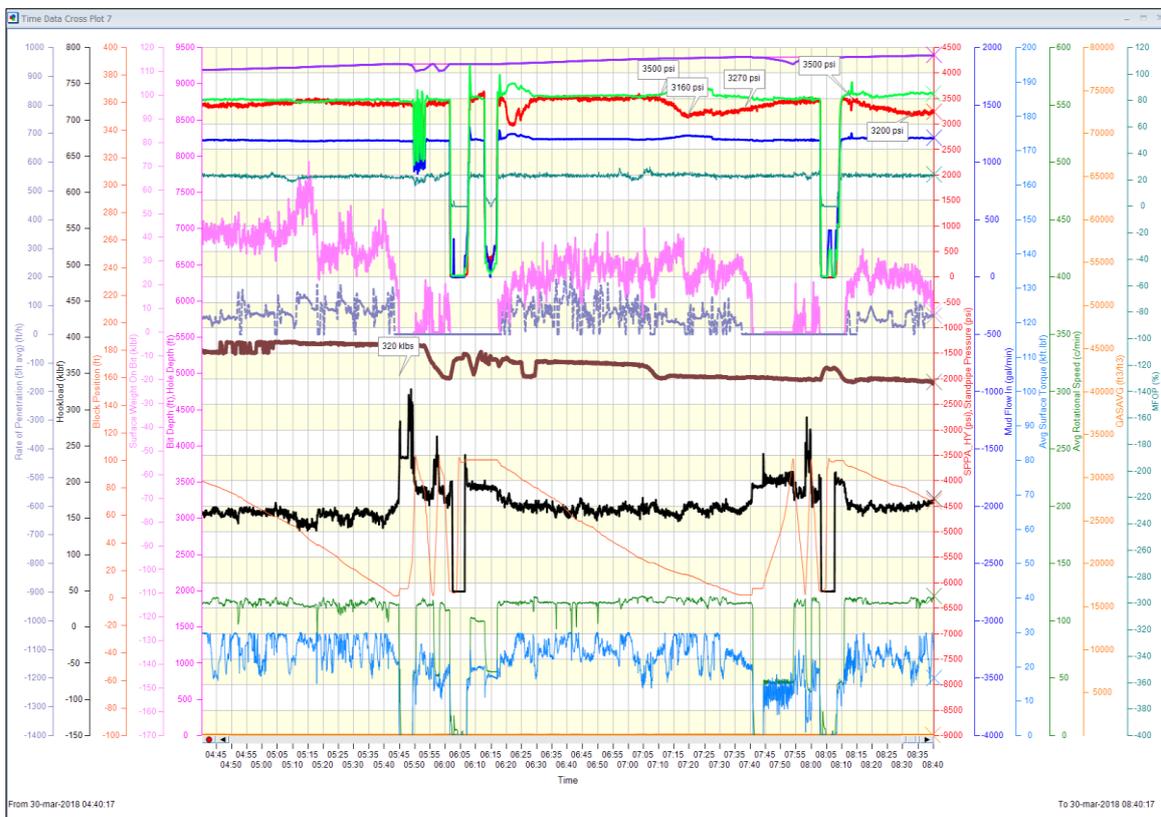
Perforando @ 9356' se observa tendencia a bajar la presión se informa @ Fox Pro, quedan en investigar la situación. Continúa perforando. Hasta 9370' durante el repaso: P/U HKLD (Bomba + rot): 200, S/O HKLD (Bomba+ rot): 180

**08:15 – 15:30** Perforando sección de 12¼" desde 9370' hasta 9660'. ROPavr= 40 ft/hr

PD 900 Orbit CC Slick	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	200	20-30	45- 90	22-27	115	1200	3300-	25	383

Al finalizar la parada anterior e inicio de esta parada se pude ver una caída de Presión hasta 300 psi. Se informa al WSS nos indica que tiene que ver con

funcionamiento de las bombas. Se va a proceder a revisar al finalizar perforación de stand.



**15:30 – 24:00** Perforando sección de 12¼” con parámetros controlados desde 9660’ hasta 9934’. ROPavr = 32 ft/hr.

PD 900 Orbit CC Slick	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	181- 197	15- 50	20- 67	17- 22	65- 80	1040- 1160	2900- 3000	19	435

**31 – 03 – 2018**

**00:00 – 07:45** Perforando sección de 12¼” desde 9934’ hasta 10170’. ROP avr = 30 ft/hr.

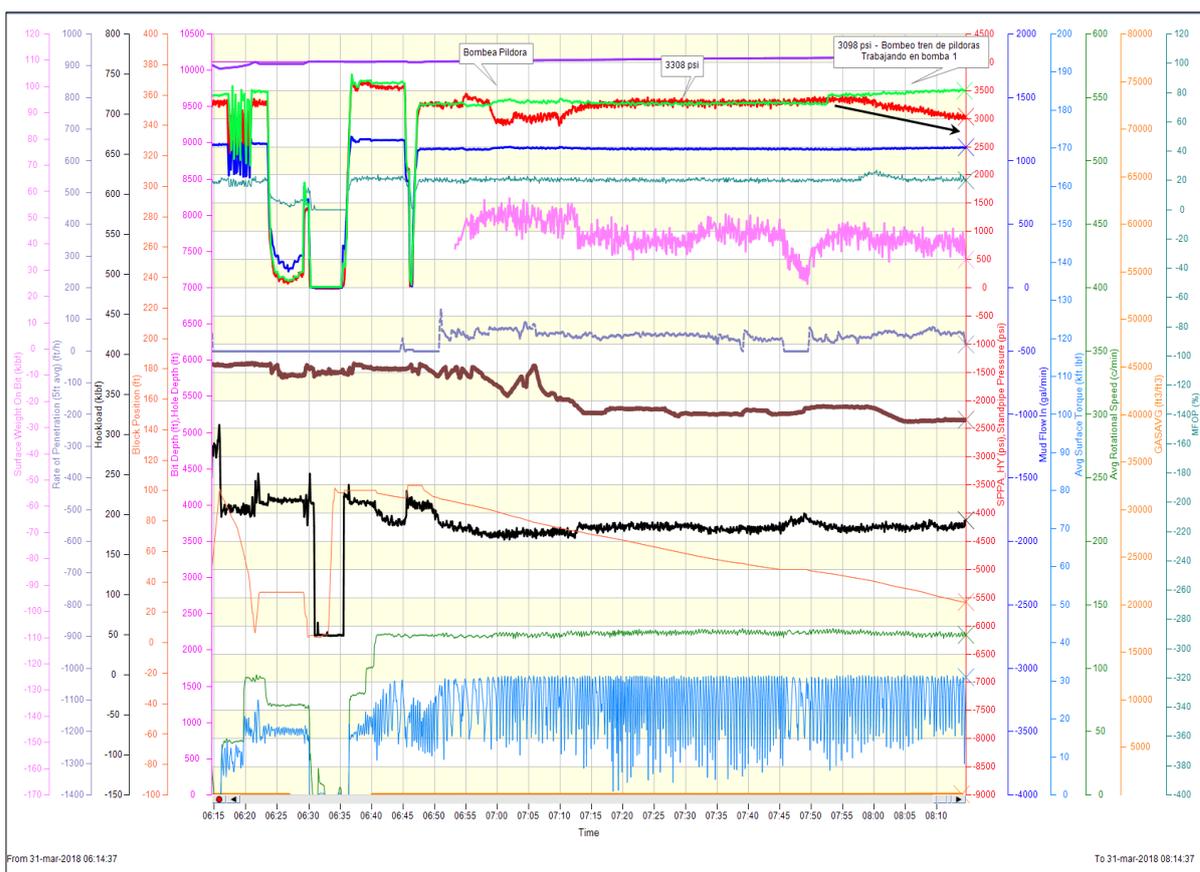
PD 900 Orbit CC Slick	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	180-	40-	22-	14-	80-	1060-	2900-	20	461

	185	45	45	29	100	1125	3200		
--	-----	----	----	----	-----	------	------	--	--

**07:45 – 15:10** Perforando sección de 12¼” desde 10170’ hasta 10403’. ROP avr = 30 ft/hr.

PD 900 Orbit CC Slick	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	190	30-60	20-50	15-33	120-130	1090-1150	3320-3500	20	356

**NOTA:** Se observa disminución de presión, se comunica con WSS. La disminución se debe a que estaba saliendo tren de píldoras bombeado. Además, se tiene problemas con la bomba 1 (chequean bomba).



**NOTA:** @ 10246, se observa que el torque errático y tendencia a parar la rotaria. Levanta sarta para estabilizar rotación, continúa perforando sección de 12 ¼”, el

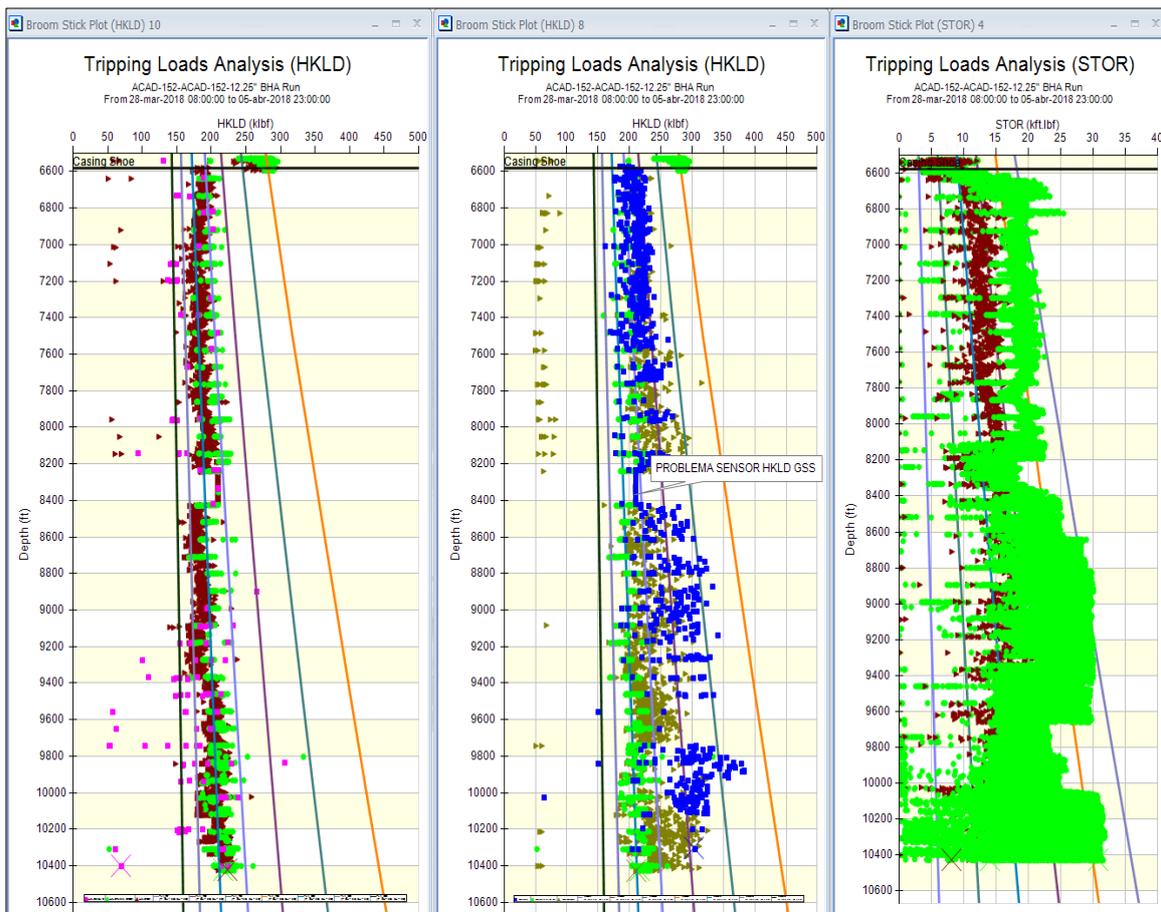
torque continua errático. Se envía update de operaciones. Top Drive seteado con 35 kft.lbf de torque.

Añadió lubricante hasta 4% y drill bits, continua TQ errático y alto, y S&S 150%. En caso de que no mejora los parámetros se realizará viaje corto hasta conglomerado inferior y se bajará a continuar perforando hasta basal tena (si los parámetros lo permiten).

**15:10 – 16:00** Perforando sección de 12 ¼" desde 10403' hasta 10430'. ROP avr = 30 ft/hr.

Saca stand hasta 10401'. DECIDE SACAR BHA # 3 HASTA EL CONGLOMERADO INFERIOR Y REGRESAR A FONDO.

PD 900 Orbit CC Slick	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	200	30-40	20-55	15-33	130	1150	2800	18	352



16:00 – 17:00 Saca BHA # 3 desde 10430’ con arrastre normal de 50-60 klbs hasta 9950, donde se encuentra overpull de 50 klbs sobre arrastre normal, Continúa sacando observa overpull @ 9919’. Continúa con backreaming hasta 9832’.

	HKLD			FLWI	SPPA	STOR	RPM	MFOP
	Libre	Arrastre	Overpull					
<b>Elevadores</b>	320	380	430					
<b>Circulación</b>								
<b>Backreaming</b>	200			955	2600-		70	16-19

17:00 – 18:30 Circula reciprocando sarta @ 9832’ FLWI: 955, SPPA: 2600.

18:30 – 19:30 Baja BHA # 3 en elevadores desde 9926’ hasta 10311’ y baja por seguridad con circulación desde 10311’ hasta 10428’.

**19:30 – 24:00** Perforando sección de 12¼” desde 10428’ hasta 10593’. ROP avr = 37 ft/hr.

PD 900 Orbit CC Slick	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	160-180	30-46	26-68	15-30	130-110	1150	3200-3600	20	345

**01 – 04 – 2018**

**00:00 – 07:35** Perforando sección de 12¼” desde 10593’ hasta 10872’. ROP avr = 42 ft/hr.

PD 900 Orbit CC Slick	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	175-185	35-50	31-133	10-31	130-110	1150	3500-3600	20	346

**07:35 – 16:30** Perforando sección de 12¼” desde 10872’ hasta 11213’. ROP avr = 38 ft/hr.

PD 900 Orbit CC Slick	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	190	40	22-85	23-33	120-135	1080	3500-	19	330

**16:30 – 19:30** Circulando reciprocando sarta con 1100 gpm y 3420-3600 psi. Y bombean set de píldoras.

**19:30 – 19:50** Toma presiones reducidas y sacan tubería con circulación hasta 11157 ft.

**Se envía alerta técnica por problemas con la profundidad.**

Taladro: Taladro XXX.

Pozo: Pozo XXX.

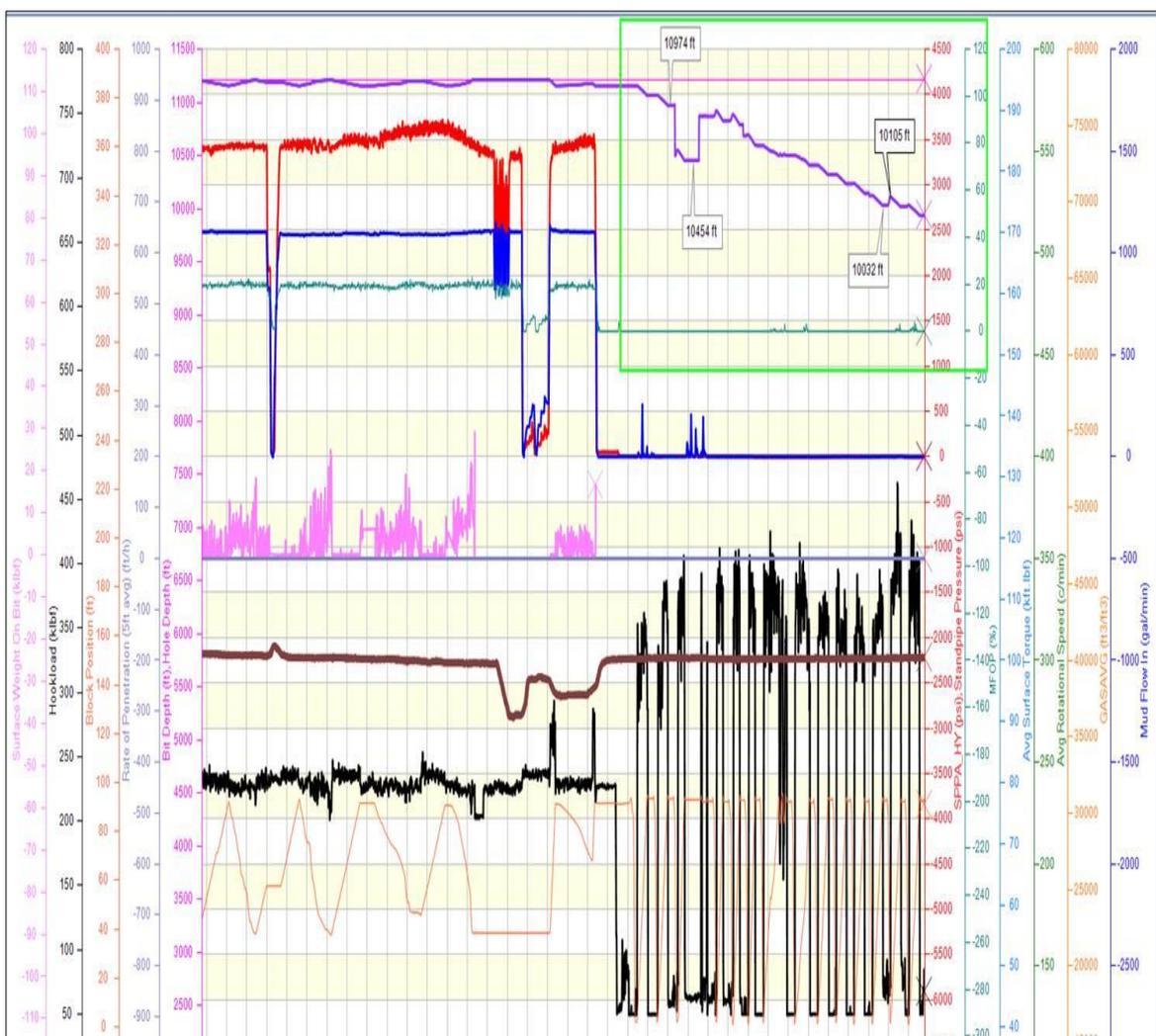
Sección: 12 1/4".

Profundidad: 11213 ft.

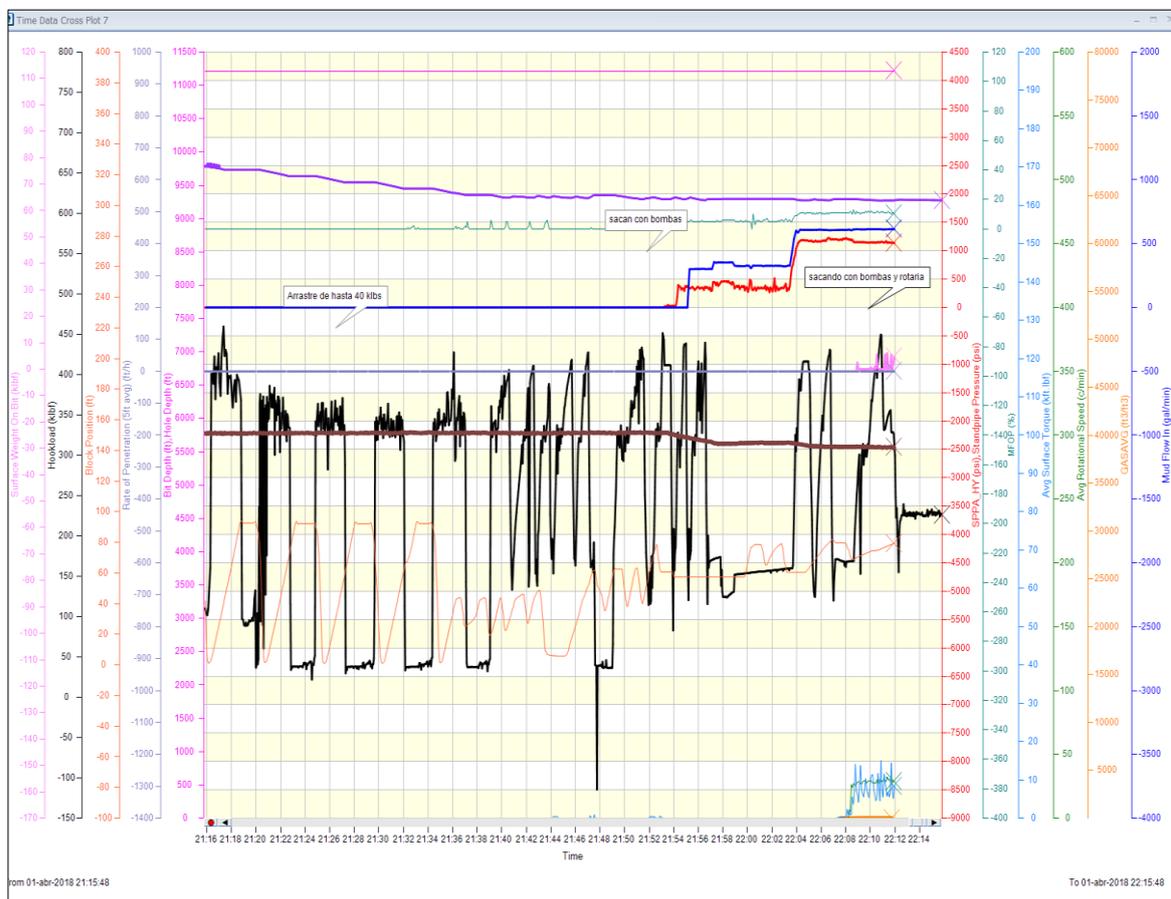
Tipo Alerta: TÉCNICA.

Fecha de Creación: 01-04-2018 @ 21:00 hrs.

Descripción: Durante el viaje a superficie del BHA #3 los datos recibidos de profundidad del equipo de lodos muestran un desfase, que desde iniciado el viaje dio un salto de +/- 500 ft (Paso de 10974 ft a 10454 ft). En comunicación con la cabina rectifican. Luego se puede observar que la profundidad de la broca se mueve cuando se encuentra en cuñas. Resultando en un desfase de profundidad que grafica valores incorrectos en el TLA.



**19:50 – 22:20** Sacando BHA # 3 direccional desde 11157 ft hasta 9331 ft en elevadores. Intenta sacar hasta 9314 ft tenemos arrastres de hasta 40 klbs. Continúan intentando sacar y se observan arrastres de hasta 45 Klbs, Sube sarta hasta 9300 ft y decide sacar con bombas y luego con rotaria hasta 9275 ft.



**22:20 – 24:00** Continúa sacando BHA # 3 con bombas desde 9275 ft hasta 8770 ft 500/800 gpm -890/1700 psi. Velocidad de bajada = 300 ft/hr= 18 min/std, se observan picos de presión de hasta 1100 psi desde 1691 hasta 3100 con 730 gpm.

**02 – 04 – 2018**

**00:00 – 04:20** Continúa sacando BHA # 3 con bombas desde 8770 ft hasta 8742 ft 500/800 gpm -890/1700 psi. Continúa bajando desde 8742 ft hasta 8711 ft con circulación 790 gpm – 1920 psi y con 50 rpm y tq= 14-16. Continúa sacando con

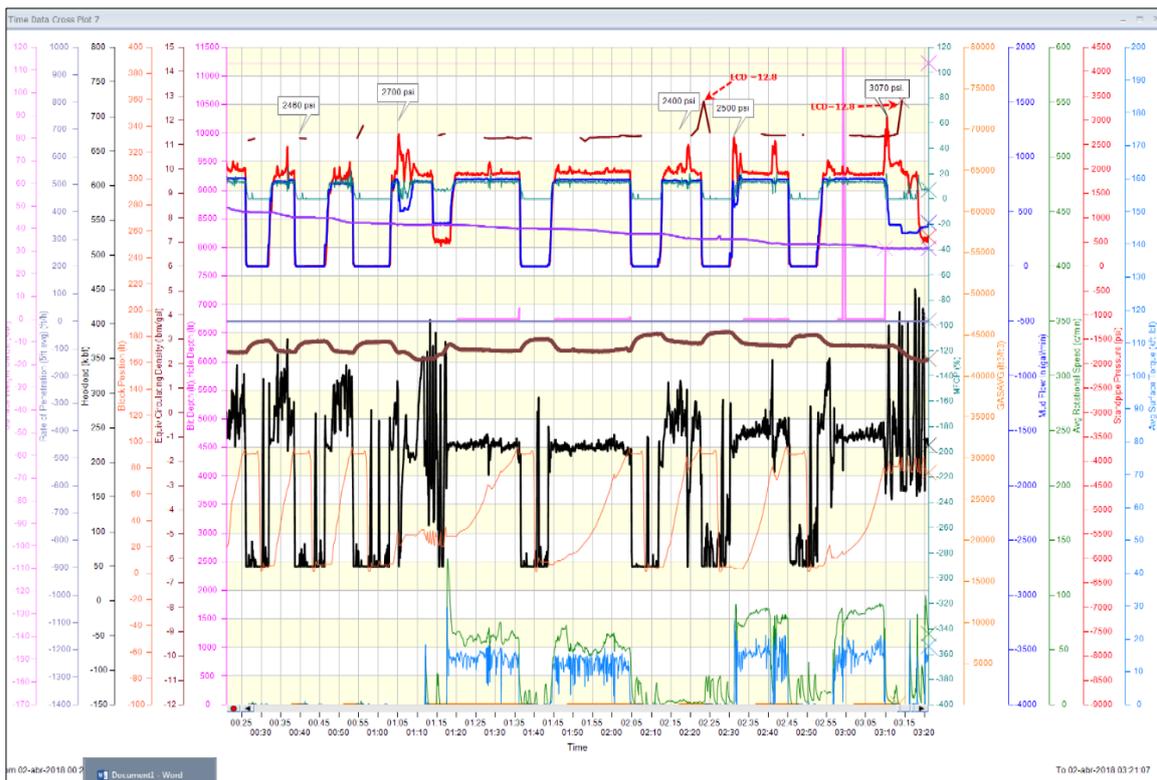
solamente circulación desde 8711 ft hasta 8395 ft con 800 gpm -2040 psi. Continúa sacando con back reaming desde 8395 ft hasta 8240 ft. Continúa sacando solo con circulación desde 8240 ft hasta 8142 ft, por pico de presión de 2500 psi con 500 gpm y restricción bajan con backreaming desde 8142ft hasta 7981. Deciden sacar solo con bombas y tenemos una presión de 3100 psi con 800 gpm, bajan el galonaje hasta 300 gpm y la presión se mantiene alta en 1800 psi siguen circulando y la presión baja a 550 psi. Sacando hasta 7960 ft. Continua sacando con backreaming desde 7960 ft se observa un pico de presión de 600 psi sobre el valor normal de la presión y se reduce el galonaje a 350 gpm y se trabaja hasta estabilizar la presión con 800 gpm y 1900 psi se continúa sacando con backreaming hasta 7865 ft.

Se envía updated

Para su información se envía update de operaciones, Pozo XXX:

Sacamos BHA # 3 con circulación y en ciertos intervalos con backreaming desde 8770 ft con picos de presión hasta 8395 ft.

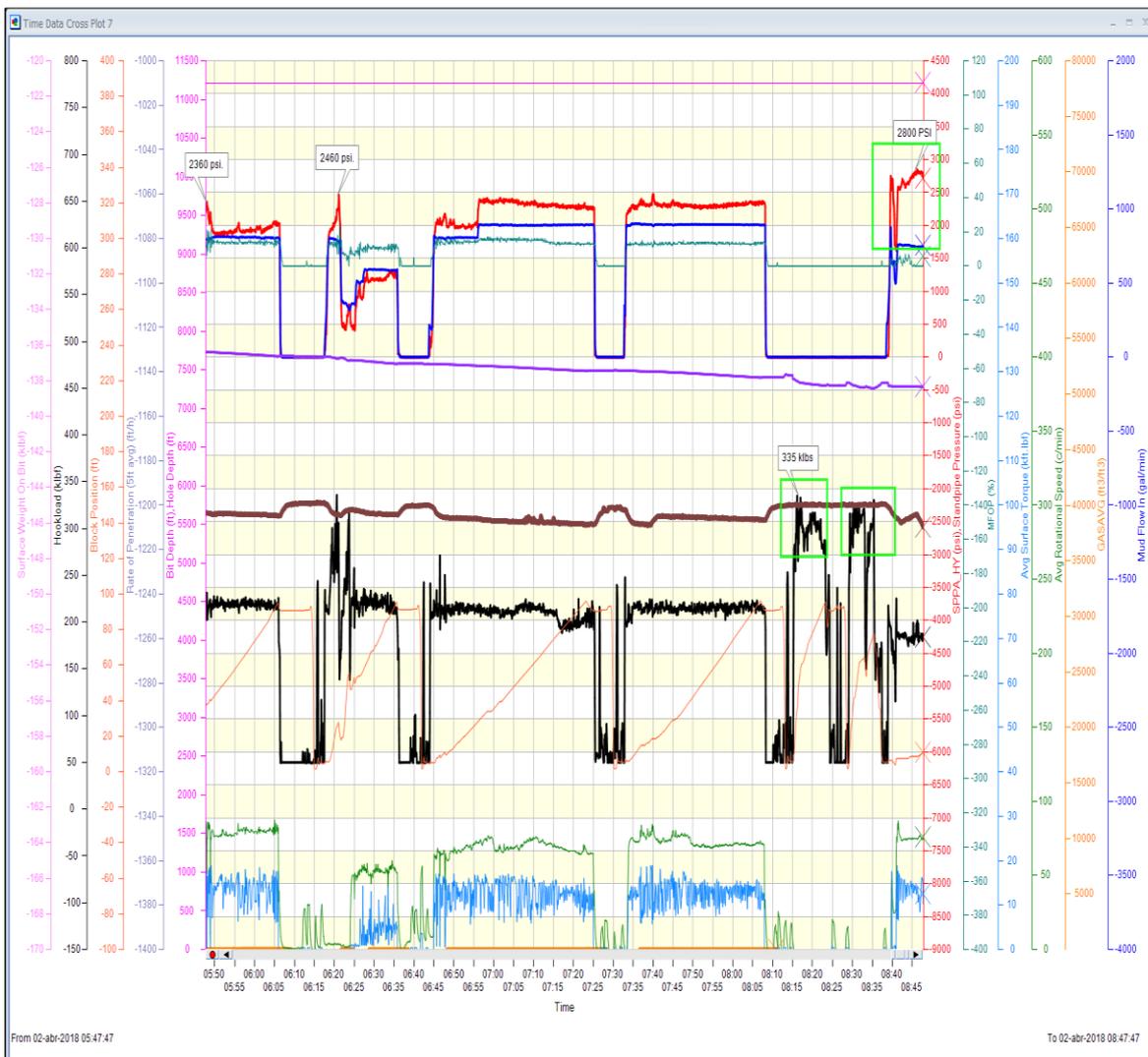
- Continúan sacando con backreaming desde 8395 ft hasta 8240 ft y de 8240 ft hasta 8141 ft con circulación con picos de presión de hasta 600 psi sobre la presión normal de circulación.
- Continúa Sacando BHA # 3 con backreaming desde 8141 ft hasta 7981 ft, en donde saca solo con bombas y la presión se eleva desde 1900 psi a 3100 psi con 800 gpm, se disminuye el galonaje hasta 350 gpm y tenemos una presión de 1800 psi que se mantiene por algunos minutos y la presión comienza a declinar hasta 500 psi y acaban la parada hasta 7960 ft.
- Adicional se observa las últimas subidas de presión acompañadas de incrementos en el ECD hasta valores de 12.8 ppg.



**04:20 – 06:40** Continúa sacando BHA # 3 con backreaming 800 gpm -1950 psi con 70 rpm y tq= 13-15, bombean píldora y circulan con 1000 gpm -2800 psi. Desde 7865 ft hasta 7770 ft. Se produce un paro de rotaria y presión se incrementa a 3200 psi. Continuando sacando con backreaming hasta 7584ft.

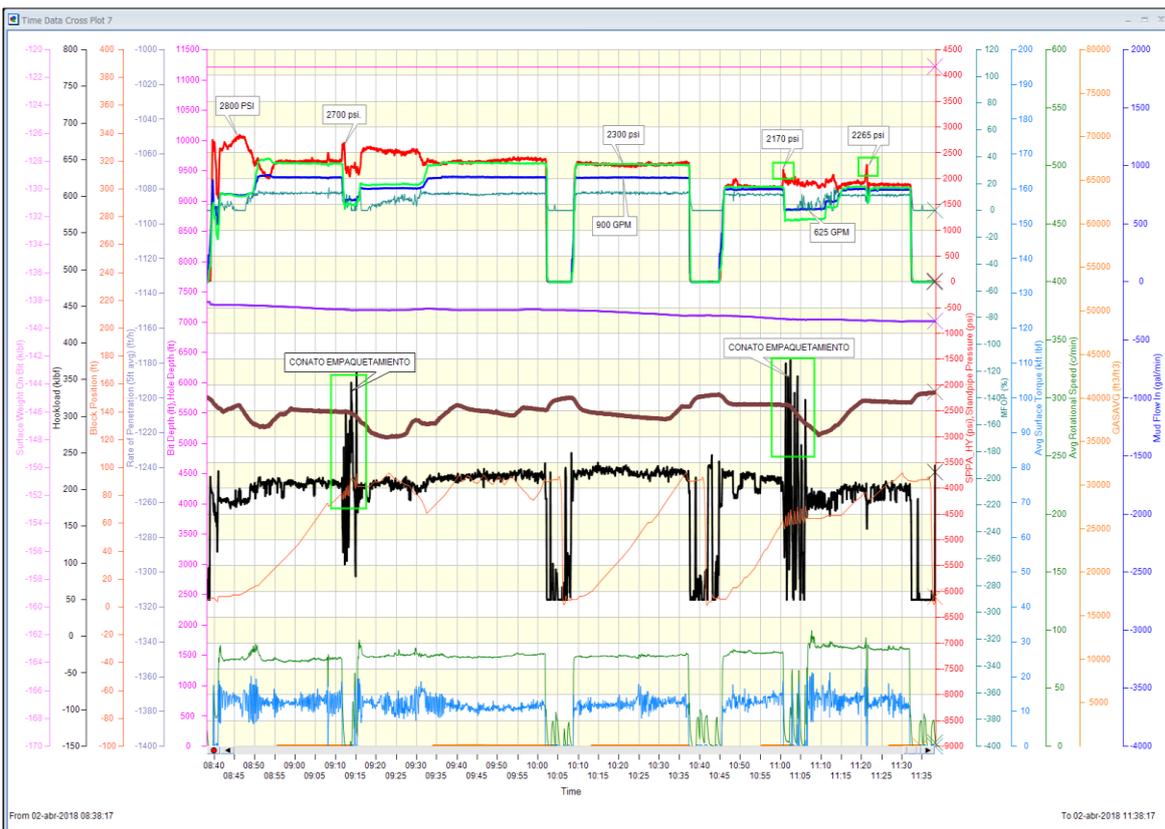
**06:40 – 10:00** Continúa sacando con backreaming desde 7584' hasta 7435', FLWI:890, SPPA: 2270, Continúa sacando en elevadores desde 7435' hasta 7203', P/U (ELEVADORES):280 KLBS. Arrastre durante la maniobra en levadores 50-60 klbs. Se informa a EB gerente Operaciones de la maniobra, reprende y recomienda seguir la disposición de sacar con backreaming hasta Zapata, cuando incluye bomba se observa pico de Presión hasta 2800 psi e ECD: 14.3 ppg.

**SE ENVÍA ALERTA OPERATIVA.**

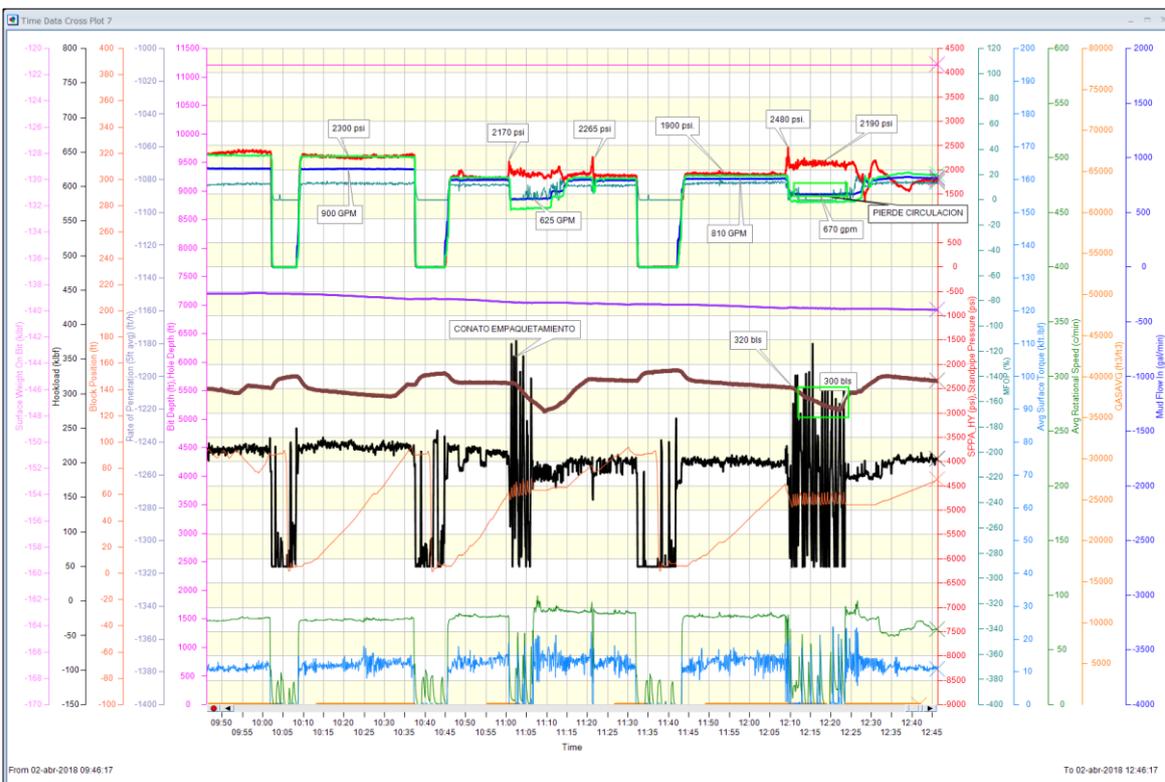


**10:00 – 13:00** Continúa sacando desde 7203' con backreaming hasta 7053' donde se presenta pico de Presión @ 2170 psi con FLWI:800 gpm, reduce caudal @ FLWI:625 gpm, y trabaja la sarta arriba abajo sin rotación, Conato de Empaquetamiento, normaliza presión y continúa sacando con backreaming manteniendo SPPA: 1900 PIS, con FLWI:810 gpm, a 6952' se presenta pico de Presión 2480 psi, reduce caudal @ 670 gpm, se tiene perdida de circulación y dificultad para rotar. Estamos empaquetados. Trabaja sarta arriba abajo, recuperando parámetros. SE ENVÍA UPDATE. HASTA 6920.

CONATO EMPAQUETAMIENTO @ 7053'.



CONATO EMPAQUETAMIENTO @ 6952'.



**13:00 – 18:30** Continúa sacando con backreaming desde 6920' hasta 6676' donde se presenta pico de Presión @ 2080 psi, con tendencia a parar rotaria, disminuye nivel de retornos según comunicación del equipo de lodos, trabaja sarta arriba abajo, levanta @ 6666' Circula incrementando caudal gradualmente y estabilizando parámetros. Continúa sacando con backreaming hasta 6577' (Zapata 13 3/8"). Continúa sacando con backreaming hasta 6270'.

**CONATO EMPAQUETAMIENTO @ 6676'**



**18:30 – 19:40** Bomba tren de píldoras y circula reciprocando sarta @ 6270' y circula con 1110 gpm y 2660 psi.

**19:40 – 24:00** Continúa sacando en hueco entubado y en elevadores desde 6270 ft hasta 1278 ft. Velocidad de sacada= 1150 ft/hr o 5 min/stand.

**03 – 04 – 2018**

**00:00 – 02:20** Sacando HDWP desde 1278 ft hasta 164 ft.

**02:20 – 03:00** Reunión de seguridad previa a quebrar herramientas direccionales.

**03:00 – 04:15** Quebrando herramientas direccionales del BHA # 3.

**04:15 – 06:40** Cortando cable de perforación.

**06:40 – 13:40** Armando BHA # 4 + baja BHA #4 hasta 6490' (hueco entubado).

**13:40 – 19:00** Continua RIH BHA #4 en hueco abierto d/ 6490' h/ 995. Con circulación y rotación.

### 04 – 04 – 2018

**00:00 – 05:45** Bajando BHA #4 con B-R desde 9950' hasta 11213'.

**05:45 – 06:00** Perfora rotando desde 11213' hasta 11218'.

**06:00 – 08:30** Perfora deslizando desde 11218' hasta 11238'. ROP avg = 8 ft/hr.

A962M	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	322	5-30	5-50	--	--	1010	3200-3300	17	445

**08:30 – 14:30** Perfora rotando desde 11238' hasta 11508'. ROP avg = 45 ft/hr.

A962M	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	322	20-50	50-110	26	50-90	1050	3650-3800	20	445

**14:30 – 15:50** Perfora deslizando desde 11508' hasta 11541'. ROP avg = 25 ft/hr.

A962M	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	296	5-12	10-100	-	-	1040	3350-3550	20	395

**15:50 – 18:00** Perfora rotando desde 11541' hasta 11633'. ROP avg = 40 ft/hr.

A962M	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	296	8-30	40-220	26	70	1040	3570-3740	20	390

**18:00 – 02:00** Perfora deslizando y rotando desde 11663' hasta 11759'. ROP avg = 12 ft/hr (media noche @ 11748').

A962M	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	250	5-12	5-15	-	-	1040-1050	3500-3550	20	428
	250	10-30	20-130	18-26	40	1020-1050	3500-3700	20	449

**05 – 04 – 2018**

**02:00 – 07:30** Perfora rotando desde 11759' hasta 11974'. ROP avg = 39 ft/hr.

A962M	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
	262	15-25	55-100	22-28	43-64	1029-1050	3580-3750	20	468

**07:30 – 09:40** Circulando @ 11974'.

**09:40 – 11:50** RIH BHA # 4 libre con arrastre de hasta 60 klbs desde 11974' hasta 9966' (punto apretado).

**11:50 – 13:20** RIH BHA#4 con B-R desde 9966' hasta 9715'.

**13:20 – 16:00** RIH BHA#4 con bomba desde 9715' hasta 8110'.

**16:00 – 16:50** RIH BHA#4 libre desde 8110' hasta 7545'.

**16:50 – 18:10** RIH BHA#4 con bomba desde 7545' hasta 6332'.

**18:10 – 19:45** Circulando @ 6332' (dentro de CSG 13 3/8").

**19:45 – 01:10** POOH hasta superficie.

**06 – 04 – 2018**

**01:10 – 04:00** Quiebra BHA.

**04:00 – 04:30** Recupera Wear Bussing.

**04:30 – 05:30** Arma HTS de TIW.

**05:30 – 06:10** Reunión de seguridad.

**06:10 – 13:00** Bajando CSG de 9 5/8" hasta 6569'.

**13:00 – 13:25** Circula en zapato 13 3/8" @ 6569' + registra parámetros.

**13:25 – 23:10** RIH CSG 9 5/8" desde 6569' hasta 11920'.

**23:10 – 23:40** Conecta csg hanger + RIH CSG 9-5/8" desde 1920 ft hasta 11964 ft.

**23:40 – 01:20** Circulando @ 11964 ft estabilizando presión, previo a trabajo de cementación.

### **07 – 04 – 2018**

**01:20 – 02:30** Conecta cabeza de cementación, circula y prueba.

**02:30 – 04:50** Cementa según programa.

**04:55 – 07:00** Desplaza cemento con las bombas del Rig, asienta tapón con 1425 psi.

**07:00 – 12:00** Trabaja en boca de pozo.

**12:00 – 14:00** Arma BHA#5 direccional.

**14:00 – 23:00** Baja LIBRE BHA#5 direccional hasta 11613'. (1290 PPH).

**23:00 – 23:40** Baja con bomba y rotación BHA#5 desde 11613' hasta 11879'.

**23:40 – 24:00** Levanta hasta 10856' y realiza prueba del CSG con 2488 PSI.

### **08 – 04 – 2018**

**00:00 – 02:45** Rota segunda parte de shoe track + zapato + 10' de formación nueva hasta 11984'.

**02:45 – 03:30** Finaliza desplazamiento de lodo.

**03:30 – 04:30** Limpia canaletas + FIT con 1440 psi.

**04:30 – 12:00** Perfora rotando/deslizando sección de 8 1/2" desde 11984' hasta 12055'.

A675M	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
<b>Rota</b>	341	7-40	10-70	22	45	360-370	1670-1730	6	330
<b>Desliza</b>	341	10-15	5-60	-	-	370	1250-1300	6	330

Rota d/11984' h/12025'.

Desliza d/12025' h/12055'.

**12:00 – 18:00** Perfora rotando sección de 8½" desde 12055' hasta 12190'. ROP avg = 22 ft/hr.

A675M	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
Rota	265	5-50	15-80	10-21	20-100	367	1540-1850	8	317

**18:00 – 24:00** Perfora rotando sección de 8½" desde 12190' hasta 12398'. ROP avg = 34 ft/hr.

A675M	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
Rota	265	20-35	10-80	21-23	100-110	367	1810-1915	7	343

**09 – 04 – 2018**

**24:00 – 07:00** Perfora rotando sección de 8½" desde 12398' hasta 12680' (TD). ROP avg = 40 ft/hr.

A675M	HKLD	WOB	ROP	TQ	RPM	FLWI	SPPA	MFOP	TVA
Rota	265	15-30	40-100	25-28	102-110	357	1810-1750	7	343

**07:00 – 08:50** Circula @ 12680'.

**08:50 – 09:20** Realiza viaje de calibración y saca BHA#5 desde 12680' hasta 11943'.

**09:20 – 10:15** Baja BHA#5 desde 11943' hasta 12680'.

**10:15 – 10:55** Circula @ 12680' + bombea píldora lubricante.

**10:55 – 20:30** Realiza viaje a superficie y saca BHA#5 desde 12680' hasta superficie.

**20:30 – 22:30** Quiebra BHA.

**22:30 – 24:00** RIH liner de 7" hasta 304'.

**10 – 04 – 2018**

**00:00 – 02:25** RIH liner de 7" desde 304' hasta 837' + conecta colgador.

**02:25 – 02:50** Toma parámetros.

**02:50 – 10:00** RIH liner de 7" desde 837' hasta 11949' (tope de zapato 9 5/8").

**10:00 – 10:30** Circula @ 11949' + registra parámetros.

**10:30 – 12:00** RIH Liner 7" desde 11949' hasta 12678'.

**12:00 – 14:10** Circulando @ 12678' con cabeza de cementación.

**14:10 – 16:10** Cementando Liner 7".

**16:10 – 17:40** Expande colgador + libera setting tool + circula retornos a superficie + cambia lodo por agua fresca.

**17:40 – 18:10** Desconecta cabeza de cementación + quiebra pup joint.

**18:10 – 00:00** Sacando setting tool a superficie.